



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE MORONA SANTIAGO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

CAMBIOS DE USO DE LA TIERRA EN LA PROVINCIA DE
MORONA SANTIAGO PERIODO 2012-2020

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR: XAVIER ANTONIO LOOR

DIRECTOR: Ing. MIGUEL ANGEL OSORIO RIVERA Mgs.

Macas – Ecuador

2022

© 2022, **Xavier Antonio Loor Lalvay**

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

Yo, XAVIER ANTONIO LOOR LALVAY, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo 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.

Macas, 08 de junio del 2022



Xavier Antonio Loor Lalvay

010720086-7

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, **CAMBIOS DE USO DE LA TIERRA EN LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO PERIODO 2012-2020**, realizado por el señor: **XAVIER ANTONIO LOOR LALVAY**, 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.

	FIRMA	FECHA
Ing. Linda Noralma Aguilar Moncayo Mgs. PRESIDENTA DEL TRIBUNAL		2022-06-08
Ing. Miguel Angel Osorio Rivera Mgs. DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-06-08
Ing. William Estuardo Carrillo Barahona Mgs. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-06-08

DEDICATORIA

Dedico este estudio investigativo a Dios por permitirme tener vida, salud y poder realizar uno más de mis propósitos en ser un Ingeniero Ambiental. A mis padres, Blanca Lalvay y Antonio Loor, por brindarme su amor, apoyo, comprensión y educación durante esta larga y hermosa carrera. A mis maestros, Ing. Miguel Osorio Mgs. y el Ing. William Carrillo Mgs. por su apoyo, paciencia y colaboración para poder realizar este trabajo.

Xavier

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a la Universidad ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día. Agradezco también a mi director de tesis el Ing. Miguel Osorio por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de mi trabajo de investigación. Mi agradecimiento también va dirigido a mis amigos Bryan Morocho, Anthony Velecela y Dorian Aguilar por haberme ayudado con el financiamiento de este trabajo investigativo.

Xavier

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE ECUACIONES	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	3
1.1. Bases conceptuales.....	3
1.1.1. Suelo	3
1.1.2. Tierra	3
1.1.3. Uso de suelo	3
1.1.4. Capacidad de uso.....	3
1.1.5. Tipos de uso de suelo.....	3
1.1.6. Manejo de suelo.....	4
1.1.7. Uso de la tierra	4
1.1.8. Tipos de uso de la tierra	4
1.2. Bases Teóricas.....	4
1.2.2. Experiencia en el uso de sistematización de información para el monitoreo del uso de la tierra.....	5
1.2.3. Agricultura y calentamiento global	5
1.2.4. Causas del calentamiento global	6
1.2.5. Tipos de calentamiento global	6
1.2.6. Consecuencias del calentamiento global.....	7
1.2.7. Procesos de degradación del suelo	9
1.2.8. Magnitud de la problemática de la degradación del suelo	10
1.2.9. Manejo sustentable de los RRNN con respecto al uso del suelo	12
1.2.10. Tipos de utilización de la tierra.....	14
1.2.11. Ordenamiento territorial.....	16

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.....	18
2.1. Tipo de Investigación	18
2.2. Operacionalización de la investigación	18
2.3. Ubicación de la zona de estudio	19
2.4. Descripción de suelos de Morona Santiago.....	21
2.5. Recolección de la información.....	22
2.6. Tamaño de la muestra	23
2.7. Parámetros para analizar	23

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
3.1. Uso de la tierra	27
3.2. Consecuencias del cambio de uso de la tierra.....	35

CONCLUSIONES.....	43
--------------------------	-----------

RECOMENDACIONES.....	44
-----------------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Alcances y causas de la degradación de tierras a nivel mundial	11
Tabla 2-1:	Tipos de uso de la tierra y sensibilidad ambiental.....	15
Tabla 3-2:	Características generales de suelos de Morona Santiago	22
Tabla 4-2:	Estaciones climatológicas ubicadas en la provincia de Morona Santiago.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Factores ambientales que afectan la biodiversidad.	8
Figura 2-1:	Procesos de degradación del suelo.	9
Figura 3-1:	Ejemplo de degradación química del suelo y efectos ambientales.	12
Figura 4-1:	Rotación de cultivos para el mejoramiento de la calidad del suelo	13

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2:	Días de lluvia en provincia Morona Santiago	20
Gráfico 2-2:	Distribución de temperatura provincia Morona Santiago.....	21
Gráfico 1-3:	Cambios en el uso de la tierra en la provincia Morona-Santiago.....	28
Gráfico 2-3:	Cambios en el uso de la tierra de tipo conservacionista en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020.....	29
Gráfico 3-3:	Cambios en superficie bajo bosque la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020.	30
Gráfico 4-3:	Cambios en superficie bajo ganadería en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012- 2020.....	31
Gráfico 5-3:	Cambios en superficie de pasturas nativas en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020.....	32
Gráfico 6-3:	Cambios en superficie de pasturas introducidas en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020.....	33
Gráfico 7-3:	Cambios en superficie de cultivos permanentes en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020.....	33
Gráfico 8-3:	Cambios en superficie de tierra en descanso en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020.....	34
Gráfico 9-3:	Cambios en superficie de tierra en barbecho la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012- 2020.....	35
Gráfico 10-3:	Perdidas de suelo en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020.	36
Gráfico 11-3:	Emisiones de CO2 en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020.....	37
Gráfico 12-3:	Temperatura en la provincia Morona Santiago durante el periodo 1980-2015.	39
Gráfico 13-3:	Precipitación en la provincia Morona Santiago durante el periodo 1980-2015	40
Gráfico 14-3:	Correlación entre la superficie de pasto y las emisiones de CO2 en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2018.	41
Gráfico 15-3:	Correlación entre la superficie de bosque y las emisiones de CO2 en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2018.	42

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación1	24
Ecuación2	24

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: MANUAL DE REALIZACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar los cambios de uso de la tierra en la provincia de Morona Santiago para el periodo 2012-2020 con el propósito de estimar si los mismos pueden conducir a problemas de degradación de tierras. Se recolectaron los datos de superficies en hectáreas: bosques, nativo, introducido, permanente, barbecho, descanso y ganadería que proporciona el sistema de información pública agropecuaria (SIPA) desde el año 2012 al 2020, se agrupó los datos en Microsoft Excel office donde se realizó graficas de comparación de fluctuaciones a lo largo de este periodo y se siguió los procedimientos de correlación de Pearson para la determinación de la superficies deforestadas, erosión, emisión de Dióxido de Carbono con la superficies de bosques y pastos, se determinó las fluctuaciones de temperatura y precipitación desde el año 1980 al 2015. Los resultados obtenidos en esta investigación demostraron que existió un remplazo de superficies de bosques con las superficies de pastos, lo que llevo al aumento de la erosión y la emisión de dióxido de carbono producto de la expansión ganadera en los años (2012) y (2013), se identificó que los años posteriores desde el 2014 al 2020 el manejo de prácticas de conservación como el barbecho, descanso y reforestación redujo la erosión y emisión de dióxido de Carbono lo cual estuvo relacionada con los cambios de cobertura vegetal. Mediante este estudio se identificó que los cambios de uso de tierra que promuevan la protección y conservación de los suelos en la provincia de Morona Santiago como el cultivo de café y cacao mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo, reduciendo así erosión y el calentamiento global. Se recomienda realizar mapas del cambio de uso de la tierra de la provincia de Morona Santiago, incluyendo variables edafológicas e hidrológicas.

Palabras clave: <CALENTAMIENTO GLOBAL>, <DEGRADACIÓN>, <EROSIÓN>, <DIÓXIDO DE CARBONO>, <BARBECHO>, <GANADERÍA>, < EMISIÓN>.



Firmado electrónicamente por:

**LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE**



1356-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

This study aims to evaluate the land-use changes in Morona Santiago province for the period 2012-2020, to estimate the possible consequence of land degradation problems. It was collected area data by hectares: forests, native, introduced and permanent crop, fallow, lie fallow and ranching provided by the public agriculture and livestock information system from 2012 to 2020; data was gathered in Microsoft Excel office and were created comparison charts of variations along that period and Pearson's correlation procedures were followed to determine deforested areas, erosion, carbon dioxide emission and forests and pasture areas; it was determined temperature fluctuations and precipitations from the year 1980 to 2015. The results obtained in this study demonstrate that existed a forests surface replacements with pasture areas, which took to an erosion increase and a carbon dioxide emission, consequence of the expansion of stock during the years (2012) and (2013). It was identified that the following years from 2014 to 2020, conservation practices management such as fallow, lie fallow and reforestation reduced the erosion and carbon dioxide emission, which was connected to the changes in vegetation coverage. Throughout this study, it was identified that the land-use changes which foster the protection and conservation of the lands in Morona Santiago province, like coffee and cacao cultivation improve physical and chemical properties of the soil, so that it reduces erosion and global warming. It is recommended to create maps about the land-use changes in Morona Santiago province, including soil and hydrological factors.

Keywords: <GLOBAL WARMING>, <DETERIORATION>, <EROSION>, <CARBON DIOXIDE>, <FALLOW>, <RANCHING>, <EMISSION>.



Firmado electrónicamente por:

**JESSICA
VALENTINA
GALIMBERTI .**

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que más afectan las regiones tropicales es el deterioro de la calidad física del suelo que se expresa en una baja estabilidad estructural que podría conducir a facilitar la separación de las partículas del mismo y reducir de esa manera su resistencia frente al impacto de la gota de lluvia, favoreciendo los procesos erosivos y potenciado por las altas pendientes de la zona, más cuando la cobertura vegetal de bosques ha sido sustituida por cultivos intensivos o praderas (Abad- Auquilla, 2020, p. 68; Novillo et al., 2018, p.177).

A pesar de que es conocido el efecto que tiene los cambios de uso de la tierra en especial sobre la sustitución de bosques por tierras agrícolas, en Ecuador se ha observado un aumento de las tierras agrícola y pastizales en detrimento de las áreas destinadas a bosques (Roldán-Tutivén et al., 2020, p. 1445), la cuantificación de esos cambios es necesaria y se deben estimar las posibles consecuencias en relación al aumento de la temperatura, variación en los regímenes de precipitación, emisiones de CO₂ y aumento de la tasa de erosión (Ardisana et al., 2018, p.90).

En los últimos años la degradación de tierras y el calentamiento global son dos de los problemas ambientales que más preocupan a los encargados de monitorear y preservar los ecosistemas (Rizo et al., 2017, p. 108). Así como de la toma de decisiones para la conservación de los recursos naturales, el calentamiento global producto del crecimiento económico sin control, ha conllevado al cambio en los regímenes de temperatura y precipitación, lo cual es conocido como cambio climático, así mismo esta modificación en el clima de diversas regiones del planeta ha conducido a la degradación de las tierras productivas y con ello aumentando la pobreza y las brechas entre los países más ricos y más pobres (Luna et al., 2017, p. 2).

Para preservar la calidad del suelo, se deben promover tipos de utilización de la tierra (TUTs) menos intensivos que se basen en una mayor incorporación de materia orgánica, la disminución del uso de agroquímicos y el reciclaje de nutrientes (Osoria et al., 2021, p. 34), si se mejora la calidad del suelo, los problemas de contaminación de agua disminuirán y las reservas hídricas en las cuencas hidrográficas aumentaran garantizando agua para la producción agrícola y consumo humano (Del Valle, 2017, p.71), además de que suelos de calidad permiten mejores rendimientos agrícolas y con ello mitigar el hambre en el mundo (Lobo et al., 2016, p.53).

Para poder evaluar el posibles efectos de los cambios de uso de la tierra sobre el aumento de los riesgos de erosión y calentamiento global al reducir la capacidad del suelo para el secuestro de carbono es necesario monitorear como es la evolución de los cambios de uso y el manejo de los mismos (Echavarría, 2020, p. 63), de tal manera de determinar si los mismo han potenciado la degradación del suelo o por el contrario sí los agricultores de una determinada región están tomando medidas para la preservación de los ecosistemas (Bergel, 2020, pp. 196).

Como apoyo para lograr este objetivo existen bases de datos, las cuales son el resultados de mediciones de campo y el empleo de imágenes de satélites, las cuales en Ecuador han sido

empleadas para construir un sistema de información denominado SIPA el cual es de dominio público y el que puede ser utilizado por los usuarios e investigadores para determinar el cambio en uso de la tierra y los potenciales impactos ambientales del mismo, lamentablemente a pesar de que se cuenta con una base de datos sistematizada los investigadores no han sacado máximo provecho de la misma para estudiar el comportamiento del uso de la tierra en cada una de las regiones de Ecuador, con el propósito de cuantificar la magnitud del problema y establecer las estrategias que conlleven a la conservación y recuperación de las tierras degradadas.

Al analizar este sistema de información para el periodo 2012-2020 en la provincia de Morona Santiago se observa una tendencia al aumento de las superficies sembradas con fines agrícolas y pecuarias, particularmente la actividad ganadera, lo cual podría constituir un problema dado que al sustituir el área de bosque se pueden aumentar los riesgos de calentamiento global, debido a la emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), así mismo este problema es potenciado si se considera que parte de la provincia se encuentra dentro de la cuenca amazónica cuyos suelos se caracterizan por ser frágiles y de baja fertilidad cuya sostenibilidad depende del ciclaje de nutrientes proveniente de la descomposición de la materia orgánica, y cuya recuperación una vez degradado tardaría miles de años, porque el impacto del cambio del uso de la tierra podrá tener impactos negativos irreversible sobre la calidad del suelo y agua en la provincia de Morona Santiago (Martínez et al., 2018b, p. 6).

En este sentido el objetivo de esta investigación es describir los cambios de uso de la tierra en la provincia de Morona Santiago para el periodo 2012-2020 con el propósito de estimar si los mismos pueden conducir a problemas de degradación de tierras en particular la erosión de los suelos al existir una menor cobertura vegetal y el aumento de las emisiones de CO₂ que contribuyan al calentamiento global.

Entre los objetivos específicos en este marco investigativo es identificar los riesgos potenciales del calentamiento global asociado a los cambios de uso de la tierra en la provincia de Morona Santiago en el período 2012-2020, a si también determinar los riesgos potenciales de erosión asociados a los cambios de uso de la tierra en la provincia de Morona Santiago 2012-2020 y por último identificar los cambios en el uso de la tierra que promuevan la protección y conservación de los suelos en la provincia de Morona Santiago.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

Este capítulo se divide en dos partes las cuales son necesarias para comprender el tema de investigación en primer lugar algunas bases conceptuales, que consisten en una serie de definiciones básicas sobre los principales temas abordados en la investigación y en segundo lugar unas bases teóricas conformadas por los antecedentes y el desarrollo de algunos de los conceptos abordados, en este sentido a continuación se definen algunas bases conceptuales.

1.1. Bases conceptuales

1.1.1. *Suelo*

Es un cuerpo natural que comprende la capa superficial de la litosfera y está conformado por elementos orgánicos, minerales, líquidos y gaseosos, sobre el cual se desarrolla la vida de las plantas y la actividad de los microorganismos (Zuazagoitia et al., 2021, p.32).

1.1.2. *Tierra*

Constituye la unidad de paisaje donde interviene los diferentes elementos de la geosfera como son el suelo, la atmósfera y la red hidrológica, sobre la cual el hombre realiza sus actividades de asentamiento humano, producción industrial y agrícola (Torres et al., 2009, p. 207).

1.1.3. *Uso de suelo*

Se refiere al propósito para el cual el hombre emplea el suelo, sea con fines urbanos, industrial, agrícola o forestal (Hernández, 2019, p.201).

1.1.4. *Capacidad de uso*

Es el mejor uso que se le puede dar al suelo en función de las cualidades físicas, químicas y biológicas que este posee (Trujillo et al., 2018, p.31).

1.1.5. *Tipos de uso de suelo*

Son las diferentes alternativas de uso que se le puede dar a una unidad de suelo en función de sus

características físicas, química y biológicas (Lázaro y Tur, 2018, p.33).

1.1.6. Manejo de suelo

Son las prácticas de manejo que se adoptan para mejorar las cualidades del suelo con fines productivos (Reyes et al., 2018, p.15).

1.1.7. Uso de la tierra

Se refiere al propósito que le da el hombre a una unidad de paisaje, considerar además del suelo, los elementos hidrológicos, atmosférico y bióticos como la vegetación (Hernández, 2019, p.202).

1.1.8. Tipos de uso de la tierra

Son las diferentes alternativas de uso de la tierra que se le puede dar a una unidad de paisaje, considerando además de los elementos bióticos y abióticos, los factores socioeconómicos que regulan las actividades antrópicas (Morales, et al., 2021, p.2).

Una vez definidas algunas bases conceptuales se procedió a desarrollar la base teórica que incluye además de los referentes históricos el desarrollo de los conceptos previamente definidos.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Experiencias en el uso de base de datos para el estudio de tipo de uso de la tierra

En el país existen algunas experiencias incipientes acerca de la creación y utilización de bases de datos a partir de información edafológica con el fin de contribuir a la toma de decisiones. El estudio de los usos del suelo y su derivación a lo largo del tiempo obedece a gran cantidad de fines: estudios socioeconómicos, medioambientales, sociales, geoestratégicos, de plantación sectorial (Aguirre et al., 2013, p. 9).

El objetivo de crear base de datos y sistema de información es la organización de la misma de tal manera que las instituciones de planificación cuenten con herramientas potentes a la hora de la toma de decisiones.

La sistematización de la información es una manera de crear memoria institucional para que ésta perdure más allá de las personas involucradas y de la propia organización impulsora, la cual, aun cuando desaparezca, deja ordenada su experiencia para conocimiento de otros (Carvajal, 2018, p.43).

La sistematización implica la reconstrucción de una experiencia y, en este sentido, exige que ella

sea descrita con el mayor detalle y objetividad posible. No obstante, esto no es suficiente porque también es fundamental reflexionar y analizar sobre el proceso realizado, que parte de su planteamiento teórico (hipótesis, fundamentación, objetivos, estrategias, metas y recursos empleados) y continúa con sus realizaciones prácticas: cómo los instrumentos teóricos fueron ejecutados, qué capacidades se desarrollaron en el proceso y cuáles fueron los logros más significativos, así como también los errores y fracasos, que son elementos tan o más importantes de aprendizaje como los éxitos.

De la comprensión alcanzada a través del análisis se extraen conclusiones que deben constituirse en la síntesis del proceso y que permitirán establecer comparaciones entre la experiencia sistematizada y otras similares.

En la década de los setenta con el auge de la tecnología informática, aparecieron una serie de programas cuya finalidad era gestionar datos espaciales georreferenciados. En los primeros momentos se necesitaba un potente instrumental para poder trabajar con ellos; pero poco a poco se fueron desarrollando mejoras técnicas que han ido simplificando y popularizando la utilización de este tipo de programas. Algunos autores han llegado a afirmar que los Sistemas de Información Geográfica, son una herramienta tan esencial como en su época fue el uso de mapas (Carrara, 2018, p.45).

1.2.2. Experiencia en el uso de sistematización de información para el monitoreo del uso de la tierra

La sistematización de la información de tierras es una herramienta que se ha venido usando desde hace varias décadas para el desarrollo de nuevas tecnologías en almacenamiento de información y para la organización de la gran información básica de suelo que fue colectada durante la década de los sesenta y setenta (Romero, 2002, p. 445).

El monitoreo de uso de la tierra ha sido empleado para describir los cambios en la cobertura vegetal, que causan erosión, la modificación de los usos de tierra, los cambios en los niveles de recursos hídricos, lo cual permiten comprender las causas de algunos de los problemas medioambientales como el calentamiento global y la degradación de suelos y determinar el papel de la producción agrícola no planificada en la misma (Gasparis y Senisterra, 2016, p.11).

1.2.3. Agricultura y calentamiento global

Las zonas rurales que depende de la agricultura y la ganadería son las áreas más afectadas por el calentamiento global y se estima que las sequías extremas y las inundaciones pueden llevar al desplazamiento forzado de la población, a consecuencia del calentamiento global y el cambio climático, también avanza el proceso de desertificación, por lo que muchas tierras productivas se

pierden , aumentando los niveles de pobreza de los países más pobres ubicados en las zonas tropicales como el norte de África, lo cual crea aún más desigualdades entre los países ricos y aquellos muy pobres (Jabba et al., 2014: pp. 75-100).

1.2.4. Causas del calentamiento global

El fenómeno del cambio climático es la consecuencia final de la acción antrópica que ha conducido a la aceleración de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) los cuales han producido un aumento de la temperatura global, un cambio en el régimen de precipitación lo que ha conducido al cambio de las características de las condiciones climatológicas de una región determinada lo cual trae consecuencias económicas ambientales y sociales severa sobre la población (Hernández, 2020, p. 40).

Conocer las causas del calentamiento global son importantes para el diseño de estrategias que permitan minimizar el avance del mismo en el planeta, si bien estas acciones están orientadas a minimizar el impacto ambiental de las actividades agrícolas, mineras, industriales y de hidrocarburos las cuales son las principales causantes de la emisión de GEI, la idea no es suprimir estas actividades sino que las mismas deben desarrollarse de forma sustentable de tal manera de garantizar un desarrollo económico armónico sin comprometer la calidad del vida en el planeta. (Paterson, 2017, p. 153).

1.2.5. Tipos de calentamiento global:

Tal como sucede con el cambio climático del calentamiento global puede tener dos fuentes de orígenes, la natural y la antrópica (Caballero et al., 2007, p. 3).

Natural: es aquel que ocurre como consecuencia de los cambios de la temperatura producto de los ciclos geológicos y era climáticas de la tierra, no obstante, estos a pesar de estar presentes desde hace miles de años no son suficientes como para realizar cambios climáticos (González, 2003, p.377).

Antrópica: generados por el deterioro de la atmosfera producto de las actividades humanas, como son la quema de combustibles fósiles (Martínez et al., 2018a, p. 43), deforestación de selvas y bosques (Sollund et al., 2019: p. 77), excesivo uso de fertilizantes (Saynes et al., 2019, p. 276) y alta producción de residuos (Severiche y Acevedo, 2013, p. 7) que con llevan a un aumento de las emisiones de los gases de efectos invernadero, los cuales son provocados en su mayoría por las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y de metano (CH₄), productos de las actividades descritas previamente.

1.2.6. Consecuencias del calentamiento global

Desde el punto de vista ambiental algunas de las consecuencias del calentamiento global está en el deshielo de los glaciares y casquetes polares que van a conducir a un aumento del nivel medio del mar, estimulándose a largo plazo un aumento en hasta 25,4 centímetros, el aumento del nivel del mar puede afectar las regiones costeras del mundo desplazando inclusive a algunas regiones cuyos asentamientos humanos se desarrollaron en zonas costeras, además de la pérdida de la biodiversidad, dado que afecta la capacidad de las cuencas para almacenar agua, desmejora la calidad de los suelos, todo como producto del aumento de la erosión (Cavieres et al., 2021: p. 2179).

- ***Pérdida de la biodiversidad***

El mundo por su naturaleza es biodiverso especialmente en las zonas tropicales donde las altas temperaturas favorecen el desarrollo y propagación de especies vegetales y animales siendo las regiones con mayor biodiversidad del planeta la selva amazónica que abarca Brasil, Venezuela, Colombia, Perú, Bolivia, Ecuador, así como otras regiones de Centroamérica como Panamá y Costa Rica (Pérez, 2019, p. 19).

Esta biodiversidad constituye un banco genético para uso farmacéutico y mejoramiento de especies de interés alimenticio, así como abundan las especies vegetales en estos países el rango de adaptabilidad de las mismas es muy bajo y cualquier alteración en el régimen de temperatura, humedad, destrucción del hábitat por desastres naturales, sequías extremas entre otras, va a ocasionar la disminución de la especies vegetales y animales incluso llegando a la extinción, por lo tanto el calentamiento global y el cambio generado por el mismo en los sistemas climáticos llevara a un balance desfavorable para las especies llevando a la pérdida de la biodiversidad (Millaleo, 2019, p.51).

Como se mencionó anteriormente, la pérdida de la biodiversidad afecta la capacidad de las cuencas para almacenar agua, desmejora la calidad de los suelos, todo como producto del aumento de la erosión y el calentamiento global, tal como se describen en la figura 1-1.

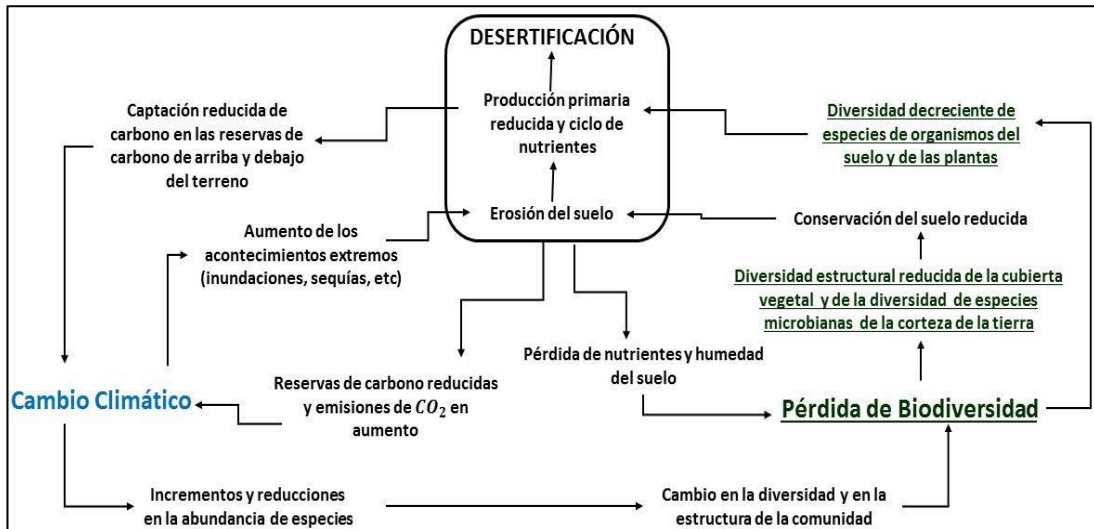


Figura 1-1: Factores ambientales que afectan la biodiversidad

Fuente: MEA, 2005, p. 4.

- *Degradación del suelo*

El suelo es un recurso natural donde se desarrollan las plantas, hacen vida los microorganismos, además de ser el sostén para los asentamientos urbanos, la calidad del suelo se define como su capacidad de servir de hábitat para especies vegetales y animales, actuar como filtro ambiental y regular procesos ecosistémicos como el ciclo del agua y procesos biogeoquímicos, desafortunadamente las actividades mineras y agrícolas han conllevado a una degradación del suelo, la cual se manifiesta en contaminación química por agroquímicos y metales pesados, compactación por el uso de maquinaria, erosión por el desprendimiento del suelo en zonas de pendiente muy inclinadas (Martínez et al., 2017, p. 21).

La degradación de suelos se refiere a la pérdida, desde un punto de vista cuantitativo o cualitativo, de su productividad, a través de varios procesos como la erosión hídrica o eólica, el deterioro de la estructura del suelo, la salinización, la acidificación. Así mismo, la degradación del suelo puede definirse como la alteración del equilibrio existente entre sus constituyentes debido a los cambios experimentados en sus propiedades físicas, químicas, biológicas o bioquímicas, que conducen a la pérdida o disminución de su fertilidad y que disminuye la capacidad actual o futura del suelo para generar, en términos de calidad y cantidad, bienes o servicios (Navarrete, 2011, p. 29).

La reducción de la calidad del suelo conduce a otros problemas, dado que el mismo se interrelaciona con otros procesos y ciclos biogeoquímicos por ejemplo el uso excesivo de agroquímicos no solo afecta al suelo y sus microorganismos, sino que la lixiviación de estos trae como consecuencia la contaminación de los acuíferos y posiblemente problemas de salud pública, por otro lado la contaminación con metales pesados y su posible translocación a las plantas constituye un riesgo potencial de que estos sean consumidos por la población y finalmente la

erosión en las cuencas hidrográficas producto del deterioro de la estructura del suelo, ocasiona la colmatación de los embalses disminuyendo la vida útil de los mismos y reduciendo las reservas de agua (Martínez et al, 2017, p. 41).

1.2.7. *Procesos de degradación del suelo*

Como ya se ha indicado, el factor inicial en los procesos de degradación es, en la mayor parte de los casos, una actuación humana inadecuada, pero hay también factores naturales, tales como la topografía del terreno, el clima, la temperatura, las lluvias, etc., que propician el desarrollo de determinados procesos degradativos. “Estos procesos degradativos se pueden agrupar en función del tipo de degradación que producen, los cuales se pueden visualizar en la figura 2-1 (García, 2013, p. 40).



Figura 2-1: Procesos de degradación del suelo

Fuente: García, 2013, p.40.

En la figura 2-1 se describen algunos de las causas físicas, químicas o biológicas que conllevan a los procesos de degradación de suelos, cuyas causas y consecuencias son detalladas a continuación.

- *Procesos de degradación física*

Causas

- Compactación.
- Formación de horizontes endurecidos: costra caliza, horizonte argílico
- Pérdida de estructura Consecuencia
- Motivados por un régimen hídrico termal adverso: erosión hídrica y eólica.

- *Procesos de degradación química*

Causas

- Contaminación por sales, hidrocarburos, xenobióticos, etc.
- Lateritización (proceso de acumulación de laterita o ferralita, óxido de hierro y alúmina, formando una costra dura e impermeable)

Consecuencias

- Desequilibrio de bases (acidificación o salinización)

- *Procesos de degradación biológica*

Causas

- Cambios de uso de la tierra
- Deforestación
- Incendios forestales Consecuencias
- Degradación de la cubierta vegetal
- Disminución del contenido de materia orgánica
- Reducción de la macro y microfauna
- Aumento de las uniones de patógenos activos al suelo.

Estos procesos pueden ocurrir de manera simultánea, puesto que unos pueden inducir a otros, o simplemente estar sometidos a diferentes factores de degradación. La conjunción de varios procesos en un mismo suelo, intensifica mucho más la pérdida de calidad del mismo (García, 2013, p. 41).

1.2.8. Magnitud de la problemática de la degradación del suelo

En los últimos años la degradación del suelo está aumentando en severidad y extensión en muchas partes del mundo, con más del 20 por ciento de las tierras agrícolas afectadas, el 30 por ciento de los bosques y el 10 por ciento de los pastizales (Galeas et al., 2020, p.23). La degradación del suelo tiene también importantes implicaciones para la mitigación y la adaptación al cambio climático, ya que la pérdida de biomasa y de materia orgánica del suelo desprende carbono a la atmósfera y afecta a la calidad del suelo y a su capacidad de mantener el agua y los nutrientes (Ortiz, 2012, p.9). Actualmente los problemas de degradación y desertificación de suelos es uno de los más graves problemas de nuestro mundo debido a su aumento constante, sobre todo en las regiones secas (áridas, semiáridas y sub-húmedas secas) las cuales constituyen un tercio de los suelos del mundo y se encuentran distribuidas en todos los continentes (Molina y Lozano, 2016, p.117). África tiene 37% de zonas áridas, Asia 33% y Australia 14%. También existen zonas áridas en América y el sur de

Europa, zonas donde los suelos se caracterizan por ser especialmente frágiles, poseer una vegetación escasa, y el clima especialmente adverso, es donde ocurre el fenómeno de desertificación. “Alrededor del 70% de los 5,2 billones de hectáreas de los suelos de las regiones secas del mundo están ya degradados, lo que significa que la desertificación afecta al 30% del total de los suelos a nivel mundial, cuyas causas y consecuencias, se describen en la tabla 1-1 (Ruiz y Febles, 2004, pp. 5-6).

Tabla 1-1: Alcances y causas de la degradación de tierras a nivel mundial

Causa	Alcance de la Degradación
Deforestación de bosques y selvas: se han degradado extensas reservas de árboles a causa de la tala y el desmonte a gran escala para uso agrícola y urbano. Se destruyeron más de 220 millones de hectáreas de bosques tropicales entre el periodo comprendido (1975-1990), principalmente para la agricultura y la producción alimentaria.	585 millones de ha
Pastoreo excesivo: se ha deteriorado cerca del 22% de las pasturas y pastizales en el planeta. Las pérdidas recientes han sido en los continentes africano y asiático.	685 millones de ha
Consumo de leña: se obtienen alrededor de 1,720 millones de m ³ de leña en bosques y plantaciones por año. La leña constituye la principal fuente de suministro de energía en muchas regiones.	138 millones de ha
Régimen agrícola deficiente: la erosión hídrica causa pérdidas de superficie de suelo que se calculan en 26,000 millones de toneladas por año. La salinización y la disolución del suelo afectan a cerca de 45 millones de hectáreas en el mundo.	555 millones de ha

Fuente: Ruiz y Febles, 2004, pp. 5-6.

Realizado por: Llor, Xavier, 2021.

Para preservar la calidad del suelo, se deben promover tipos de utilización d la tierra (TUTs) menos intensivos que se basen en una mayor incorporación de materia orgánica, la disminución del uso de agroquímicos y el reciclaje de nutrientes, si se mejora la calidad del suelo, los problemas de contaminación de agua disminuirán y las reservas hídricas en las cuencas hidrográficas aumentaran garantizando agua para la producción agrícola y consumo humano, además de que suelos de calidad permiten mejores rendimientos agrícolas y con ello mitigar el hambre en el mundo (Llanes et al., 2020, p. 57).

1.2.9. Manejo sustentable de los RRNN con respecto al uso del suelo

El suelo como recurso natural es soporte para el desarrollo de la humanidad y generador de ingresos de los países, siendo las principales funciones del suelo: ser el soporte para la actividad agrícola y forestal, actuar como filtro ambiental, impidiendo el flujo de contaminantes al subsuelo, translocación a plantas y acuíferos y regular el flujo de agua, para el mantenimiento del ciclo hidrológico, su un suelo goza de buena salud, quiere decir que se ha manejado racionalmente y es capaz de cumplir esas funciones (Burbano, 2016, p. 117).

Dado su importancia el uso racional es imprescindible para la salud de los ecosistemas, no obstante la presión que ejerce el continuo crecimiento demográfica y las actividades antrópicas para garantizar el desarrollo industrial económico y el suministro de agua y alimentos, inciden de manera negativa y acelerada en la degradación de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, con las implicaciones negativas que ello conlleva en el ámbito social y económico, tales como la reducción de productividad, pérdida de ingresos, desplazamiento poblacional e incremento de posibilidades a conflictos socio políticos (Borrás, 2017, p. 86), tal como se ilustra en la figura 3, “donde se observa la contaminación de suelos y agua por el vertido de agroquímicos” (Aula fácil, 2021, p.2).

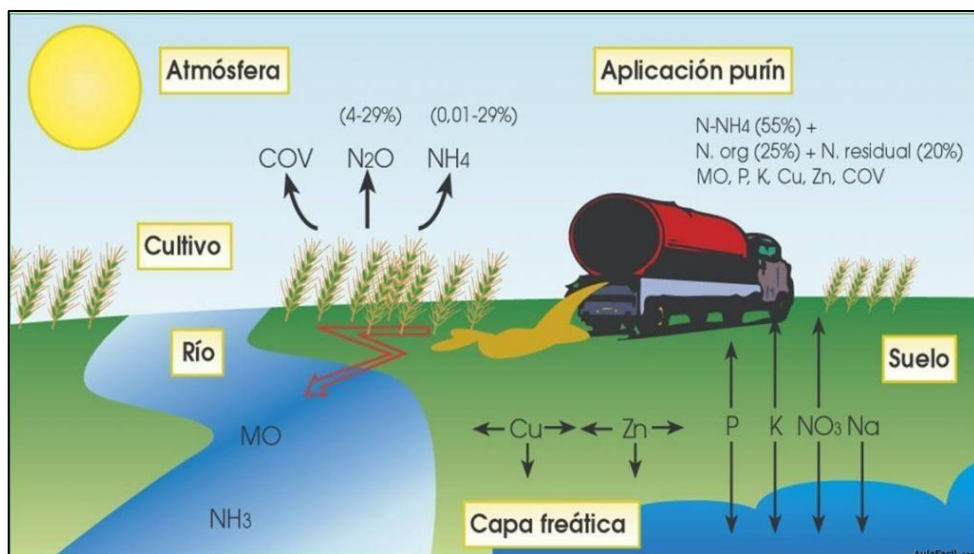


Figura 3-1: Ejemplo de degradación química del suelo y efectos ambientales

Fuente: Aula fácil, 2021, p.2.

En este sentido, los sistemas de manejo de suelo, y a fin de evitar lo antes expuesto en relación a la degradación de los mismos, establecen prácticas para el uso eficiente y sustentable de la tierra en función de determinadas especies vegetales, lo que conlleva a revertir las consecuencias negativas antes mencionadas. Estas prácticas incluyen manejos de cobertura, la biodiversidad y rotación de cultivos, prácticas de fertilización y sistemas de labranza y riego, todo ello orientado a una

producción sustentable (Delgado., 2020, p.128).

En el caso de los pequeños agricultores las estrategias suponen sistemas agrícolas a pequeña escala y tradicionales, respetuosos del medio ambiente y sustentables, fundamentados en el uso de los recursos localmente disponibles y del conocimiento ancestral de los agricultores, proporcionándoles apoyo tecnológico, de tal manera de reducir la pobreza beneficiando a las comunidades rurales. En este sentido s característico de los pequeños productores la presencia de sistemas con rotación de cultivos, como el ilustrado en la figura 4, en donde “la productividad es mayor por unidad de área productiva que bajo esquemas basados en el monocultivo, a la vez que suelen ser más respetuosos con el ecosistema, cuyas ventajas son el rompimiento de ciclos de plagas enfermedades, el mejoramiento de la estructura del suelo, el aporte de nitrógeno y el ahorro de agua” (EOS Data Analytics, 2020, p.2).



Figura 4-1: Rotación de cultivos para el mejoramiento de la calidad del suelo

Fuente: EOS Data Analytics, 2020, p.2.

En el manejo sustentable de los RRNN específicamente en el caso del suelo, resulta imperioso que la producción agrícola incluya métodos de manejo de los agroecosistemas que permitan un aumento de la biodiversidad, tales como cultivos asociados, en rotación y agroforestería. Es un hecho comprobado que los suelos con elevados contenidos de materia orgánica (MO) y elevada actividad biológica son generalmente más fértiles, al igual que está comprobado que aquellas prácticas que generan desbalances nutricionales suelen reducir la resistencia a las plagas que atacan los cultivos, las ventajas de los sistemas de cultivos asociados, mixtos y agroforestales se expresan a continuación (Gambín, 2021, p.8).

Recuperación y utilización de áreas

Uno de los aspectos que más preocupa luego de la degradación ambiental, en ese caso del suelo es como se pueden recuperar las áreas degradadas, en este sentido es indispensable manejar el termino denominado restauración ecológica, el cual hace mención al proceso de modificar de manera deliberada un lugar con la finalidad de que en este se reestablezca un ecosistema, a sus condiciones iniciales es decir, es un proceso mediante el cual se modifica el espacio perturbado a fin de activar su capacidad de resiliencia, la cual se define como la capacidad del medio para volver a sus condiciones iniciales) recuperando su interés y valor natural y socioeconómico, es que cobra importancia la identificación de aquellos usos de la tierra que conduce a su degradación como aquellos que permiten la recuperación de los ecosistemas (Ceccon y Gómez, 2018, p. 680).

La restauración ecológica, por tanto, radica en restituir a un espacio degradado sus valores en términos ecológicos y funcionalidad socioeconómica, actuando sobre la causa que dio origen a la degradación permitiendo de esta manera la recuperación de la resiliencia del medio. No existen métodos ni modelos específicos para la consecución del objetivo planteado anteriormente, pero sí estrategias y mecanismos de actuación para lograr la rescatar un espacio, las cuales se deben ajustar a las características y problemáticas específicas del mismo, resultando que la capacidad de restauración estará en función del estado del ecosistema previa y posteriormente a la degradación de la que fue producto y de las características del daño ocasionado (Silva et al., 2021, p. 2266).

Para elaborar las bases teóricas es necesario detectar, obtener y consultar la literatura (documentos) pertinente para el problema de investigación, así como extraer y recopilar la información de interés, no obstante, el análisis de series de datos en especial de uso de la tierra, ayudaría a la identificación de aquellos usos de la tierra que conduce a su degradación como aquellos que permitan la recuperación de los ecosistemas, tal como fue señalado en párrafos previos y lo cual constituye el eje central de esta investigación, por lo cual es necesario dejar claro algunas bases conceptuales.

1.2.10. Tipos de utilización de la tierra

La utilización de la tierra está definida por las actividades de la población para producir, modificar o conservar determinada cobertura del mismo. Entre las actividades están: las explotaciones agrícolas, pecuarias, forestales, usos urbanos y recreacionales, para definir si un suelo es apto para un uso determinado se usa el concepto de capacidad de uso de los suelos no es más que una clasificación de carácter técnico fundamentada en los efectos del clima y las características propias del suelo, en la cual se agrupan los suelos existentes en virtud de sus capacidades de uso, permitiendo indicar su adaptabilidad a determinados cultivos, así como señalar las adversidades

y peligros que se pueden presentar por su uso (Ardisana et al., 2018, p.90).

Igualmente se fundamenta en la capacidad productiva del suelo y sus limitaciones., este concepto surgió en área agrícola, pero con los sistemas de evaluación de tierra desarrollados por la FAO y esquemas análogos como los análisis de sensibilidad ambiental, sus principios han sido extrapolados al área ambiental (FAO, 1997, p.40).

Esta clasificación resulta importante ya que muestra y permite la ubicación de una manera práctica, sencilla y concreta de las posibilidades, potencialidades y restricciones de un suelo, tanto para las actividades agrícolas, ganaderas o forestales, bien sea en condiciones de riego o de secano. Así mismo otras herramientas como los estudios de impacto ambiental y los análisis de sensibilidad ambiental pueden evaluar el riesgo de un determinado uso sobre la calidad del suelo (Márquez, 2013, p. 78).

Por ejemplo, dado que según el sistema más usado de “clasificación de tierra I, II y III son de uso intensivos ambientalmente estos serán más sensibles a la erosión, mientras que los usos VII y VIII que son recomendados a bosques serán menos sensibles al hacer el análisis ambiental a la erosión por la cobertura que se le da al suelo” (Márquez, 2013, p. 86), como se describe en la tabla 2-1.

Tabla 2-1: Tipos de uso de la tierra y sensibilidad ambiental

Clasificación de clase de tierra	Sensibilidad
I, II, III	Alta
IV, V, VI	Moderada
VII, VIII	Baja

Fuente: Márquez, 2013, p. 86.

Realizado por: Loo, Xavier, 2021.

Si se considera esta clasificación basada en lo establecida por Márquez (2013, p. 86) y que está contenido en el procedimiento de clasificación de suelos por capacidad de uso de la USDA los tipos de uso de la tierra se pueden clasificar en:

- **Uso agrícola:** son aquellas con pocas limitaciones químicas y de relieve, las cuales pueden ser empleadas para la producción de hortalizas, cereales y frutales con pocas restricciones y con la máxima productividad, lo cual incluye las clases de tierra de la I a la III de acuerdo a las limitaciones consideradas en el sistema de clasificación (Márquez, 2013, p. 86).
- **Uso Pecuario:** ya cuando las tierras presentan limitaciones físicas que restringen a infiltración de agua, químicas que afectan su fertilidad o de relieve que ponen en riesgo la calidad del suelo y favorecen los procesos erosivos, que además repercuten en el que el manejo de suelo pueda hacerse de manera intensiva, limitando su productividad, los usos recomendados son de tipo pecuario, siempre y cuando se considere el manejo sostenible de pastizales como baja carga

animal y la rotación de potrero y esto incluí las clases desde la IV a la VI (Márquez, 2013, p. 86).

- **Uso forestal y de conservación:** cuando los suelos presentan severas limitaciones de pendiente y cuyos riesgos de erosión compromete la estabilidad de las cuencas hidrográficas, para suministrar agua, existen riesgos de desastres naturales, el mejor uso que se les puede dar es la conservación mediante la siembra de especies forestales que le brinden al suelo protección frente el impacto a la gota de lluvia, este uso podría permitir una forma de producción regulada, pero en casos extremos se clasifican como clase VII, en este caso su uso se limita a parques nacionales, donde la mayoría de las actividades están reguladas mediante la creación de instrumentos legales (Márquez, 2013, p. 86). Además de estos usos en las zonas con restricciones para el uso agrícola se han dado otros tipos de uso los cuales pueden ser sostenible y si bien no son considerados en lo usos que evalúa la USDA si los considera la FAO (1997, p.40), como son:
 - **Agroturismo:** se refiere a unidades de tierra que debido a la naturaleza del paisaje y el interés turístico a pesar de sus limitaciones permiten una explotación agrícola conservacionista en muchos casos asociados a cultivos del café, cacao o forestales. Combinados con atracciones de entretenimiento que fomenta la visita de las familias (FAO, 1997, p.40). Además de estos usos es importante considerar dos usos que pueden causar conflictos de uso y si bien no son analizados en la mayoría de las evaluaciones agrícolas es importantes considerar en las evaluaciones ambientales como son:
 - **Uso urbano:** son unidades de tierra que son destinadas a desarrollos urbanísticos particularmente en tierras cercanas a la periferia de las ciudades y que muchas veces crean conflictos por su cambio de uso, debido a que muchas veces podrían ser agrícola o por que compiten por la utilización de recursos como el suelo y agua, además de ser un factor de perturbación, porque genera desechos sólidos y urbanos que pueden ser altamente contaminantes (Apaolaza y Venturini, 2021, p.3).
 - **Uso industrial:** son tierras que por su atractivo por la presencia de algún recurso mineral o hidrocarburo son destinadas a la explotación minera o incluso a la producción industrial y en ese último caso a pesar de que puede ser restringida se ubican en tierras marginales para la producción agrícola, la gran cantidad de residuos sólidos y líquidos, sin tratamiento previo pueden comprometer la calidad de las tierras productivas, así como del recurso hídrico (Karlín et al., 2019, p. 196).

1.2.11. Ordenamiento territorial

El territorio, desde la perspectiva de la relación sociedad-naturaleza, puede definirse como aquel espacio en el que se llevan a cabo interacciones entre los subsistemas naturales, construidos y

sociales, que forman parte del medio ambiente nacional, regional o local, implicando una complementariedad entre lo que reconoce conceptualmente por territorio y medio ambiente. Es decir, el territorio no es sólo el espacio físico donde se desarrollan los seres vivos y están implicados los recursos naturales, sino que también involucra la actividad del hombre como ente que modifica dicho espacio (Calderón y Frey, 2017, p. 241).

El ordenamiento por su parte, es la acción que conlleva el colocar las cosas en un sitio considerado el adecuado. Por tanto, el término ordenamiento territorial puede ser entendido como la disposición correcta de los componentes del territorio y la interacción que en ellos se da. Desde un punto de vista más formalmente, se puede explicar cómo el instrumento de planificación y gestión del territorio de carácter progresivo y flexible, con la intención de obtener una organización política organizativa del Estado a fin de facilitar el desarrollo institucional y territorial, bajo los preceptos del desarrollo económico competitivo, socialmente equitativo ambientalmente sostenible (Benabent y Vivanco, 2019, p. 135).

El ordenamiento territorial, como parte de las políticas e instrumentos del desarrollo territorial, ha cobrado importancia en los países de la región, y en este aspecto se destaca que: 33 países de la región han desarrollado leyes, políticas y/o planes de ordenamiento territorial, en donde se cuenta con 19 mecanismos de articulación entre la planificación sectorial y territorial de esos 33 países, y 70 instrumentos de Ordenamiento Territorial, para que estos instrumentos sean aplicables es necesario describir adecuadamente el uso de la tierra, así como su cambio, para lo cual es importante el uso de base de datos y sistemas de información.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico, constituye la etapa de la investigación donde se hace la planificación de cada una de las etapas que se deben cumplir para lograr alcanzar los objetivos planteados, para poder determinar si la hipótesis que surgió del problema que se desea resolver con el estudio se ha comprobado o no, en esta etapa se hace énfasis en la descripción de los procedimientos, de la población que fue objeto de estudio, si como los recursos que se requieren para poder recolectar, procesar y analizar la información, bien sea desde el punto de vista cualitativo o cuantitativo (Hernández-Samperi et al., 2014, p.27).

2.1. Tipo de Investigación

El método de investigación fue mixto ya que involucra el aspecto cuantitativo y cualitativo, dado que la misma se basó en el análisis de datos del periodo 2012-2020 de la provincia Morona Santiago, obtenidos de la página web del Ministerio de Agricultura, según el objetivo a investigación fue aplicada en el campo de la evaluación de impacto ambiental producto del cambio del uso de la tierra según el nivel de profundización en el objeto de estudio fue de tipo correlacionada y descriptiva (Cauas, 2015, p.2), dado que se describieron los cambios en los tipos de uso de la tierra como un estudio base para analizar las posibles consecuencias sobre los problemas de degradación ambiental.

Según la manipulación de variables se realizó un estudio no experimental y según el tipo de inferencia fue deductivo (Cairampoma, 2015, p. 2), dado que ese estudio la posible degradación de los suelos a causa de los cambios en el patrón de uso de la tierra, esto llevó a que la investigación consideró elementos de paradigma interpretativo, dado que la misma no se quedó en describir como es el cambio de los uso de la tierra durante el periodo evaluado, sino que interpreto cuales fueron las causas de los cambios producto del manejo antrópico de los suelos y las posibles consecuencias desde el punto de vista medio ambiental.

2.2. Operacionalización de la investigación

El primer paso fue seleccionar el objeto de estudio, que en este caso fue la provincia de Morona Santiago, cuya selección obedeció a que está ubicada en la zona de influencia de la cuenca amazónica y dado el predominio de la actividad agrícola, puede afectar la calidad del suelo, el segundo paso fue decir que variables seleccionar, en este sentido se seleccionó el cambio de uso de la tierra expresada en la superficie bajo uso, y fue establecido el periodo 2012-2020 para delimitar

el estudio.

Este lapso se seleccionó para cumplir con el tercer paso que fue a recolección de la información, para lo cual se consultó el sistema de información de Ministerio de Agricultura del Ecuador y dado que para esta provincia se tiene registro para estos años se trabajó con esos datos, posteriormente se organizó la información en base de datos Excel y se procedió a la realización de las respectivas gráficas, utilizando el programa SigmaPlot5, para los datos correspondientes a la superficie bajo uso de bosque, pastos nativos, pastos introducidos, cultivos perennes y uso bajo descanso, para poder establecer las consecuencias del cambio de uso se estimó mediante ecuaciones en trabajos de investigación en la zona las emisiones de CO₂ en Ecuador y la tasa de emisión y se correlacionaron con los cambios observados en el tipo de uso de la tierra, finalmente se interpretó la información y se establecieron las conclusiones y recomendaciones que dieron lugar.

2.3. Ubicación de la zona de estudio

La investigación abarcó el análisis de uso de la tierra y algunos parámetros de clima correspondiente a la provincia de Morona Santiago (figura 5), la cual de acuerdo con (Martínez et al., 2018b, p. 6), “la provincia de Morona-Santiago es una región que se caracteriza por tener un clima húmedo tropical, a causa de una alta precipitación (figura 6), durante todo el año” (Datosmundial.com, 2021, p.1).

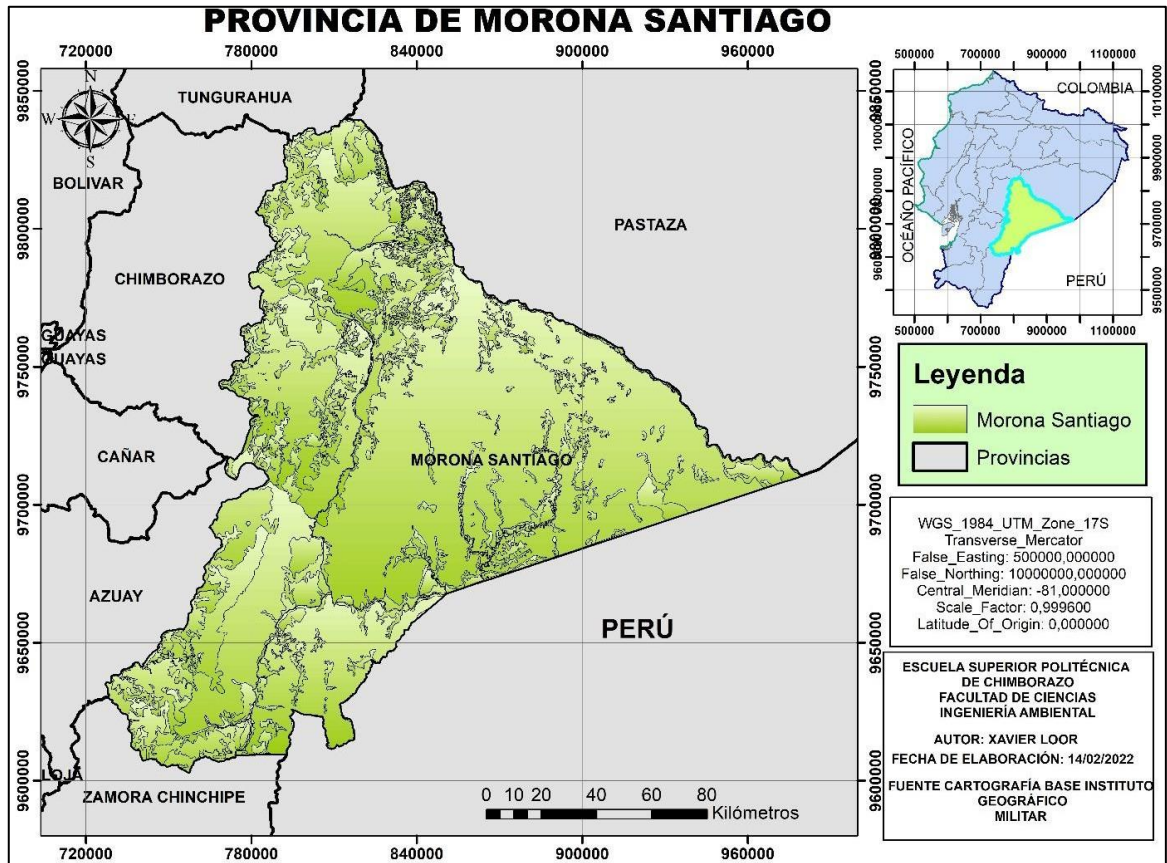


Figura 1-2: Ámbito de estudio que abarca la investigación

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

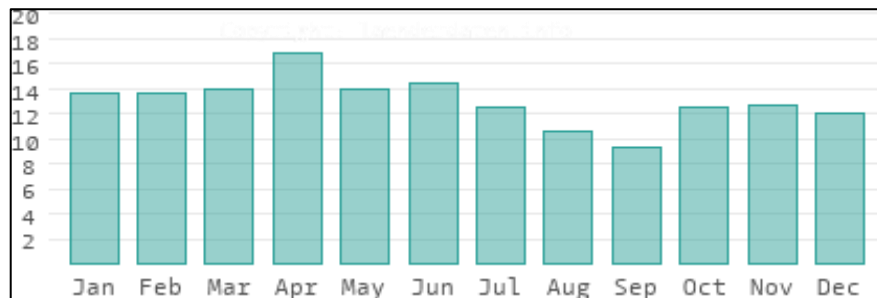


Gráfico 1-2: Días de lluvia en provincia Morona Santiago

Fuente: Datosmudial.com, 2021, p.1.

Con relación su temperatura media anual es de 22° C como se observa en la figura 7 y con una humedad relativa del 91 %. “En el área de estudio se observó una disminución de la temperatura en 0,1° C aproximadamente por cada 100 m de incremento en altitud. Esto responde a varios factores como son: topografía, altitud, hora del día y época del año. Es en los meses entre septiembre y febrero que se presenta las mayores temperaturas” (Datosmudial.com, 2021, p.1).

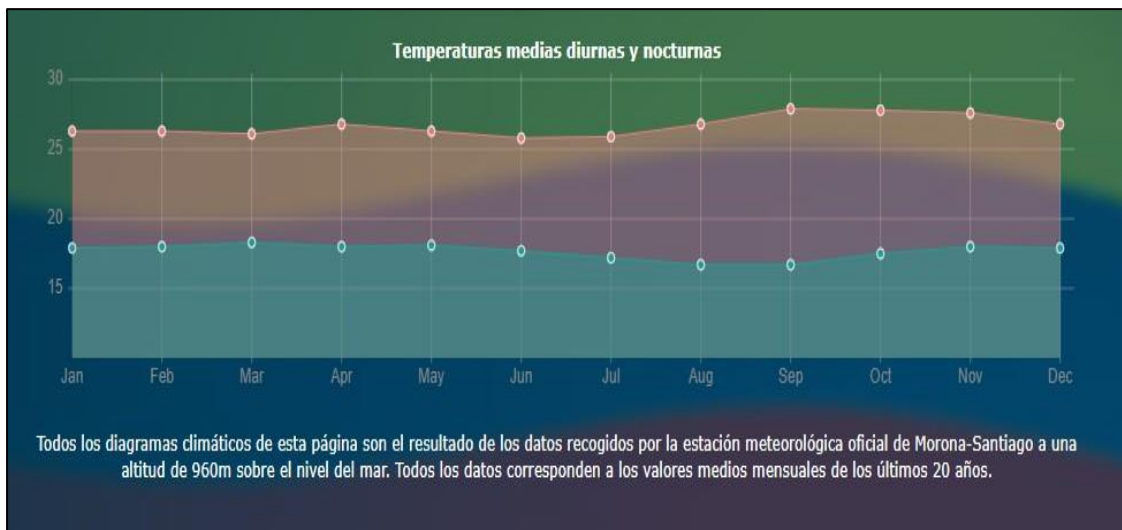


Gráfico 2-2: Distribución de temperatura provincia Morona Santiago

Fuente: Datosmundial.com, 2021, p.1.

La razón de seleccionar esta provincia es por su importancia para la producción agropecuaria de Ecuador y porque está ubicada en una zona de alta fragilidad ecológica, como la cuenca amazónica, donde los cambios de uso pueden conllevar al deterioro progresivo de los recursos naturales, por lo que se requiere un monitoreo constante de los mismos (Bravo et al., 2017, p. 35).

2.4. Descripción de suelos de Morona Santiago

Con relación a los suelos característicos de la provincia de Morona-Santiago, estos se caracterizan por ser suelos aluminio-ferrosos, con problemas de drenaje, escaso contenido de calcio y nitrógeno y muy baja capacidad de intercambio de cationes (CIC). En cuanto a su clasificación taxonómica son suelos pertenecen al orden Inceptisol, suborden Andept, gran grupo: Hydrandept y Dystrandept, encontrándose en un menor porcentaje suelos del orden Mollisol, suborden Ustoll, gran grupo Durustoll. Con referencia a su uso, en mayor porcentaje es de bosque nativo, bajo diferente grado de intervención, bosque secundario, uso agropecuario, donde existe un sistema mixto de uso con cultivos perennes y de ciclo corto; suelo rotativo (sin cobertura en reposo), pastos (mayormente introducidas) y vegetación herbácea, en sitios con problemas de deslave (Martínez et al, 2018b, p. 7).

De manera más específica los suelos de la provincia pueden describirse de acuerdo con Díaz (2018, p. 36) “en función del material parental, características, limitaciones, uso y manejo, tal como se observan en la siguiente tabla 3-2”.

Tabla 3-2: Características generales de suelos de Morona Santiago

Material Parental	Características	Limitaciones	Uso y manejo
Rocas volcánicas y metamórficas, tobas y cenizas inestables	Sueltos sobre sustratos inclinados e inestables limosos de color negro pardo amarillentos o rojos	Fertilidad baja con aluminio tóxico, arcillosos y lixiviados	Protección integral, reforestación, uso agropecuario muy restringido. Sistemas agroforestales y vida silvestre con chacras indígenas

Fuente: Díaz, 2018, p. 36.

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

2.5. Recolección de la información

La investigación abarcó todos los cantones de la provincia Morona Santiago del Ecuador, las cuales han sufrido cambios en el uso de la tierra que han sido reportado por el Ministerio de Agricultura desde 2012, usando como base de datos los datos correspondientes la forma de uso de la tierra durante el periodo comprendido entre el 2012 y el 2021, los cuales se usaron para explicar el comportamiento y estimar problemas agroambientales como el calentamiento global y erosión.

Los datos usados fueron los suministrados por el Ministerio de Agricultura del Ecuador para el periodo comprendido entre 2012-2021, la base de datos fue consultada en <https://www.agricultura.gob.ec/sipa/>, la información usada correspondió a datos anuales, de cifras agro-productivas de hectáreas en uso bajo: bosque y montes; pastizales naturales, cultivos permanentes; pastos nativos, barbecho, paramo y descanso.

Aunque se recomienda trabajar con base de datos de 10 años, en esta investigación no fue posible porque la información está disponible desde el año 2012. Los tipos de uso de la tierra seleccionados fueron aquellos que están correlacionados y cuyos antecedentes se relacionan a los cambios que pueden ocurrir en algunos procesos de degradación medio ambiental como son el calentamiento global por las emisiones de CO₂ y el aumento de las pérdidas de suelo o erosión.

Los datos fueron transcritos a Excel debido a que permite el almacenamiento y manejo de la información, la expresión de los resultados en forma gráfica se hizo utilizando el programa SigmaPlot y la extrapolación de la información se realizó utilizando el paquete estadístico Infostat para la ejecución de los procedimientos, en este caso se va trabajó con análisis de correlación.

Adicionalmente durante este periodo se consultaron datos de precipitación y temperatura correspondientes al servicio de meteorología del Ecuador.

2.6. Tamaño de la muestra

La muestra analizar comprenden todos los cantones de la provincia de Morona Santiago, que si bien el universo total abarca una superficie de 24059 Km² para el estudio solo se consideraron los datos de uso agrícola o bosques, descartando aquellos usos de tipo urbano, minero o industrial, en este sentido la muestra corresponde a los tipos de uso de la tierra evaluado, que corresponden a 8122 km² lo que equivale al 33,75 % de la superficie bajo uso de la tierra de la provincia, incluyendo todos los cantones (MAG, 2021).

2.7. Parámetros para analizar

Los parámetros que se analizaron fueron los referentes a superficie bajo bosque, superficies sembradas con pastizales, número de Has bajo prácticos de conservación como descanso y cultivos permanentes, estimación de CO₂ emitido en base a tasa de pérdida de cobertura, estimación de erosión en base a cambios en cobertura, porcentaje de cobertura vegetal perdida, tasa de aumento de temperatura y tasa de reducción de precipitación.

- *Superficie bajo bosque:* se requiere a aquellas tierras registradas en el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA) donde el uso dominante fue vegetación natural de tipo forestal, cuyos datos se tomaron del sistema de información y expresados en hectáreas sembradas para cada uno de los años de evaluación (MAG, 2021).
- *Superficie bajo pastos nativos:* se refiere a aquellas tierras registradas en el SIPA donde el uso dominante fueron especies herbáceas usadas para la alimentación animal, pero que en este caso trata de gramíneas autóctonas de la zona, cuyos datos se tomaron del sistema de información y expresados en hectáreas sembradas para cada uno de los años de evaluación (MAG, 2021).
- *Superficie bajo pastos introducidos:* se refiere a aquellas tierras registradas en el SIPA donde el uso dominante fueron especies herbáceas usadas para la alimentación animal, pero que en este caso se trata de gramíneas introducidas en la zona y bajo manejo agronómico intensivo semi—intensivo, cuyos datos se tomaron del sistema de información y expresados en hectáreas sembradas para cada uno de los años de evaluación (MAG, 2021).
- *Superficie de Cultivos perennes:* se requiere a aquellas tierras registradas en el SIPA donde el uso dominante fueron cultivos como café y cacao, que ofrecen cobertura permanente al suelo, cuyos datos se tomaron del sistema de información y expresados en hectáreas sembradas para cada uno de los años de evaluación (MAG, 2021).
- *Superficie de descanso:* se requiere a aquellas tierras registradas en el SIPA donde no se llevan a cabo ninguna practica agronómica, con el propósito de recuperar la calidad del suelo, cuyos

datos fueron tomados del sistema de información y expresados en hectáreas sembradas para cada uno de los años de evaluación (MAG, 2021).

- *Superficie de Cultivos en barbecho*: son aquellas tierras registradas en el SIPA donde, no se llevan a cabo ninguna practica agronómica, con el propósito de recuperar la calidad del suelo, pero durante el tiempo de descanso se sembraron especies de gramíneas para mejorar la estructura del suelo o leguminosas para aumentar el contenido de nitrógeno. Estos datos fueron tomados del sistema de información y expresados en hectáreas sembradas para cada uno de los años de evaluación (MAG, 2021).
- *Estimación de erosión*: se estimaron las pérdidas de suelo expresada en tonelada por año y dado la dificultad para la medición directa, la misma se realizaron usando ecuaciones previamente establecidas, como es la ecuación universal de pérdidas de suelo (erosión: $R*K*L*S*C*P$), donde R es el factor que estima la erosividad de la lluvia, K, la erosionabilidad del suelo, S determina la gradiente de la pendiente L la longitud de la pendiente, P el manejo de suelo y C la cobertura vegetal, con esta ecuación se calculó la pérdida de suelo en condiciones edafoclimáticas, cobertura y manejo similares a las de la provincia Morona-Santiago (Rodríguez et al., 2009, p. 161), aplicando esta ecuación se estimó que las pérdidas de suelo en un bosque cuyas condiciones edafoclimáticas son similares a la de Morona-Santiago, el área una vez deforestada genera una perdidas de suelo de 2,61 Mg/ha/año, el cual fue el coeficiente usado para estimar la pérdida de suelo la provincia (ecuación 1).

$$\text{Erosión estimada} = 2,61 \text{ Mg ha}^{-1} \times \text{superficies deforestadas (ha)} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Entendiendo como superficie deforestada cuando la superficie de bosque fue menor al promedio de los 8 años considerados en la investigación. La tasa de erosión por superficie deforestada (ha), se correlacionó con la variable superficie de bosque y la superficie bajo pasto, para explicar las causas de la misma, empleando el paquete estadístico infostat.

- *Estimación de CO₂*: se estimó la producción de CO₂ a la atmosfera expresada en tonelada por año y dado la dificultad para la medición directa se estimaron usando ecuaciones previamente establecidas, la cual se describe a continuación:
- *CO₂ Estimado*: Para la aplicación de la ecuación el coeficiente usado (34, 27), se obtiene partiendo de la premisa de que una hectárea de bosque tropical contiene 34,27 Mg de CO₂ (Aguirre et al., 2018, p. 940), asumiendo que es el C que pueden almacenar especies arbóreas con hábitos de crecimiento similar a las predominante en la provincia de Morona-Santiago, mientras que se consideraron como hectáreas (ha) deforestadas (Ecuación 1), cuando la superficie de bosque fue menor al promedio de los 8 años considerados en la investigación.

$$\text{CO}_2 \text{ estimado} = 34,27 \text{ Mg de CO}_2 \times \text{superficies deforestadas (ha)} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Para explicar las causas de las emisiones esta variable se correlacionó con la superficie de bosque y la superficie bajo pasto empleando el paquete estadístico infostat y para estimar las consecuencias se correlacionó este parámetro con la temperatura promedio anual y la

precipitación promedio mensual.

- *Aumento de temperatura:* se evaluaron los registros climáticos correspondientes a la provincia Morona Santiago para observar si existe cambios en la temperatura promedio mensual, el cual fue expresado en grados centígrados. Para estudiar el patrón en el comportamiento de la temperatura se usaron herramientas estadísticas de análisis de regresión lineal que consisten en el estudio de la dependencia de una variable respecto a otra variable independiente o explicativa, mediante una función de tipo lineal (Gujarati y Porter, 2010: pp. 566-580). Para identificar tendencias crecientes o decrecientes en el total de la serie de tiempo, se utilizó regresión lineal, cuya pendiente (positiva o negativa) suministró información de dicha tendencia, para conocer las causas del aumento de la temperatura, esta variable se correlacionó con las emisiones de CO₂ como consecuencia de la deforestación (Vilchis y Garrocho, 2018, p.145).
- *Reducción de precipitación:* se evaluaron los registros climáticos correspondientes a la provincia Morona Santiago, con el propósito de observar si ocurrieron cambios en la precipitación promedio mensual, el cual fue expresado en mm de lluvia anual que dan una aproximación de los riesgos de sequía en la zona (Morote et al., 2021, 303), al igual que como se explicó para el caso de temperatura con los datos de precipitación para la serie de tiempo analizada se usaron herramientas estadísticas de análisis de regresión lineal, el cual consistió en el estudio de la dependencia de una variable respecto a otra variable independiente o explicativa, para conocer las causas de la reducción o aumento de la precipitación, esta variable se correlacionó con las superficie bajo bosque o pasto (Layza y Gonzales, 2018, p. 19). Para el análisis de los registros de precipitación y temperatura, los datos fueron obtenidos de las estaciones climatológicas ubicadas en la provincia de Morona Santiago y que corresponden a una serie histórica de 20 años, incluyendo los años considerados en el estudio, las ubicaciones de las estaciones consideradas se señalan en la tabla 4-2.

Tabla 4-2: Estaciones climatológicas ubicadas en la provincia de Morona Santiago

Código	Ubicación	Altitud	Ubicación
M008	Puyo	956	Latitud: -1,505580 m, longitud: -77,958283 m
M0189	Gualaquiza	548	Latitud: -3.423099m, Longitud: -78.5670012 m

Fuente: INAMHI, 2021

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

2.8. Análisis estadístico

Se realizó una estadística descriptiva para observar los cambios en cada uno de los usos de tierra evaluada en esta investigación y dado que se estimó la erosión y emisión de CO₂ se correlacionó esta variable con los cambios en la cobertura de bosque y aumento del área bajo pastura, así mismo

se correlacionaron los cambios en la cobertura vegetal producto de la tierra con parámetros climáticos como temperatura y precipitación, la correlación se realizó usando el método de Pearson, el cual mide asociación entre dos variables numéricas, específicamente evalúa la tendencia (creciente o decreciente) en los datos (Laguna, 2014, p.3).

Aunque la correlación involucra un procedimiento matemático que incluye: el cálculo de la media de la muestra, la distancia de cada punto muestral con respecto a la media, el cálculo de los elementos del numerador de la ecuación de Pearson y el cálculo de denominador del coeficiente de correlación usado y la interpretación, tal como se explica a continuación, para efecto de esta investigación los datos bivariados analizados en Excel, fueron usados para calcular la correlación, usando el paquete estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2010, p. 144).

La correlación permitió medir el signo y magnitud de la tendencia entre dos variables. el signo indica la dirección de la relación, un valor positivo indica una relación directa o positiva, un valor negativo indica relación indirecta, inversa o negativa, un valor nulo indica que no existe una tendencia entre ambas variables (puede ocurrir que no exista relación o que la relación sea más compleja que una tendencia, por ejemplo, una relación en forma de U) (Roy, 2019, p. 355).

La magnitud indica la fuerza de la relación, y toma valores entre -1 a 1. Cuanto más cercano fue el valor a los extremos del intervalo (1 o -1) más fuerte fue la tendencia de las variables, o menor fue la dispersión que existe en los puntos alrededor de dicha tendencia. Cuanto más cerca del cero esté el coeficiente de correlación, más débil fue la tendencia, es decir, existo más dispersión en la nube de puntos (Laguna, 2014, p. 16).

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cambios de uso de la tierra están asociados a cambio de cobertura e intensidad del uso de la misma y pueden conllevar a la conservación de los ecosistemas, pero en algunos casos al deterioro de la calidad física, química y biológica del suelo, la contaminación del agua y la pérdida de la cubierta vegetal, lleva a problemas de degradación como al pérdida de la fertilidad de los suelos, el aumento de la tasa de erosión y el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero, llevando al calentamiento global.

Es por ello que, para evaluar el posible impacto del cambio del uso de la tierra en la provincia de Morona Santiago y los posibles escenarios, cuyas consecuencias pueden ser visibles al mediano plazo sobre los recursos naturales, se presenta un análisis del comportamiento de este en el periodo comprendido entre el año 2012 y 2020.

3.1. Uso de la tierra

En primer lugar en la figura 8-3 se muestra como afortunadamente en la provincia se ha observado un incremento de la cobertura bajo bosque y una reducción de la actividad ganadera, lo cual puede tener un efecto positivo sobre la reducción de la tasa de erosión al aumentar la cobertura vegetal, evitando así la sabanización de los ecosistemas, así mismo es probable que un aumento de la superficie bajo bosque favorezca el secuestro del carbono, reduciendo así la emisiones del mismo y contribuyendo a mitigar los efectos del calentamiento global.

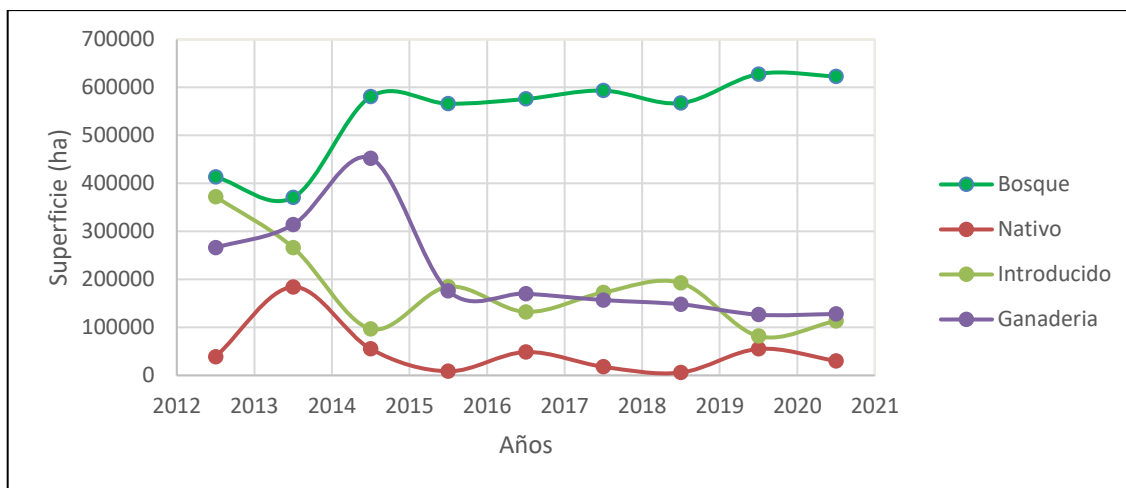


Gráfico 1-3: Cambios en el uso de la tierra en la provincia Morona-Santiago durante el período 2012-2020

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

Cuando se hace un cambio de uso de bosque a pasturas, sobre todo en regiones tropicales, eso trae como consecuencia el aumento de la actividad agrícola, la cual a su vez genera cambios importantes en el uso el suelo, los cuales pueden traer consigo una importante pérdida de la fertilidad, calidad y biodiversidad (Valera y Bertolaso, 2016, p. 52). En el caso de la Amazonía ecuatoriana, diversos autores se refieren a que cuando existe un remplazo del bosque el daño ocasionado va a depender de remplazo, ósea si se siembra una arbórea como café, cacao o caucho el daño ocasionado al suelo es mínimo, ya que sus manejos son muy similares al uso potencial de esta región (Bravo et al., 2017, p. 35). Los sistemas de estas especies son muy parecidos a las condiciones del bosque natural, en lo referente a la intercepción de las gotas de lluvia, minimizando el escurrimiento, incorporación de la hojarasca y disminuyendo los procesos de erosión hídrica. Al contrario de lo que sucedería con cultivos anuales, donde el factor erosión es muy importante al inicio del ciclo de cultivo, cuando el suelo queda expuesto por la ausencia de vegetación.

No solamente existe un efecto positivo con mantenimiento de la superficie bajo bosque, sino que dentro de las prácticas agrícolas se ha promovido el sistemas de producción sostenible como cultivo permanentes como el café y el cacao a pesar del decrecimiento observado producto de la pandemia en 2019 y 2020 (figura 9-3), los cuales se consideran amigables como el ambiente al hacer un uso menor de maquinaria y agroquímicos, permitir el reciclaje de nutrientes, lo cual mejora la fertilidad del suelo y reduce la erosión al mantener la estructura del suelo y brindar protección de la cubierta vegetal anti arbórea como del soto bosque frente al impacto de la gota de lluvia.

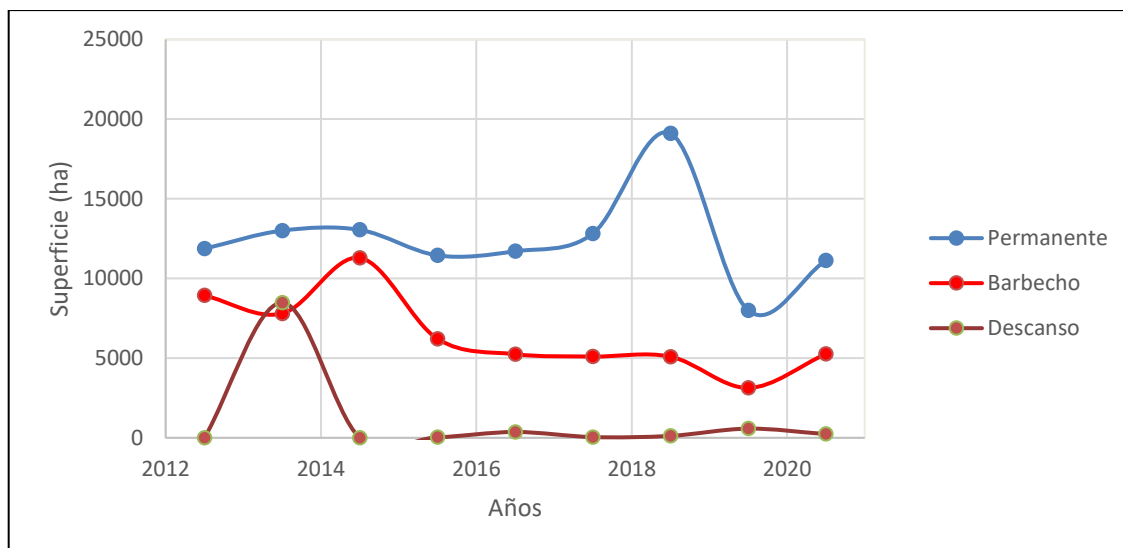


Gráfico 2-3: Cambios en el uso de la tierra de tipo conservacionista en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

Los cultivos permanentes y semipermanentes tienen la característica de poseer disposición para su explotación bajo el esquema de buenas prácticas agrícolas, lo que consistiría en establecer un buen manejo de plagas y enfermedades y el fortalecimiento tecnológico de los cultivos el uso del suelo, la preferencia de los consumidores (Hernández, 2019, p. 16).

Los resultados coinciden con los encontrados por Vallejo et al. (2018, p. 27), quienes señalan que es posible establecer manejos alternativos sostenibles con diversos cultivos, los autores demostraron que bajo un cultivo de café orgánico puede ocurrir un efecto positivo en las características físicas del suelo y el contenido de Carbono orgánico, lo que trajo como consecuencia un aumento en la población de microorganismos heterótrofos totales y la actividad enzimática de catalasa.

Por otra parte, Sol et al. (2018, p.873) destaca que mediante el sistema de agroforestería (SAF) dan pie a que exista relaciones entre las especies, se genera una alta diversidad biológica la (amplia variedad de aves, mamíferos no voladores e invertebrados) y generan una gran oferta de bienes y servicios ambientales, cosa que el sistema de monocultivos no puede ofrecer. que los monocultivos no ofrecen.

Como se mencionó cuando se analizaron los resultados globales en la figura 10-3 se observa un aumento progresivo de la superficie bajo bosque de aproximadamente 400.000 hectáreas reportadas en 2012 a más de 600.000 has en 2020 lo que representa un aumento de más del 50 %.

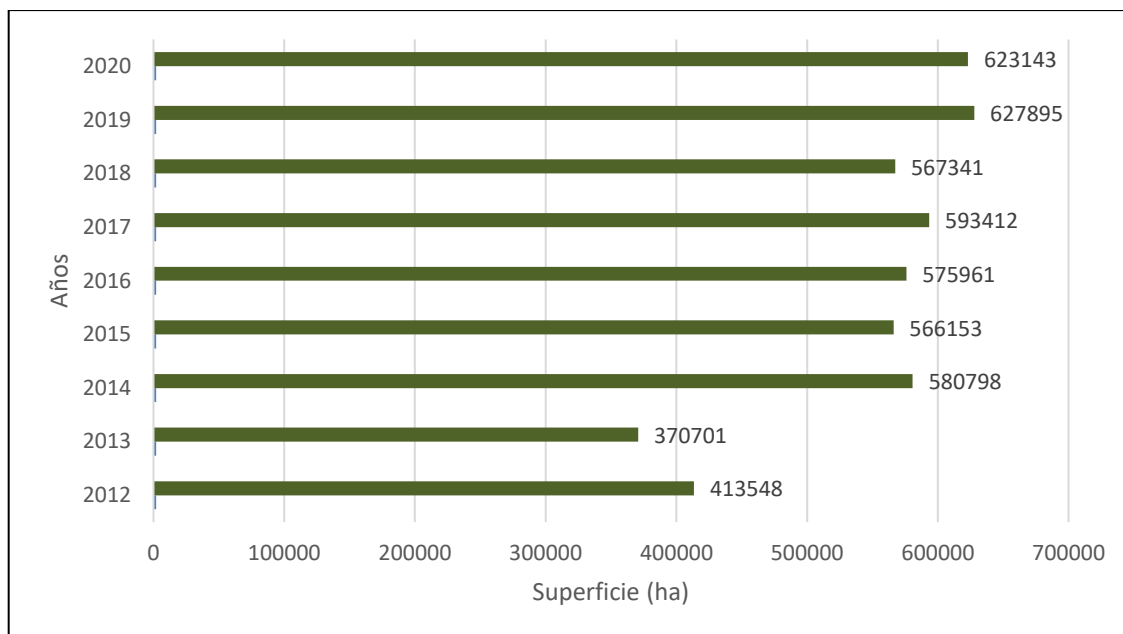


Gráfico 3-3: Cambios en superficie bajo bosque la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

En Ecuador, la despoblación forestal es una apariencia compleja causada por muchos factores, incluidos los establecimientos agrícolas; la demanda de madera para uso residencial y procesos manufactureros, así como la falta de proyección de planificación la ejecución de obras de infraestructura, genera costos ambientales futuros para el país, aunque en algunos casos la deforestación puede contribuir al crecimiento económico a corto plazo y el alivio de la pobreza, a largo plazo no va a compensar los costos futuros (Camacho-López et al, 2022, p.797).

La tasa anual de deforestación en Ecuador es del 2,3%, o unas 340.000 hectáreas, de estas un 16,7% de esta deforestación se concentra en la provincia de Morona Santiago lo que equivale a 7.920 hectáreas, convirtiéndose en la región con mayor superficie deforestada del país, aunque tiene una superficie equivalente a 2059 km² como bosque natural, seguido de cultivos perennes, semipermanentes y anuales (Ponce, 2018, p. 39).

Según información del MAE15 del Ministerio de Medio Ambiente, la cubierta forestal ha disminuido, se ha cambiado a pastizales de cultivo. Las áreas protegidas y los bosques naturales de Chiguaza están amenazados por la deforestación, debido a la venta de madera y la ganadería comercial por parte de los colonos, quienes arrendaron la finca a Shuar a muy bajo precio. Estos hábitats son altamente vulnerables al potencial desarrollo minero y petrolero (Pérez-Robalino et al., 2019, p. 8).

No obstante, el efecto positivo del crecimiento de los bosques se observa con optimismo una disminución de la actividad ganadera en la provincia de Morona Santiago, en especial en la producción bovina, la cual paso de 266.0 ha en 2012 a 127.00 ha en 2020, lo que representó una

disminución de más del 100% en un periodo de 8 años como se muestra en la figura 11-3.

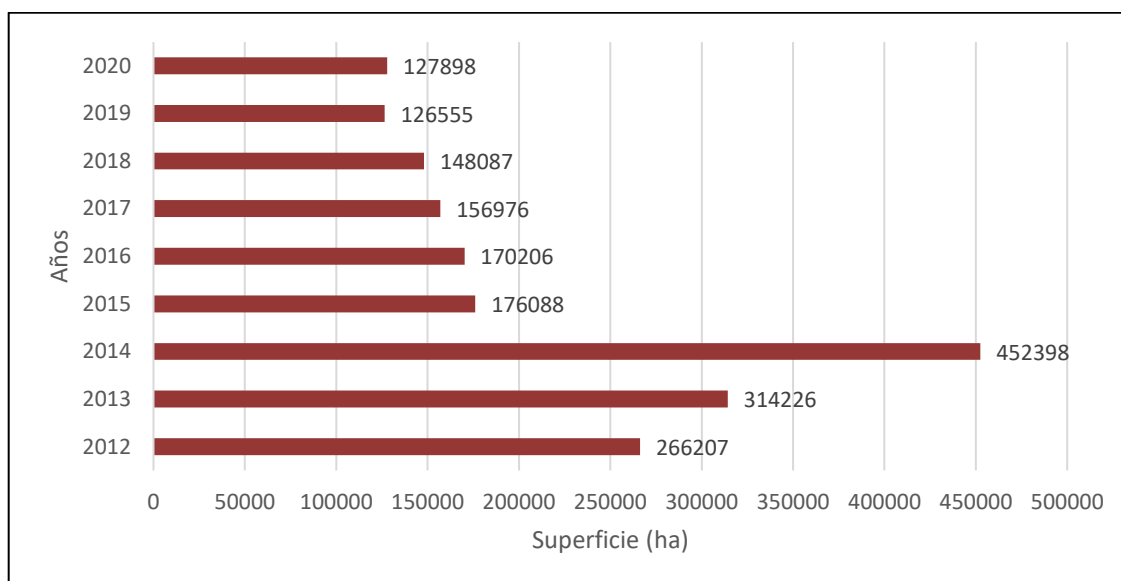


Gráfico 4-3: Cambios en superficie bajo ganadería en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012- 2020

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

En la Amazonía ecuatoriana, el 82% del área de uso agrícola se dedica a pastos, lo que indica que la ganadería es uno de los elementos más importantes de la economía campesina, por lo que esta zona presenta altos índices de deforestación y uso de suelo (Mena, 2010, p. 59), con los consiguientes impactos sobre la biodiversidad, el agua y el suelo y la reducción o pérdida de ecosistemas para brindar sus servicios ecosistémicos (Vargas et al. 2014, p.48).

El nivel de producción, productividad e ingresos de los sistemas ganaderos es bajo, por ejemplo, el rendimiento promedio de forraje oscila entre 5 y 8 toneladas $ha^{-1} años^{-1}$. Esta situación está relacionada con factores que son los siguientes: suelo con pocos nutrientes, pastizales delicados, susceptibles a infecciones producidas por plagas, baja permisividad a la sombra, menuda presencia de árboles y leguminosas, polución de suelo y agua por actividad petrolera, entre otros aspectos (INIAP 2011).

La magnitud de productividad, producción e ingresos en estos procedimientos ganaderos son bajos, por ejemplo: la producción promedio de pasto para ganado fluctúa entre 6 a 9 t $ha^{-1} año^{-1}$. Esta situación se relaciona a los siguientes factores: suelo con pocos nutrientes, pastizales delicados, susceptibles a infecciones producidas por plagas, baja permisividad a la sombra, menuda presencia de árboles y leguminosas, polución de suelo y agua por actividad petrolera, entre otros aspectos. (Alemán-Pérez, et al., 2020, p. 2).

Por otro lado, el rápido crecimiento de la producción ganadera en la región, el doble del promedio mundial ha ejercido una gran presión sobre los recursos naturales, especialmente la pérdida de la estabilidad ecológica forestal, bosques para pastos o producción de gramíneas alimentarias para

sistemas intensos de producción aviar y porcina, una situación que es muy visible en la Amazonía ecuatoriana (Sotelo et al., 2017, p.3).

La actividad ganadera lleva consigo una sustitución de las pasturas nativas, las cuales están adaptadas a las condiciones de la zona, por pastos con mayor calidad nutricional y de mayor producción de materia seca, a pesar de las fluctuaciones observadas en la figura 12-3 la tendencia es a una disminución de las especies nativas por especies introducidas.

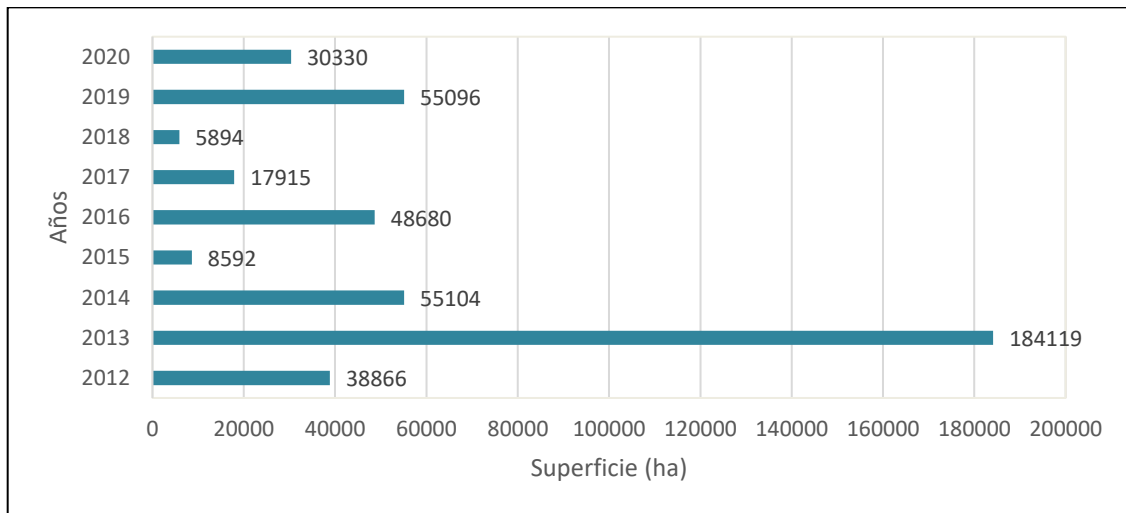


Gráfico 5-3: Cambios en superficie de pasturas nativas en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

Aunque se esperaba un aumento de la superficie bajo pasturas introducida, en la figura 13-3 se observa un aumento de las mismas solamente en el año 2012, luego un decrecimiento y un aumento progresivo en los años 2017 y 2018, lo cual puede estar asociado a una consolidación de las explotaciones ganaderas en la zona, sin embargo, producto de la pandemia en 2019 se observó un decrecimiento de las mismas producto de la contracción económica que también afectó al sector de producción animal.

Estos resultados contradicen a los reportados por Ministerio del Ambiente (2019), quien asegura que en la provincia de Morona Santiago el área de pastizales aumentó de 8,01% en 2000 de a 21,2 % en 2016, cada año el área de pastizales cultivados aumentó en aproximadamente 22,65 ha. Reportan que estas áreas se utilizan para diferentes cultivos en fincas, por lo que un promedio de fincas con alrededor de 70,81 hectáreas perdió espacios para pastos.

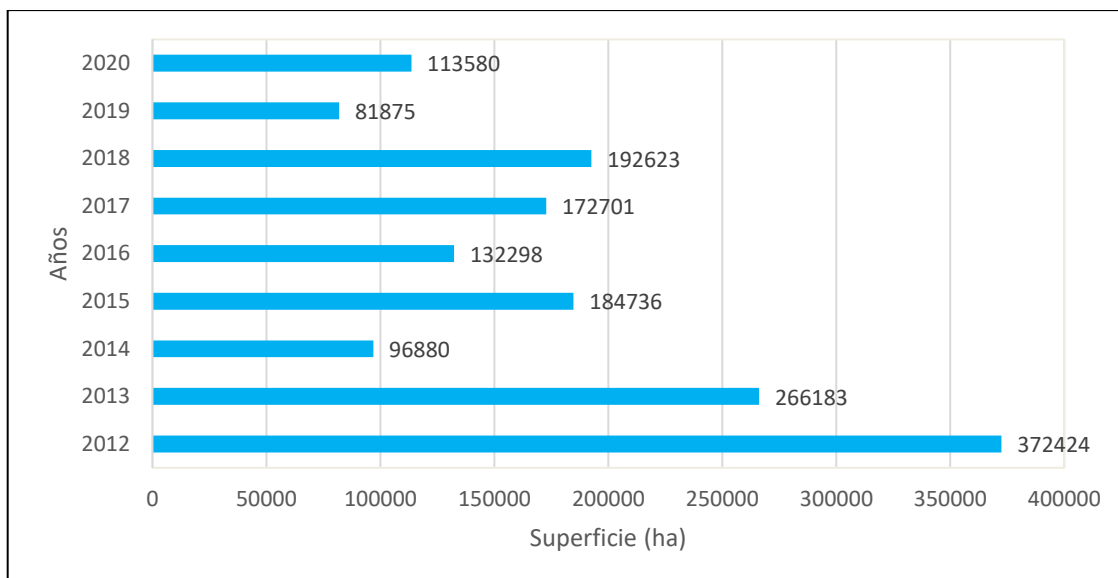


Gráfico 6-3: Cambios en superficie de pasturas introducidas en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

Un aspecto importante es el establecimiento de cultivos permanentes, como el café y cacao, dado que promueven la conservación del suelo, al proveer mayor cobertura vegetal, favorecer el ciclaje de nutrientes y ofrecer microclimas que mejoran las condiciones para el crecimiento del cultivos, hasta 2018, tal como se aprecia en la figura 14-3, se observa un aumento de la superficie bajo cultivos permanentes situación que espera se mantenga en la época post pandemia, dado que en 2020, se observa un inicio en la recuperación de estos rubros.

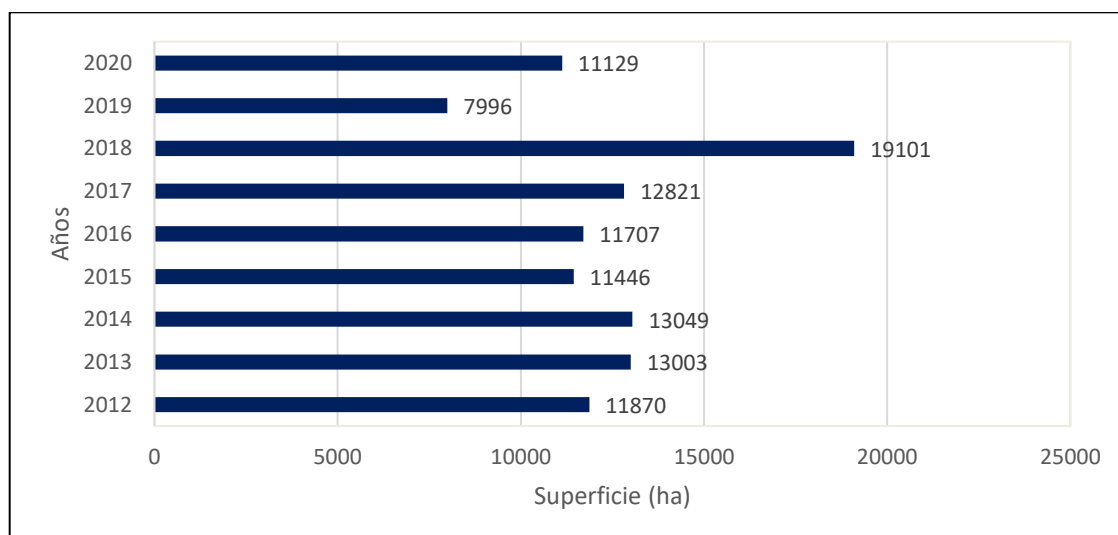


Gráfico 7-3: Cambios en superficie de cultivos permanentes en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

Si bien los cafetales están asociados con especies de árboles de sombra y se consideran sistemas agroforestales que brindan muchos servicios ecosistémicos, conservan el medio ambiente y permiten el equilibrio hidrológico, es importante aclarar la enorme variabilidad y dinámica que existe dentro de los cafetales, Vallejo et al. (2018, p.35) señala que los usos alternativos sostenibles como la caficultura orgánica y el policultivo han manifestados resultados positivos sobre las propiedades físicas del suelo y el contenido de Carbono orgánico, además de efectos positivos sobre la densidad de organismos heterótrofos totales y la actividad de la enzima catalasa.

Un trabajo realizado en Cundinamarca, Colombia se encontró que los sistema de producción de cacao en Shushufindi exhibe una resiliencia moderada, en una escala de calificación ponderada en comparación con los sistemas cafeteros (Diaz y Córdoba, 2020, p.155), ninguno de los sistemas de cacao de Shushufindi mostró una resiliencia ponderada inferior a 210, mientras que en el estudio de resiliencia de los sistemas cafetaleros se encontraron tres sistemas: agroecológico y agrosistemas convencionales.

Otra práctica de conservación que se ha promovido en la zona es dejar el suelo bajo descanso para que, al disminuir la intensidad de usos, se recuperan las propiedades, químicas, físicas y biológicas del suelo, a pesar de los beneficios de esta práctica en la figura 15-3, se observa que la misma es poco implementada por los productores, sobre todos por las consecuencias que tiene desde el punto de vista económico.

No obstante Vallejo et al. (2018, p. 35) señala que en sistema donde hubo cambio de uso hacia pastizal para ganadería, a pesar de que se implementó la práctica de descanso, se encontró una disminución de su calidad, reflejada en valores mayores de Densidad aparente y Resistencia a la penetración, una menor estabilidad de agregados, descenso del pH y disminución del contenido de CO, además de una baja densidad microbiana y actividad enzimática.

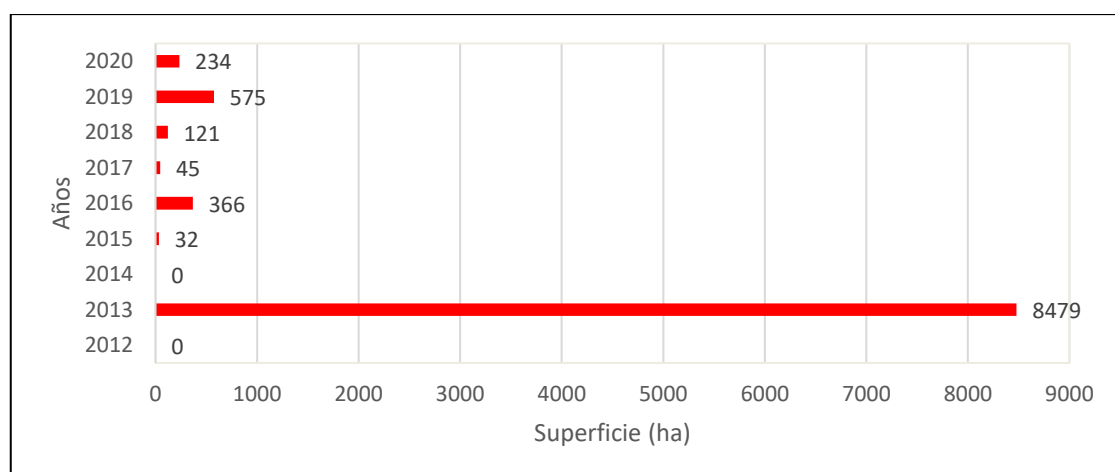


Gráfico 8-3: Cambios en superficie de tierra en descanso en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

Para promover la recuperación más rápida del suelo, el descanso puede ser adoptado bajo la modalidad de barbecho, usando gramíneas o leguminosa que ayuden a la recuperación física o química del suelo, durante el tiempo en que no se use con fines agrícolas, pudiendo en algunos casos obtenerse un valor agregado de estos cultivos de barbecho, por lo tanto, es un practica de mayor aceptación en comparación a descaso, tal como se observa en la figura 16-3.

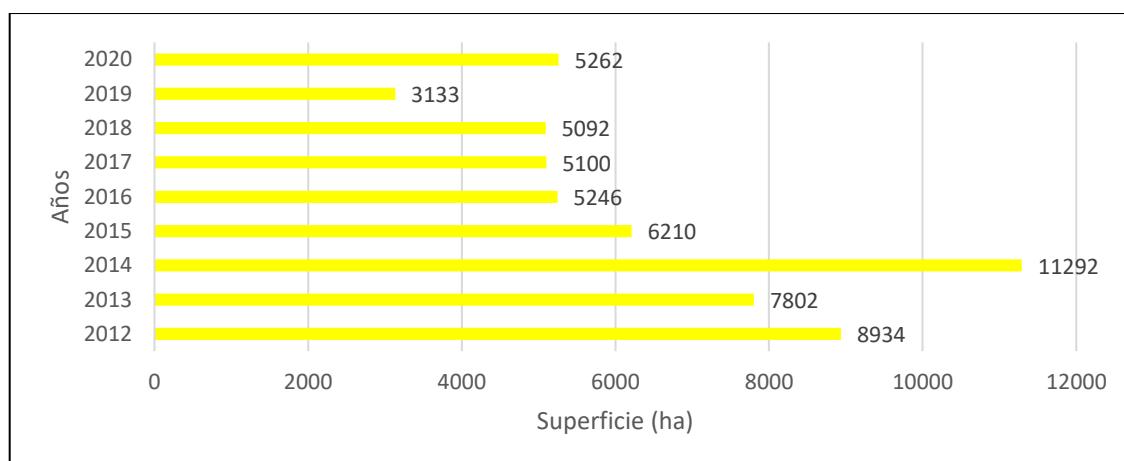


Gráfico 9-3: Cambios en superficie de tierra en barbecho la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012- 2020

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

Baigorria, et al (2019, p.364) señalan que los cultivos de cobertura se presentan como una opción para disminuir la práctica de laboreo de los suelos e incrementar el aporte de materia orgánica a los mismos. Esto se logra gracias al aporte de los residuos vegetales, tanto de la parte aérea como de la raíz. Los cultivos de coberturas son aquellos que se siembran entre dos ciclos de cosecha que no son incorporados al suelo, ni son usados para pastoreo o cosechados. Los residuos quedan encima del suelo, liberando los nutrientes contenidos en la biomasa vegetal a medida que se van descomponiendo. Adicionalmente tienen la ventaja de disminuir la necesidad de uso de insumos externos (fertilizantes, herbicidas, alimentos animales), aumentan la fertilidad del suelo, disminuyen la competencia de malezas, aumenta la infiltración de agua y disminuyen pérdidas de suelo por erosión. Se puede establecer que gracias a la biomasa aérea de los Cultivos de Cobertura el suelo es protegido de las gotas de lluvia reduciendo el riesgo erosión hídrica.

3.2. Consecuencias del cambio de uso de la tierra

3.2.1. Erosión

El cambio del uso en el suelo en especial la eliminación de la cobertura de bosque puede traer consecuencias negativas sobre los agroecosistemas como son la erosión, el aumento de las

emisiones de CO₂ y finalmente problemas de degradación de tierra, en particular el calentamiento global que puede verse reflejada en aumento de la temperatura promedio y de los regímenes de precipitación, acentuándose las sequías o las inundaciones, en primer lugar se presentan los datos de la erosión estimada durante el periodo 2012-2020, cuyos resultados se presentan en la figura 17-3, los cuales fueron obtenidos tras la aplicación de la ecuación Erosión estimada=2,61 Mg/ha × superficies deforestadas (ha) (Ecuación 1). Los cálculos solo se realizaron para los años 2012 y 2013 pues es estos años donde ocurre deforestación.

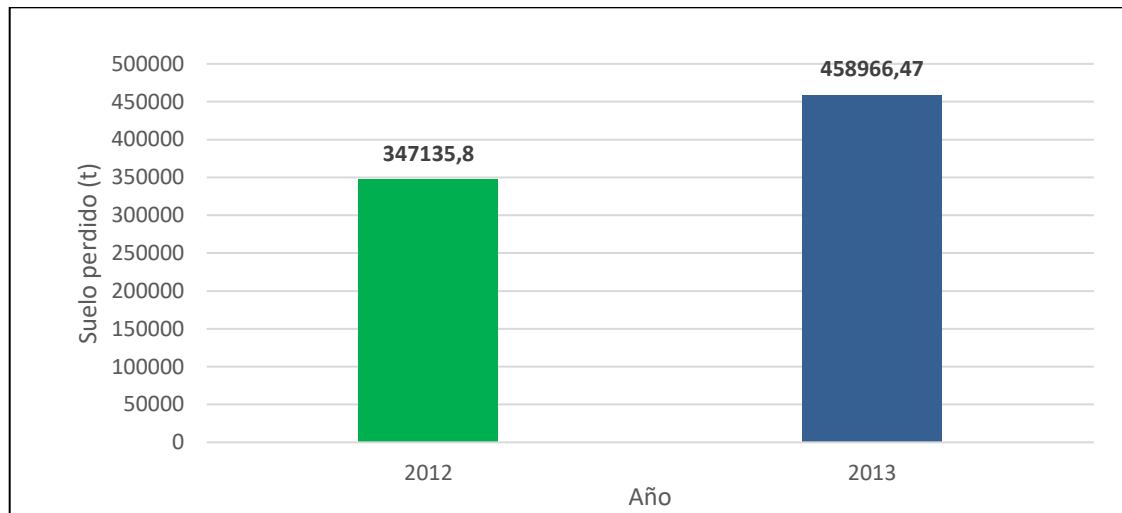


Gráfico 40-3: Perdidas de suelo en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020
Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

La cobertura vegetal en áreas de explotación agrícolas es muy importante debido a que disminuye la erosión, especialmente en terrenos con altas pendientes ya que reducen la erosión del suelo, sobre todo en terrenos de fuertes pendientes (Llanes, et al., 2017, p. 5). La influencia de la cubierta vegetal en el proceso de erosión, combinada con cultivos densos o el cultivo de pasto con tuna, es la medida efectiva para reducir la erosión en comparación con cultivos de monocultivo como el pasto o cultivos con cobertura baja o media (Díaz, 2011, p. 80). Los cultivos densos de alta densidad (frijol, calabacita, maíz y avena) mostraron un valor significativamente más efectivo en el control de la erosión y la escorrentía superficial, encontrándose una relación exponencial negativa en relación con la pérdida de suelo; obteniéndose la mejor correlación cobertura vegetal y reducción de la pérdida el cultivo de frijol (Huerta-Olague, et al., 2018, p.153).

Considerando solamente la deforestación se estima que la pérdida de suelo variara entre 350.000 y 450.000 toneladas durante los años 2012 y 2013, esto no quiere decir que durante los periodos subsiguientes no ocurra erosión dado que es un proceso natural, pero estará condicionada factores como la agresividad climática, la erosionabilidad del suelo y los factores asociados a la pendiente como la longitud y gradiente de la misma y no son determinante a la pérdida de la cobertura vegetal, es probable que en 2012 y 2013 la disminución de los bosque y el aumento de

la superficie de pasto se correlacione con la tasa de erosión como se aprecia en la figura 17-3. Es bien conocido que el tipo de cobertura vegetal y manejo que se le aplique a los cultivos, así como también las características erosivas de las tormentas incidirán en el aumento de la erosión, sobre todo al inicio de siembra. El efecto del proceso erosivo según De León (2011, p. 53) se ve afectado de manera positiva por el cambio de uso de la tierra, de allí la importancia que la cobertura vegetal cuando ocurre la lluvia sobre la ocurrencia de la erosión; en bosques se estima que este cambio es hasta nueve veces sobre el 100% de incremento sobre la pérdida natural de suelo, esto puede reducirse hasta en un 60% aplicando buenas prácticas agrícolas para zonas de explotación de secano y de riego.

3.2.2. Emisiones de CO₂

Luego de analizada la erosión se determinaron las emisiones de CO₂ las cuales están muy asociadas a la deforestación, para ello se aplicó la ecuación $CO_2 \text{ estimado} = 34,27 \text{ Mg de } CO_2 \times \text{superficies deforestadas (ha)}$ (Ecuación 2), que permitió estimar tanto las emisiones de CO₂ como el posible secuestro de carbono en el suelo durante el periodo 2012-2020, cuyos resultados se aprecian en la figura 18-3.

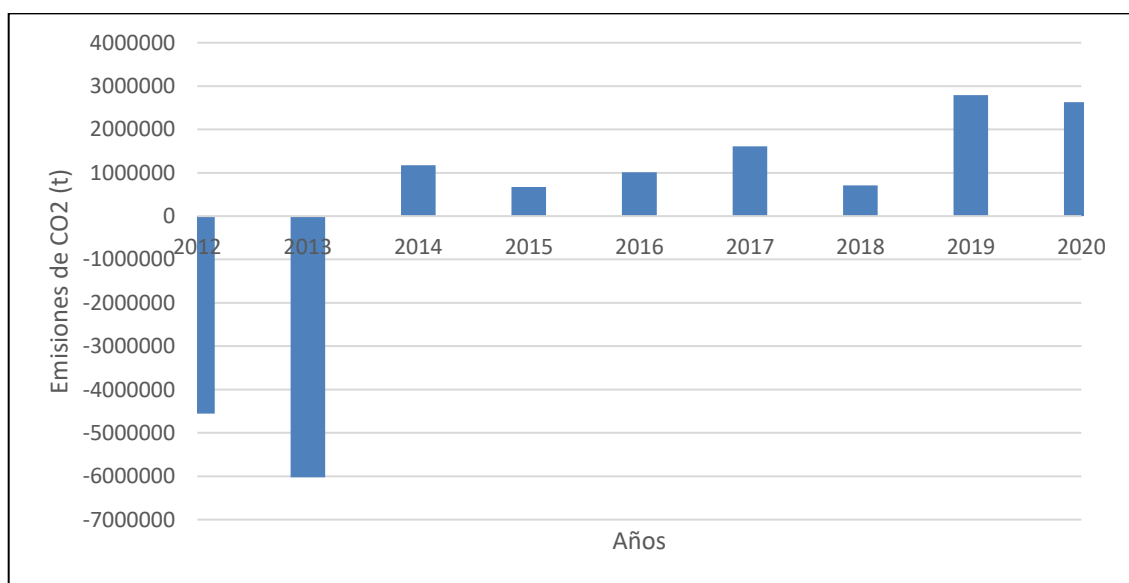


Gráfico 51-3: Emisiones de CO₂ en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2020

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

La degradación forestal incide el funcionamiento de cuencas hidrográficas, incidiendo en las poblaciones y a nivel global, contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero que causan el problema del cambio climático global (Chamba et al., 2020, p. 80). Hernández et al. (2014, p.86) señala que la agricultura es una de las principales fuentes de emisión de dióxido de carbono a la

atmósfera; si bien el 14 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero generalmente se gasta en la agricultura, estas emisiones pueden superar el 30 % de las emisiones totales si se tienen en cuenta los cambios en el uso de la tierra y el aumento de la superficie terrestre.

En la figura 18-3 se observa que las emisiones y pérdidas de CO₂ se observaron durante los años 2012 y 2013, que es cuando ocurre el mayor pico de deforestación producto de la expansión de la ganadería y las superficies bajo pasto, sin embargo a partir de 2014, debido a la disminución de la actividad ganadera, la recuperación de las áreas de bosque y el desarrollo de prácticas de conservación como el descanso del suelo, el barbecho y la siembra de cultivos permanentes como el café y cacao, esta emisión de CO₂ disminuyó y aumentó el secuestro de carbono, dado que estos cambios en el flujo de carbono están correlacionados con los cambios de cobertura vegetal en la figura 19-3 se presenta el análisis de correlación de la cobertura bajo bosque y pastos con esta variable durante el periodo evaluado.

En consecuencia, es válido afirmar que, en comparación con los cultivos, los bosques actúan como cuencas de agua porque almacenan grandes cantidades de carbono en sus tejidos durante mucho tiempo, aumentando su biomasa cada año debido al crecimiento, el carbono orgánico (CO), que forma parte de la estructura de las plantas, acabará posteriormente en el suelo por descomposición; el suelo con vegetación boscosa tendrá un mayor contenido de CO que el suelo de uso agrícola.

Dado que las consecuencias de las emisiones de CO₂ están asociadas al calentamiento global y una de las consecuencias es el aumento de la temperatura. Se presentan los datos de temperatura promedio durante el periodo 1980-2015, cuyos resultados son observados en la figura 19.3.

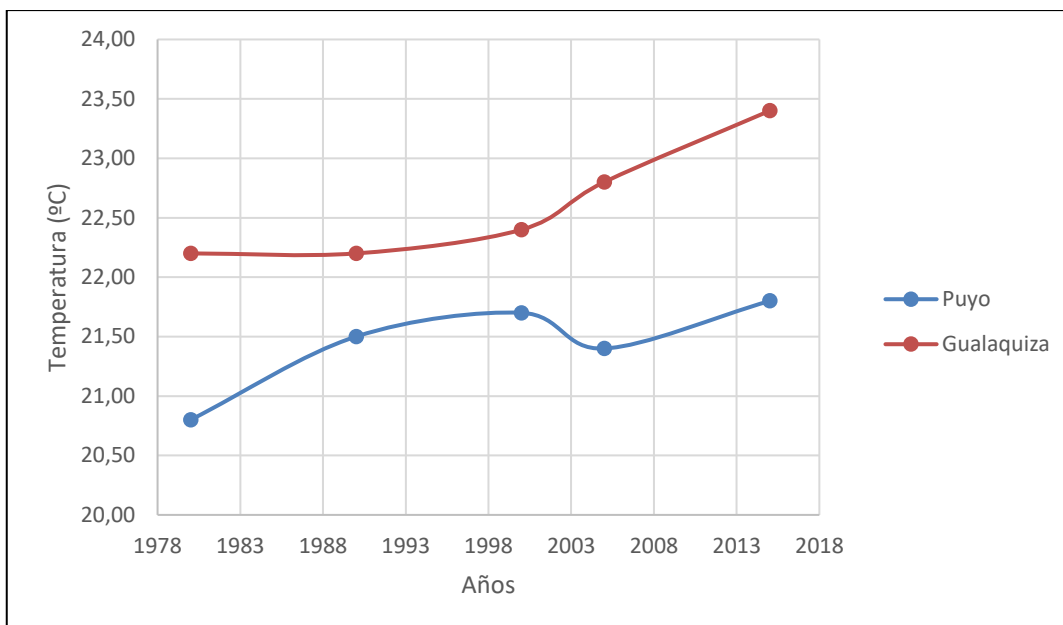


Gráfico 62-3: Temperatura en la provincia Morona Santiago durante el periodo 1980-2015

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

Las tendencias encontradas son similares a las reportadas por Layza et al. (2018, p. 19) al estudiar el impacto de la deforestación sobre el cambio climático en las regiones amazónicas de Brasil y Colombia respectivamente, lo cual es evidencia de como el cambio de uso ha traído no solo una degradación de los ecosistemas no solo en Ecuador como es caso de la provincia de Morona Santiago, sino en otros países de la región, especialmente aquellas donde predomina los bosques tropicales.-.

Pita (2021, p.3) señalan que los cambios esperados en la cobertura de la tierra, las propiedades y la dinámica del suelo, la variación en los patrones climáticos regionales, respaldados por ejercicios de modelado, sugieren que la deforestación a gran escala en la Amazonía y el reemplazo de tierras forestales con pastos o cultivos de soja están asociados con cambios significativos en el aumento de temperatura de la superficie.

En este mismo orden de ideas Cassemiro (2020, p. 2) señala en los últimos años, el impacto del cambio climático en los ecosistemas terrestres ha sido ampliamente discutido. El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero contribuye al rápido aumento de la temperatura de la superficie terrestre debido a la actividad humana, lo que provoca incendios, grandes tormentas, pérdida de vegetación, temperaturas extremas (olas de frío y calor), estaciones inciertas y cambios en las condiciones hidrológicas.

Así mismo como el calentamiento global cambia el comportamiento de la temperatura este afecta el régimen de precipitación, llevando a un aumento de la misma, al incremento de la frecuencia con que ocurren las sequías, en este sentido se presentan los datos de precipitación promedio en las estaciones climatológicas de la provincia de Morona Santiago, durante el periodo 1980-2015.

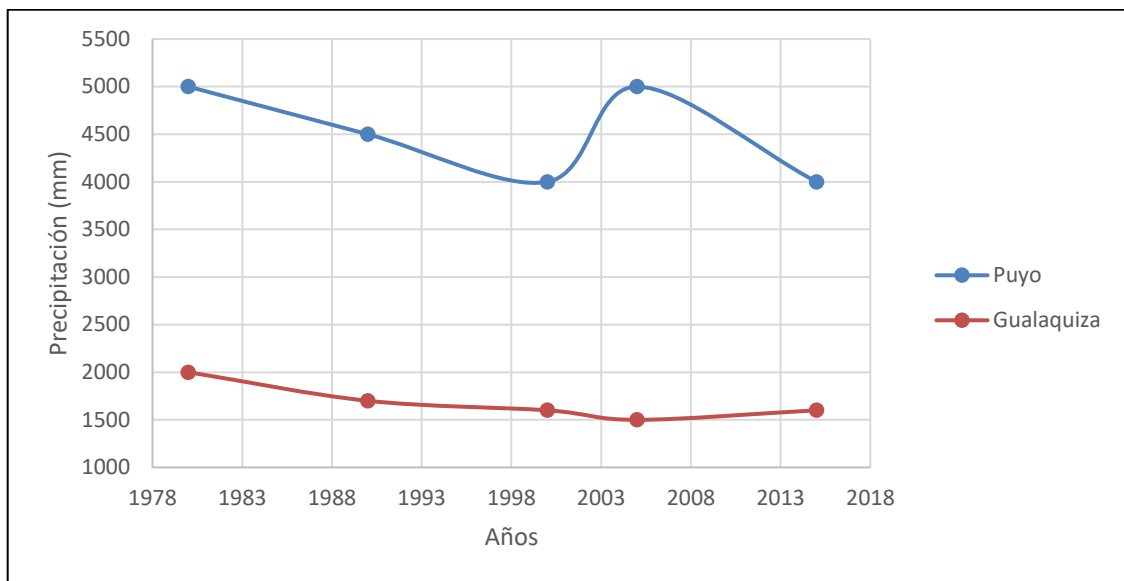


Gráfico 73-3: Precipitación en la provincia Morona Santiago durante el periodo 1980-2015

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

En las zonas donde ocurre una sustitución de bosques por parto puede presentarse una disminución de un 25% las precipitaciones (Feddemma et al., 2005, p.1676; Lawrence y Vandecar, 2015, 34). Además, cuando se evalúa cualquier cambio en la vegetación y el equilibrio climático en el Amazonas, donde la evidencia modelada sugiere un vínculo entre este cambio climático debido a la deforestación del Amazonas, por ejemplo, la disminución de la precipitación en el noroeste de los Estados Unidos debido a las características físicas del clima del Amazonas (Lawrence y Vandecar, 2015, p. 1677; Medvigy et al., 2013, p. 9132).

3.3. Correlaciones

Con los datos obtenidos se pudieron establecer relaciones que explicaron el aumento o disminución de las captaciones de CO₂ en función del cambio en la cobertura vegetal, en primer se estableció la correlación entre la emisión de CO₂ con la superficie sembrada de pasto, cuyos resultados se observan en la figura 21.3, la cual fue altamente significativa ($P < 0,05$) y de tendencia negativa, dado que al aumentar la superficie de pastos disminuyó la capacidad del suelo para captar CO₂ y por ende se incrementa las emisiones de CO₂ atmosférico.

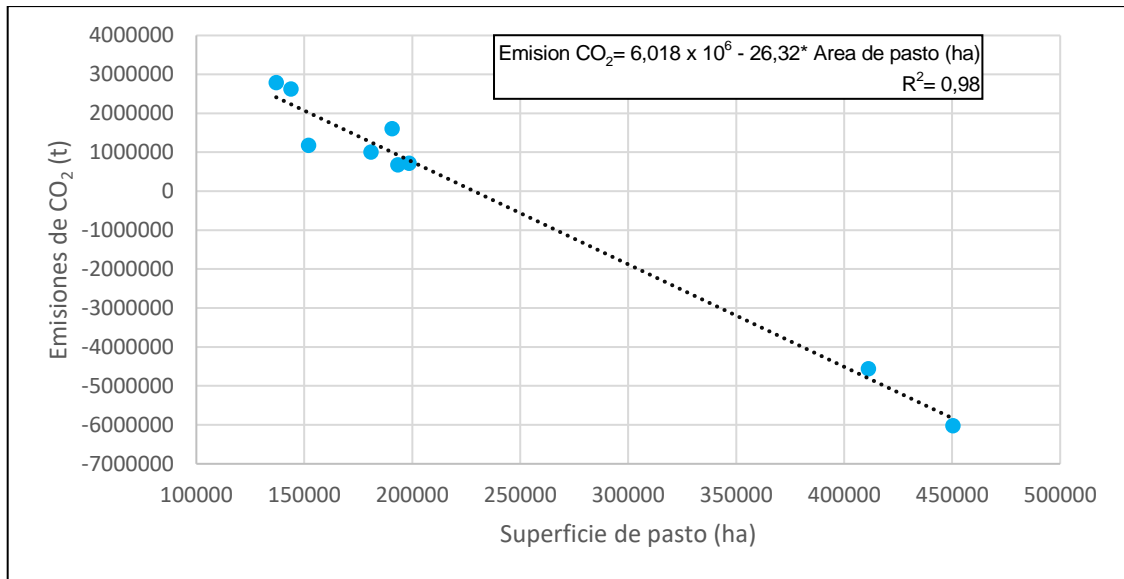


Gráfico 84-3: Correlación entre la superficie de pasto y las emisiones de CO₂ en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2018

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

Aunque Bojorques et al., (2015, p. 63) afirman que los suelos bajo coberturas de pastizales tiene mayor ganancia de retención de carbono que a su vez también presenta en menor proporción la retención de carbono los bosques de pino, encino y arboleda de aguacate tienen una tasa de cambio anual con ganancia de carbono; en comparación a los suelos cultivados con caña de azúcar presentan una tasa negativa, en esta investigación se pondero el posible efecto que tiene sobre la tasa neta de ganancia de carbono la sustitución de áreas bajo bosques bajo pastizales, bien sean nativos o introducidos.

La segunda correlación que se estableció, la correlación entre la emisión de CO₂ con la superficie sembrada de bosques, cuyos resultados se observan en la figura 22-3, la cual fue altamente significativa ($P < 0,05$), pero de tendencia positiva, dado que al aumentar la superficie de bosque aumento la capacidad del suelo para captar CO₂, lo que se conoce como secuestro de carbono y por ende se incrementa las emisiones de CO₂ atmosférico.

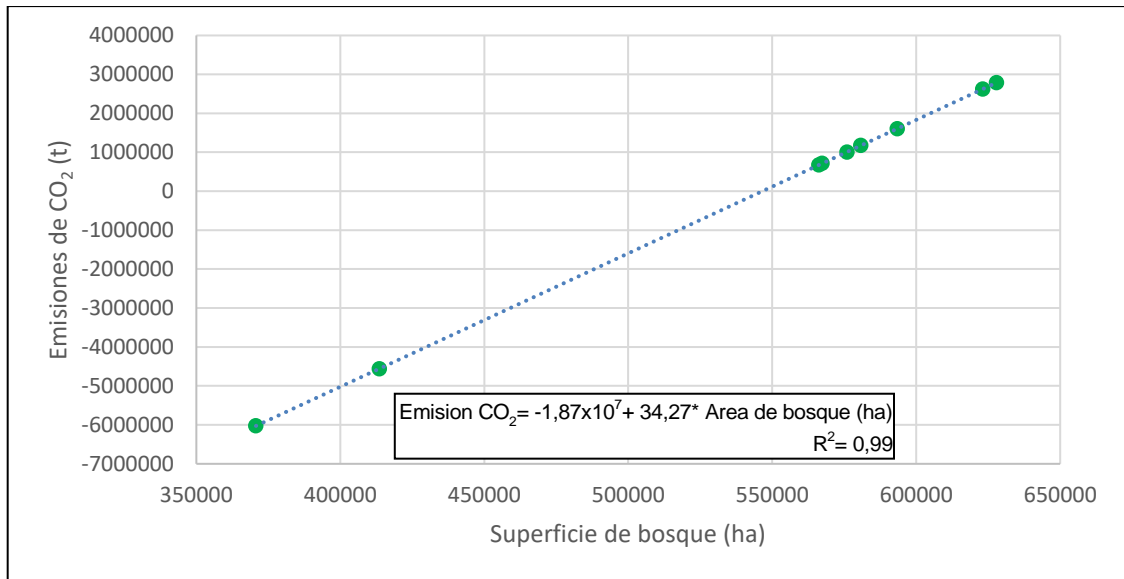


Gráfico 95-3: Correlación entre la superficie de bosque y las emisiones de CO₂ en la provincia Morona Santiago durante el periodo 2012-2018

Realizado por: Loor, Xavier, 2021.

La importancia de la preservación de los bosques es destacada por Monarrez et al., (2018, p. 10) quienes afirman que el servicio de secuestro y almacenamiento de carbono, por su relación directa con la biomasa, se afecta de forma similar que el servicio de producción de madera. En algunos estudios se demuestra que un bosque bajo manejo no intensivo al tener una dinámica mayor de crecimiento, aumenta el potencial de captura y almacenamiento de carbono, en comparación con bosques sin manejo, este criterio sucede igual cuando ocurrió el cambio de uso, si bien los usos de la tierra hacia pastizales pueden capturar carbono, disminuyendo las emisiones en comparación a monocultivos, de manera integral se deben privilegia los uso bajo bosques o sistemas de conservación bajo esquema sostenibles como cultivos de café o cacao, o cultivo alternados con tiempo de descanso para además de promover el secuestro de carbono, regular el ciclo hidrológico y reducir la erosión.

CONCLUSIONES

- Los cambios en el uso de la tierra en la Provincia de Morona Santiago en el período 2012-2020, revelaron que existió una tendencia para la sustitución de bosque por pasturas nativas e introducidas durante 2012 y 2013, pero que posteriormente debido a la sostenibilidad de estos sistemas los usos predominantes en los años posteriores fueron bosques, cultivos perennes y prácticas conservacionistas, que ayudara a mantener la calidad de los recursos naturales en la provincia.
- Se identificaron los riesgos potenciales del calentamiento global asociado a los cambios de uso de la tierra en la provincia de Morona Santiago en el período 2012-2020, lo cual estuvo condicionado por la deforestación por la eliminación de bosques, lo cual se tradujo en aumento constante de la temperatura promedio mensual y reducción de la precipitación. Los riesgos potenciales de erosión asociados a los cambios de uso de la tierra en la provincia de Morona Santiago en el período 2012-2020, fueron identificados solamente en los años 2012 y 2013 cuando ocurrió un aumento potencial de los pastizales, lo cual disminuyo la cobertura de boques, lo que afecto la protección del suelo frente al impacto de la gota de lluvia y por lo tanto potencio los procesos erosivos.
- En los últimos años se han identificado los cambios en el uso de la tierra que promuevan la protección y conservación de los suelos en la Provincia de Morona Santiago, como son cultivos como café – cacao y prácticas de descanso; las cuales mejoran las propiedades, física, química, del suelo, reducción de la erosión y promueven la captura del Carbono, reduciendo así la emisión de CO₂ y por ende el calentamiento global.

RECOMENDACIONES

- Evaluar el uso de modelos de simulación para el monitoreo medioambiental a largo plazo.
- Validar las ecuaciones de estimación de emisión de CO₂ y erosión con mediciones in situ.
- Aumentar el número de estaciones climatológicas en el área de estudio.
- Evaluar junto a productores tipo de uso que promuevan el manejo sostenible de la tierra.
- Incluir otras variables edafológicas e hidrológicas que permitan evaluar el impacto del cambio del uso de la tierra sobre los ecosistemas-
- Repetir este tipo de estudio en otras regiones agroecológicas con igual potencial riesgo de degradación ambiental.
- Hacer las evaluaciones con un set de datos mínimo de al menos 10 años en la medida que la información estadística lo permita.
- Realizar mapas de la cobertura de suelo en la provincia de Morona Santiago.
- Desarrollar un estudio experimental del mejor tipo de pastizal en la provincia de Morona Santiago para la fijación de Carbono.

BIBLIOGRAFÍA

ABAD-AUQUILLA, Katherine. “El cambio de uso del suelo y la utilidad del paisaje periurbano de la cuenca del río Guayllabamba en Ecuador”. *Revista de Ciencias Ambientales*, (2020), vol. 54, no 2, (Costa Rica), pp. 68- 91. <http://dx.doi.org/10.15359/rca.54-2.4>

AGUIRRE MENDOZA, Z.; et al. “Estimation of accumulated carbon in a permanent plot of Andean forest in the Francisco Vivar Castro university ark, Loja, Ecuador”. *Arnaldoa*, (2018), vol. 25, no 3, (Perú), pp. 939- 952. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.253.25307>

AGUIRRE, Nikolay; et al. *Guía para la restauración ecológica en los páramos del Antisana*. [En línea]. Volumen I, 9-13 pp. Quito, Ecuador: Fondo de protección del agua FONAG, 2013. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Gu%C3%ADa-Metodol%C3%B3gica-restauracion-p%C3%A1ramos.pdf>

ALEMÁN-PÉREZ, Reinaldo; et al. “Tipificación agroecológica de los sistemas ganaderos en la región amazónica ecuatoriana”. *Livestock Research for Rural Development*, [En línea], (2020), vol. 32, (Colombia), pp. 1-12. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd32/6/cbravo32095.html>

APAOLAZA, Ricardo; & VENTURINI, Juan Pablo. “Cambios de usos del suelo en la periferia del área metropolitana de Buenos Aires. Aportes para una teoría de la rent gap periurbana”. *Geograficando*, [En línea]. 2021, vol. 17, no 1, (Argentina) pp. 1-15. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.12644/pr.12644.pdf

ARDISANA, Eduardo; et al. “Agricultura en Sudamérica: la huella ecológica y el futuro de la producción agrícola”. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*, [En línea]. 2018, no 5, (Ecuador), pp. 90-101. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2550-67222018000100090
Aula fácil. *Degradación del suelo* [Blog] 2021. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: https://www.aulafacil.com/uploads/cursos/5694/18898_imagen5.es.jpg.

BAIGORRIA, Tomás; et al. “Impacto ambiental y rolado de cultivos de cobertura en producción de soja bajo siembra directa”. *Ciencia del suelo*, [En línea]. 2019, vol. 37, no 2, (Argentina), pp. 355-366. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en:

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_impactoamb_rolado_cc_soja_sd19.pdf

BENABENT, Manuel; & VIVANCO, Lorena. “La experiencia de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial cantonales en Ecuador”. *Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, (2019), vol. 8, no 15, (Ecuador), pp. 133-144. <https://doi.org/10.18537/est.v008.n015.a11>

BERGEL, Salvador Darío. “Desarrollo sustentable y medio ambiente: la perspectiva latinoamericana”. *Alegatos*, [En línea]. 2020, Vol. 1, (México), pp. 196-221. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://revistastmp.azc.uam.mx/alegatos/index.php/ra/article/viewFile/1131/1108>.

BOJÓRQUEZ SERRANO, José I.; et al. “Cambios en las reservas de carbono orgánico del suelo bajo diferentes coberturas”. *Cultivos Tropicales*, [En línea]. 2015, vol. 36, no 4, (Cuba), pp. 63-69. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193243175008.pdf>

BORRÀS PENTINAT, Susana. “Refugiados ambientales: el nuevo desafío del derecho internacional del medio ambiente”. *Revista de derecho (Valdivia)*, [En línea]. 2006, vol. 19, no 2, (Chile), pp. 85-108. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: http://www3.uah.es/tiscar/Complem_EIA/Refugiados%20ambientales.pdf

BRAVO-MEDINA, Carlos; et al. “Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonia Ecuatoriana”. *Bioagro*, [En línea]. 2017, vol. 29, no 1, (Venezuela), pp. 23-36. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/857/85750098003.pdf>

BURBANO-ORJUELA, Hernán. “El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria”. *Revista de Ciencias Agrícolas*, [En línea]. 2016, vol. 33, no 2, (Colombia), pp. 117-124. <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.58>

CABALLERO, Margarita; et al. “Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra”. *Revista digital universitaria*, [En línea]. 2007, vol. 8, no 10, (México), pp. 1-12. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct_art78.pdf

CAIRAMPOMA, Marcelo Rojas. “Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la

complicada incoherente nomenclatura y clasificación”. *Redvet. Revista electrónica de veterinaria*, [En línea]. 2015, vol. 16, no 1, (España), pp. 1-14. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63638739004.pdf>

CALDERÓN RAMÍREZ, Daniel; & FREY, Klaus. El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres en Colombia. *Territorios*, [En línea]. 2017, no 36, (Colombia), pp.239-264. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.4795>

CAMACHO-LÓPEZ, Christian Orlando; et al. “Análisis multitemporal de la deforestación y cambio de la cobertura del suelo en Morona Santiago”. *Polo del Conocimiento*, [En línea]. 2022, vol. 7, no 1, (Ecuador), pp. 797-807. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3511>

CARRARA, Angelo A.; et al. “Metafuente y el uso de los sistemas de información geográfica en historia económica”. *América Latina en la historia económica*, [En línea]. 2018, vol. 25, no 3, (México), pp. 40-70. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-22532018000300040&script=sci_abstract&tlng=pt

CARVAJAL BURBANO, Arizaldo. *Teoría y práctica de la sistematización de experiencias*. Calí, Colombia: Programa Editorial UNIVALLE, 2018, pp.168

CASSEMIRO, Fernanda AS. “Volviendo al futuro: estimando los efectos del cambio climático y la deforestación en ecosistemas acuáticos de la Amazonía”. *Revista Bioika*. [En línea]. 2020. Edición 6, (España), pp. 1-7. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://revistabioika.org/assets/multimedia/docs/es/revisiones/opelaez@revistabioika.org/2021005100412-es-lector-escribe-fernanda-cassemiro-revedch-alcg.pdf>

CAUAS, Daniel. “Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación”. *Bogotá: biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia*, [En línea]. 2015, vol. 2, (Colombia), pp. 1-11. <https://www.academia.edu/download/36805674/1-VARIABLES.pdf>

CAVIERES, Lohengrin; et al. “Calentamiento global y sus efectos en plantas de alta-montaña en Chile central: una revisión”. *Ecosistemas*, (2021), vol. 30, no 1, (España), pp. 2179-2179. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2179>

CECCON, Eliane; & GÓMEZ-RUIZ, Pilar A. “Las funciones ecológicas de los bambúes en la recuperación de servicios ambientales y en la restauración productiva de ecosistemas”. *Revista de Biología Tropical*, (2019), vol. 67, no 4, (Costa Rica), pp. 679-691. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v67i4.35189>

CHAMBA, Josselyn Lissbeth; et al. “Producción ganadera: la deforestación y degradación del suelo, una estrategia para el desarrollo sostenible”. *Revista Científica Agroecosistemas*, [En línea]. 2020, vol. 8, no 1, (Cuba), pp. 77-82. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/download/389/368>

DATOSMUNDIAL.COM. *Clima en Morona-Santiago* (Ecuador). 2021. . [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.datosmundial.com/america/ecuador/clima-morona-santiago.php>

DE LEÓN, Germán Santacruz. “Estimación de la Erosión Hídrica y su relación con el uso de suelo en la Cuenca del Río Cahoacán, Chiapas, México”. *Aqua-LAC*, (2011), vol. 3, no 1, (Internacional), pp. 45-54. <https://doi.org/10.29104/phi-aqualac/2011-v3-1-06>

DEL VALLE MELENDO, Javier. “El agua, un recurso cada vez más estratégico”. *Cuadernos de estrategia*, [En línea]. 2017, no 186, (España), pp. 71-118. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6115630.pdf>.

DELGADO, María Lilibeth León. “Formación agroecológica: retos de una ciencia ambiental para el desarrollo de la vida rural”. *Huellas Rurales*, [En línea]. 2020, vol. 5, no 2, (Venezuela), pp.126-136. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://www.revistas.upel.edu.ve/index.php/huellasrurales/article/viewFile/8179/4794>

DI RIENZO, Julio; et al. Infostat: software para análisis estadístico. 2010.pp. 344. https://45.32.134.17/bitstream/handle/11554/10346/Manual_INFOSTAT_2008.pdf?sequence=1&isAll owed=y

DÍAZ MANRIQUE, Miguel Alejandro Díaz; & VARGAS, Cindy Alexandra. “Estudio de la estructura del agroecosistema cafetero mediante el diagrama de ciclos causales. Estudio de caso (Cundinamarca, Colombia)”. *Ager: Revista de estudios sobre despoblación y desarrollo rural= Journal of depopulation and rural development studies*, [En línea]. 2020, no 28, (España), pp. 135-160. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://ruralager.org/wp-content/uploads/Ager-28-completo.pdf#page=133>

DÍAZ MENDOZA, Claudia. “Alternativas para el control de la erosión mediante el uso de coberturas convencionales, no convencionales y revegetalización”. *Ingeniería e investigación*, [En línea]. 2011, vol. 31, no 3, (Colombia), pp. 80-90. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092011000300009

DÍAZ, Alejandra. *Caracterización de los suelos de la Amazonía ecuatoriana*. Quito, Ecuador: Agroforestería sostenible en la Amazonia ecuatoriana. INIAP. 2018, p. 33-40

ECHAVARRÍA-CHÁIREZ, Francisco Guadalupe; et al. “Efecto en la erosión hídrica del suelo en pastizales y otros tipos de vegetación por cambios en el patrón de lluvias por el calentamiento global en Zacatecas, México”. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, [En línea]. 2020, vol. 11, (México), pp. 63-74. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v11s2.4694>

EOS Data Analytics. 2020. Rotación De Cultivos: Un Aumento Del Rendimiento. [En línea] 02 de febrero de 2020. [Citado el: 24 de noviembre de 2021.] <https://eos.com/es/blog/rotacion-de-cultivos/>.

FAO. *Boletín de suelos de la FAO: Zonificación agroecológica*. [En línea]. Roma Italia: ONU. 1997. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/W2962S/w2962s00.htm>

FEDDEMA, Johannes J.; et al. “The importance of land-cover change in simulating future climates”. *Science*, [En línea]. 2005, vol. 310, no 5754, (España), pp. 1674-1678. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.540.1818&rep=rep1&type=pdf>

GALEAS SOSA, Raúl Andrés; et al. Las prácticas de manejo sostenible de la tierra (MST) y su relación con la mitigación del cambio climático en los ecosistemas andinos tropicales. (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Quito, Ecuador. 2020, pp. 159. <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/7338>

GAMBÍN POZO, Manuel. Aplicación de técnicas de remediación en aguas y suelos contaminados por residuos de herbicidas. (Tesis doctoral). Universidad de Murcia. Murcia, España. 2021, pp. 208 <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/111372/1/TESIS%20DOCTORAL%20MANUEL%20GAMB%C3%8DN%20POZO.pdf>

GARCÍA LUCAS, Encarnación. Estrategias para la recuperación de suelos degradados en ambientes semiáridos: adición de dosis elevadas de residuos orgánicos de origen urbano y su implicación en la fijación de carbono. (Tesis Doctoral). Universidad de Murcia, España. 2013, pp. 363. <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/35935>

GASPARI, Fernanda Julia; & SENISTERRA, Gabriela Elba. *Valoración de servicios ambientales para el ordenamiento agrohidrológico en cuencas hidrográficas.* La Plata, Argentina: Series: Libros de Cátedra, 2016. pp. 137. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52722>

GONZÁLEZ ELIZONDO, Martha; et al. “Cambio climático mundial: origen y consecuencias”. *Ciencia UANL*, [En línea]. 2003, vol. 6, no 3, (México), pp. 376-385. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/1287>

GUJARATI, Damodar; & PORTER, Dawn. *Modelos de regresión de respuesta cualitativa. Econometría.* Quinta edición. DF, México: Editorial Mc Graw-Hill Interamericana Editores, 2010. pp. 566-580.

HERNÁNDEZ MEDINA, Erlinda Aurora. “Fundamentos teóricos y metodológicos en los estudios del uso de la tierra”. *CIENCIAMATRIA*, [En línea]. 2019, vol. 5, no 8, (Venezuela), pp. 200-216. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://www.cienciamatriarevista.org.ve/index.php/cm/article/view/94>

HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, María de Lourdes; et al. “Actualización del inventario de emisiones gases de efecto invernadero en el sector agricultura-ganadería de Tlaxcala, México: 2005-2014”. *Regiones y Desarrollo Sustentable*, [En línea]. 2018, vol. 18, no 34, (México). [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://coltlax.edu.mx/openj/index.php/ReyDS/article/view/17/40>

HERNÁNDEZ, Raúl Fonseca. “El desarrollo sostenible humano local: La evolución de la inclusión del territorio en las teorías del desarrollo”. *Revista Economía y Desarrollo*, [En línea]. 2019, vol. 162, no 2, (Cuba), pp. 1-18. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://www.econdesarrollo.uh.cu/index.php/RED/article/viewFile/774/575>

HERNÁNDEZ, Yoleida. “Cambio climático: causas y consecuencias”. *Renovat: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales. Tecnología e Innovación*, [En línea]. (2020), vol. 4, no 1, (Colombia), pp. 38-53. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en:

<http://revistas.sena.edu.co/index.php/rnt/article/view/3517>

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto; et al. Metodología de la Investigación. [En línea]. 6ta edición, México: McGraw-HILL/Interamericana Editores, S.A. 2014. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

HUERTA-OLAGUE, José de Jesús; et al. “Efecto de la cobertura vegetal de cuatro cultivos sobre la erosión del suelo”. *Idesia (Arica)*, (2018), vol. 36, no 2, (Chile), pp. 153-162. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005000701>

INAMHI. *Instituto nacional de meteorología e hidrología.* Red de estaciones automáticas [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: Hidrometeorológicas. Disponible en: <http://186.42.174.236/InamhiEmas/>

JABBA, Daladier; et al. *Desplazamiento climático y resiliencia: modelos de atención a familias afectadas por el invierno en el Caribe colombiano: el caso del sur del Atlántico (2010-2011).* Barraquilla, Colombia: Universidad del Norte, 2015, pp. 146. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/5544/desplazamiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

KARLIN, Sebastián; et al. “Cambios en el uso del suelo: capacidad de infiltración en el centro de Córdoba (Argentina)”. *Ciencia del suelo*, [En línea]. 2019, vol. 37, no 2, (Argentina), pp. 196-208. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://www.suelos.org.ar/publicaciones/Volumen37n2/1-%20Pag%20196-208%20%23435.pdf>

LAGUNA, Clara. *Correlación y regresión lineal.* Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud, [En línea]. 2014, vol. 4, p. 1-18. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.academia.edu/39203766>

LAWRENCE, Deborah; & VANDECAR, Karen. “Effects of tropical deforestation on climate and agriculture”. *Nature climate change*, (2015), vol. 5, no 1, (Internacional), pp. 27-36. <https://doi.org/10.1038/nclimate2430>

LAYZA, Ricardo; et al. “La deforestación y el cambio climático en la provincia de San Martín periodo: 1973 al 2014”. *Revista Ciencia y Tecnología*, [En línea]. 2018, vol. 14, no 2, (Perú), pp. 19-30. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/2072>

LÁZARO, Amparo; & TUR, Cristina. “Los cambios de uso del suelo como responsables del declive de polinizadores”. *Ecosistemas*, 2018, vol. 27, no 2, (España), pp. 23-33. <http://dx.doi.org/10.15359/rgac.62-1.6>

LLANES, Gabriel Martin; et al. “Agricultura de conservación de suelos y su efecto en la erosión hídrica y propiedades hidrofísicas en la unidad hidrográfica Quebrada Arriba, Yalagüina, 2017”. *La Calera*, (2020), vol. 20, no 34, (Nicaragua), pp. 57-63. <https://doi.org/10.5377/calera.v20i34.9773>

LOBO, Deyanira; et al. “Aptitud de tierras en Babahoyo-Ecuador, bajo tres tipos de utilización de la tierra en seco”. *Revista CINTEX*, [En línea]. 2016, vol. 21, no 2, (Colombia), pp. 53-69. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://revistas.pascualbravo.edu.co/index.php/cintex/article/view/17>

LUNA COSS, Salvador; et al. 2017. “Calentamiento global, población, alimentación y sustentabilidad: Límites en el contexto económico y social del sector agropecuario en México”. *Crece Empresarial Journal of Management and Development*, (2017), no. 1, (Colombia), pp. 1-12. <https://doi.org/10.25054/issn.2590-5007>

MÁRQUEZ BENÍTEZ, Kretheis Annelisse; et al. “Sensibilidad Ambiental: Una aproximación metodológica para validar estudios de impacto ambiental. Caso de estudio: San Felipe II, estado Trujillo, Venezuela”. *Revista Forestal Latinoamericana*, [En línea]. 2013, vol. 28, (Venezuela), pp. 77-106. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/handle/654321/1351>

MARTÍNEZ SALVADOR, Alberto; et al. “Estimación de aportes sedimentarios a embalses de pequeñas cuencas mediterráneas mediante GeoWEPP. Ensayo en la cuenca vertiente del río Mula al embalse de la Cierva (cuenca del río Segura)”. *Limnetica*, (2015), vol. 34, no 1, (España), pp. 41-56. DOI: 10.23818/limn.34.04

MARTÍNEZ, Zoraya; et al. “Contaminación de suelos agrícolas por metales pesados, zona minera El Alacrán, Colombia”. *Temas agrarios*, (2017), vol. 22, no 2, (Colombia), pp. 21-31.

<https://doi.org/10.21897/rta.v22i2.941>

MARTÍNEZ-ALIER, Joan; et al. “Blockadia: movimientos de base contra los combustibles fósiles ya favor de la justicia climática”. *Anuario Internacional CIDOB*, [En línea]. 2018, (España), pp. 41-49. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.raco.cat/index.php/AnuarioCIDOB/article/view/348692>

MARTÍNEZ-ORTIZ, Lucy Yessenia; et al. “Estructura y composición de la flora y fauna en la Parroquia Sangay, Morona Santiago, Ecuador: Implicaciones ambientales”. *Biotechnia*, (2018), vol. 20, no 3, (México), pp. 5-16. <https://doi.org/10.18633/biotechnia.v20i3.701>

MEA, Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-Being: wetlands and water synthesis*. 2005, pp. 1-33. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.355.aspx.pdf>

MEDVIGY, David; et al. “Simulated changes in northwest US climate in response to Amazon deforestation”. *Journal of Climate*, (2013), vol. 26, no 22, (Internacional), pp. 9115-9136. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00775.1>

MENA, Carlos F. “Deforestación en el Norte de la Amazonía Ecuatoriana: del patrón al proceso”. *Polémika*, [En línea]. 2010, vol. 2, no 5, (Ecuador), pp 58-65. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/polemika/article/view/372>

MILLALEO-HERNÁNDEZ, Salvador. “Recursos genéticos y pueblos indígenas: la tesis de la propiedad cultural indígena frente al dominio público”. *Acta bioethica*, [En línea]. 2019, vol. 25, no 1, (Chile), pp. 51-61. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S1726-569X2019000100051&script=sci_arttext

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). *Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA)*, 2021. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://sipa.agricultura.gob.ec/Ministerio del Ambiente-Sistema Único de Información Ambiental>. Recuperado a partir de: <http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/portal/>

MOLINA, Lizeth D.; & LOZANO, Liliana P. “La desertificación del suelo, aspectos y estrategias de lucha”. *Publicaciones e Investigación*, [En línea]. 2016, vol. 10, (México), pp. 117-127. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405->

22532018000300040&script=sci_abstract&tlng=pt

MONÁRREZ-GONZÁLEZ, José Carlos; et al. “Efecto del manejo forestal sobre algunos servicios ecosistémicos en los bosques templados de México”. *Madera y Bosques*, (2018), vol. 24, no 2, (México), pp. 1-16. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421569>

MONTERO, Gregorio; et al. *Producción de biomasa y fijación de CO2 por los bosques españoles*. Madrid, España: INIA-Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2005, pp. 270. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/publicaciones/publicaciones-de-desarrollo-rural/librobiomasadigital_tcm30-538563.pdf

MORALES-ESPINOZA, Iris; et al. “Estudio Etnoedafológico de tipos de uso de la tierra asociados con cadenas productivas en el ejido Santa Cruz, Durango”. *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*, (2021), vol. 39, (México), pp. 1-11. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.853>

MOROTE, Álvaro-Francisco; et al. “Gestión de las sequías en la planificación hidrológica. Aplicación al sureste español”. *Revista de Geografía Norte Grande*, (2020), vol. 76, (Chile), pp. 303-320. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022020000200303>

NAVARRETE SEGUEDA, Armando; et al. “Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo”. *ContactoS*, [En línea]. 2011, vol. 80, (México), pp. 29-37. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n80ne/suelo.pdf>

NOVILLO ESPINOZA, Indira Dayanara; et al. “Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador”. *Temas agrarios*, (2018), vol. 23, no 2, (Colombia), pp. 177-187. <https://doi.org/10.21897/rta.v23i2.1301>

ORTIZ, Rodomiro. *El cambio climático y la producción agrícola*. [En línea]. Banco Interamericano de desarrollo, 2012, p.p. 13-17. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/e7a4a8a00d9ba9390d273d6dc1bb5666.pdf>

OSORIA, Orledis Rodríguez; et al. “Factores sociales, económicos y ambientales asociados a los ecosistemas cafetaleros: una revisión bibliográfica”. *Revista Científica Agroecosistemas*, [En línea]. 2021, vol. 9, no 2, (Argentina), pp. 33-42. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/10415>.

PATERSON, Patrick. “Calentamiento global y cambio climático en Sudamérica”. *Revista Política y Estrategia*, 2017, no 130, (Chile), pp. 153-188. <https://doi.org/10.26797/rpye.v0i130.133>

PÉREZ-MESA, María Rocío. “Concepciones de biodiversidad y prácticas de cuidado de la vida desde una perspectiva cultural”. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, [En línea]. 2019, no 45, (Colombia), pp. 17-34. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-38142019000100017&script=sci_abstract&tlng=en

PÉREZ-ROBALINO, Matilde Anabel; et al. “Sistemas de información geográfica en la parroquia Shuar Chiguaza, Morona Santiago. Una aproximación a la realidad actual”. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, [En línea]. 2019, vol. 7, no 1, (Bolivia), pp. 3-17. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v7n1/v7n1_a02.pdf

PITA HIGUERA, Nelson Javier. Efectos que tiene la destrucción, contaminación y el inadecuado manejo de los recursos naturales con el calentamiento global en el departamento de Amazonas Colombia. (Licenciatura recursos naturales). [En línea]. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia., 2021. pp. 1-6. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/profile/Nelson-Pita/publication/>

PONCE MOSQUERA, Diana Carolina. Análisis de dos metodologías para la determinación de la tasa de deforestación y su aplicación en Morona Santiago. 2018. (Trabajo de Licenciatura). [En línea]. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Quito. 2018. pp. 113. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19556>

REYES-RODRÍGUEZ, Reinaldo; et al. “El manejo del suelo modifica a sus ácidos húmicos y la disponibilidad de metales pesados”. *Cultivos Tropicales*, [En línea]. 2018, vol. 39, no 2, (Cuba), pp. 15-20. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362018000200002&script=sci_arttext&tlng=en

RIZO-MUSTELIER, Miriela; et al. “Agricultura, desarrollo sostenible, medioambiente, saber campesino y universidad”. *Ciencia en su PC*, [En línea]. 2017, no 2, (Cuba), pp. 106-120. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/1813/181351615008.pdf>

RODRÍGUEZ, José Alexander; et al. “Pérdidas de suelo y nutrientes bajo diferentes coberturas vegetales en la zona Andina de Colombia”. *Acta agronómica*, [En línea]. 2009, vol. 58, no 3, (Colombia), pp. 160-166. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/11510

ROLDÁN-TUTIVÉN, María Fernanda; et al. “Análisis espacio temporal de la cobertura vegetal del cantón Flavio Alfaro entre los años 2000-2014”. *Dominio de las Ciencias*, [En línea]. 2020, vol. 6, no 4, (Ecuador), pp. 1445- 1461. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1557>

ROMERO, Alberto. “Las redes de información y su importancia para la investigación científica”. *Revista Venezolana de Gerencia*, [En línea]. 2002, vol. 7, no 19, (Venezuela), pp. 425-441. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/290/29001906.pdf>

ROY-GARCÍA, Ivonne; et al. “Correlación: no toda correlación implica causalidad”. *Revista Alergia México*, [En línea]. 2019, vol. 66, no 3, (México), pp. 354-360. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4867/486761439011/486761439011.pdf>

RUIZ, T.; & FEBLES, G. “La desertificación y la sequía en el mundo”. *Avances en Investigación Agropecuaria*, [En línea]. 2004, vol. 8, no 2, (México), pp.1-11. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/837/83780201.pdf>

SAYNES-SANTILLÁN, Vinisa; et al. “Agricultura Sustentable: el Papel de la Fertilización Inteligente con Nitrógeno y Fósforo en México”. *Elementos para Políticas Públicas*, [En línea]. 2019, vol. 3, no 3, (México), pp. 275-290. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <http://www.elementopolipub.org/ojs/index.php/epp/article/view/35/33>

SEVERICHE SIERRA, Carlos Alberto; & ACEVEDO BARRIOS, Rosa Leonor. “Biogás a partir de residuos orgánicos y su apuesta como combustibles de segunda generación”. *Ingenium Revista de la facultad de ingeniería*, [En línea]. 2013, vol. 14, no 28, (Colombia), pp. 6-15. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://revistas.usb.edu.co/index.php/Ingenium/article/view/1330>

SILVA, Elysa; et al. “Planificación participativa de la restauración ecológica en un paisaje semiárido altamente antropizado”. *Ecosistemas*, (2021), vol. 30, no 3, (España), pp. 2266-2266. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2266>

SOLLUND, Ragnhild; et al. “El acuerdo entre Noruega y Colombia para proteger los bosques tropicales y reducir el calentamiento global: ¿éxito o fracaso?”. *Crítica Penal y Poder*, [En línea]. 2019, no 16, (España), pp. 75-98. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://revistes.ub.edu/index.php/criticapenalpoder/article/view/28578>

SOL-SÁNCHEZ, Ángel; et al. “Productividad potencial del SAF cacao asociado con árboles forestales”. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, (2018), vol. 4, no 7, (Nicaragua), pp. 862-877. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i7.6327>

SOTELO CABRERA, Mauricio Efren; et al. *Sistemas sostenibles de producción ganadera en el contexto amazónico Sistemas silvopastoriles: ¿ una opción viable? .*, [En línea]. Cali, Colombia: Publicación CIAT, 2017. https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/89088/CIAT_VISION_AMAZONIA_SISTEMAS_SILVOPASTORILES.pdf

TORRES, Duilio; et al. “Impacto del tipo de uso de la tierra sobre propiedades del suelo en la depresión de Quíbor”. *Agronomía Tropical*, [En línea]. 2009, vol. 59, no 2, (Venezuela), pp. 207-217. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2009000200009

TRUJILLO-GONZÁLEZ, Juan Manuel; et al. “El recurso suelo; un análisis de las funciones, capacidad de uso e indicadores de calidad”. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, [En línea]. 2018, vol. 9, no 2, (Colombia), pp. 31-38. <https://doi.org/10.22490/21456453.2095>

VALERA, Luca; BERTOLASO, Marta. “La comprensión de la biodiversidad desde un punto de vista relacional. Tópicos”, *Revista de Filosofía*, [En línea]. 2016, no 51, (España), pp. 37-54. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3230/323047487002.pdf>

VALLEJO, Victoria Eugenia; et al. “Efecto de la implementación de diferentes sistemas agrícolas sobre la calidad del suelo en el municipio de Cachipay, Cundinamarca, Colombia”. *Bioagro*, [En línea]. 2018, vol. 30, no 1, (Venezuela), pp. 27-38. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-

33612018000100003

VARGAS, Luis Alberto Guerra. “Valoración de servicios ecosistémicos de playas en San Andrés Isla, Caribe suroccidental”. *Cuadernos del Caribe*, [En línea]. 2014, no 17, (Colombia), pp. 37-50. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ccaribe/article/view/45278>

VILCHIS MATA, Iván; & GARROCHO RANGEL, Carlos Félix. “Comportamiento termoplumiométrico en la zona metropolitana de Toluca: el deterioro ambiental de las ciudades”. *Sociedad y ambiente*, [En línea]. 2018, no 18, (México), pp. 145-173. [Consulta: 20 diciembre 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-65762018000300145&script=sci_abstract&tlng=en

ZUAZAGOITIA, Daniel; et al. “¿Podemos cultivar este suelo? Una secuencia didáctica para futuros maestros contextualizada en el huerto”. *Investigación en la Escuela*, (2021), no 103, (España), pp. 32-47. <https://doi.org/10.12795/IE.2021.i103.03>

ZULUAGA GÓMEZ, Oscar Arley; et al. “Modelos implementados en el análisis de series de tiempo de temperatura superficial e índices de vegetación: Una propuesta taxonómica en el contexto de cambio climático global”. *Revista de geografía Norte Grande*, (2021), no 78, (Chile), pp. 323-344. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022021000100323>

ANEXO

ANEXO A: MANUAL DE REALIZACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

MANUAL DE REALIZACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Selección del tema

El tema de estudio fue el primer paso para definir la investigación y el mismo se decidió dado la importancia del tema de los problemas ambientales en Ecuador y su estrecha relación con los cambios en los usos de la tierra que pueden acarrear problemas como el calentamiento global o la erosión.

Formulación de la hipótesis

El segundo paso fue formular la hipótesis de donde nace la investigación y se basa en el juicio y expectativa del tema seleccionado en este caso se parte de la hipótesis de que los cambios en el uso de la tierra permitirá predecir escenarios de los riesgos de erosión y calentamiento global en la provincia de Morona Santiago, que de acuerdo a la tendencia esperada agravaría en un futuro los problemas de degradación de tierras, si no se toman las medidas de conservación adecuadas y la promoción de los usos sostenible de la tierra

Formulación de objetivos

Para poder comprobar esta hipótesis se deben formular objetivos que son cada una de las etapas que se deben llevar a cabo en la investigación en este caso fueron identificar los usos, describir los usos, cuantificar los usos y finalmente evaluar su impacto sobre los parámetros climáticos asociados al calentamiento global y estima mediante ecuaciones los riesgos de erosión y emisiones de CO₂

La investigación planteada no será relevante sino se define el alcance que en este caso es definir los usos de la tierra que promuevan el desarrollo sostenible y mitiguen los problemas ambientales en la provincia de Morona Santiago.

Alcance

Indica hasta donde se quizá llegar con la investigación, que beneficios se obtendrá de tal manera de que la misma trascienda como un aporte hacia la sociedad.

MARCO TEÓRICO Esta etapa se redactó para dar a conocer las bases teóricas que permitan comprender el problema que se está abordando, tanto sus causas como consecuencias, como su contextualización, la misma fue apoyada en antecedentes de trabajos anteriores, para que la misma fuese relevante se partió de las siguientes premisas

- Uso de bibliografía actualizada últimos 5 años
- Las referencias deben ser de texto de relevancia científica

En la primera parte del marco teórico se describieron las bases teóricas que sustentan la investigación para ello se toma como base el desarrollo sostenible, así como los problemas ambientales que predominan en el mundo con énfasis en el calentamiento global y la erosión estableciendo sus causas y consecuencias.



Después de definir las bases teóricas para apoyar la investigación se revisaron trabajos similares empezando con los trabajos realizados a escala global, para luego plantear las investigaciones en regiones con condiciones de suelo y clima similares a la de la zona de estudio hasta llegar a los trabajos locales.

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

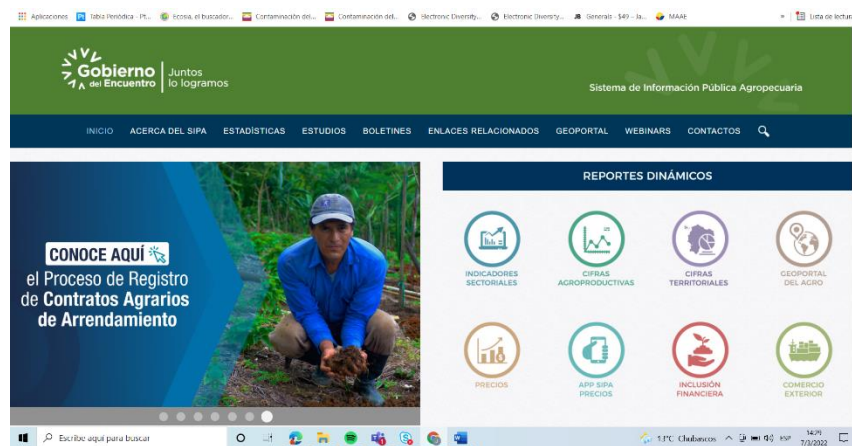
La investigación fue aplicada en el campo de la evaluación de impacto ambiental producto del cambio del uso de la tierra según el nivel de profundización en el objeto de estudio es exploratoria y descriptiva, dado que se describen los cambios en los tipos de uso de la tierra como un estudio base para analizar las posibles consecuencias sobre los problemas de degradación ambiental basado en información procesada en base de datos nacionales

Área de estudio

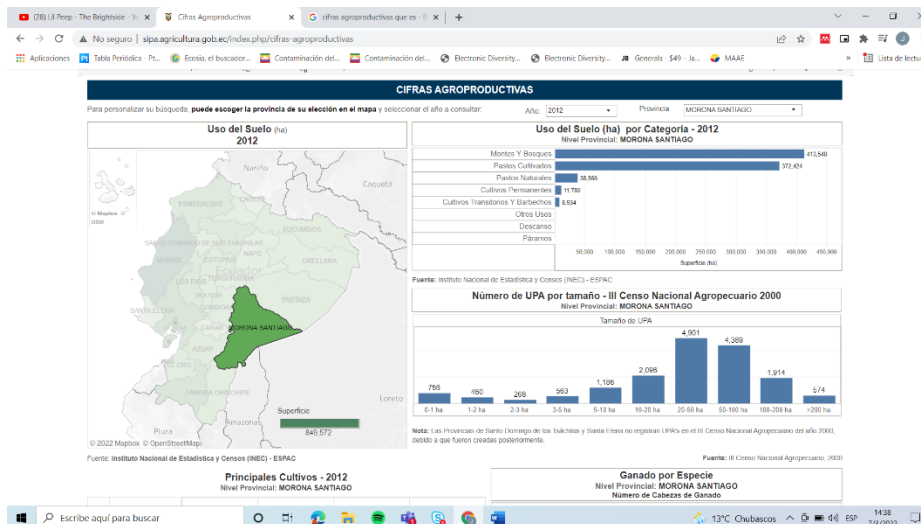
La investigación abarco el análisis de uso de la tierra y algunos parámetros de clima correspondiente a la Provincia de Morona Santiago, se seleccionó la misma por su importancia agrícola, y su fragilidad ecológica por ser una parte importante de la cuenca amazónica, para poder interpretar la información fue necesario caracterizar la zona de estudio desde el punto de vista edafológico y climático.

Recolección de los datos

Los datos del periodo 2012-2020 de la provincia Morona-Santiago, fueron obtenidos de la página web del Ministerio de Agricultura y después transcritos a Excel para la realización de los gráficos y análisis estadístico



Primeramente, ingresamos al sistema de información pública Agropecuaria (SIPA) <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php> , donde nos dirigimos a las cifras agro-productivas.

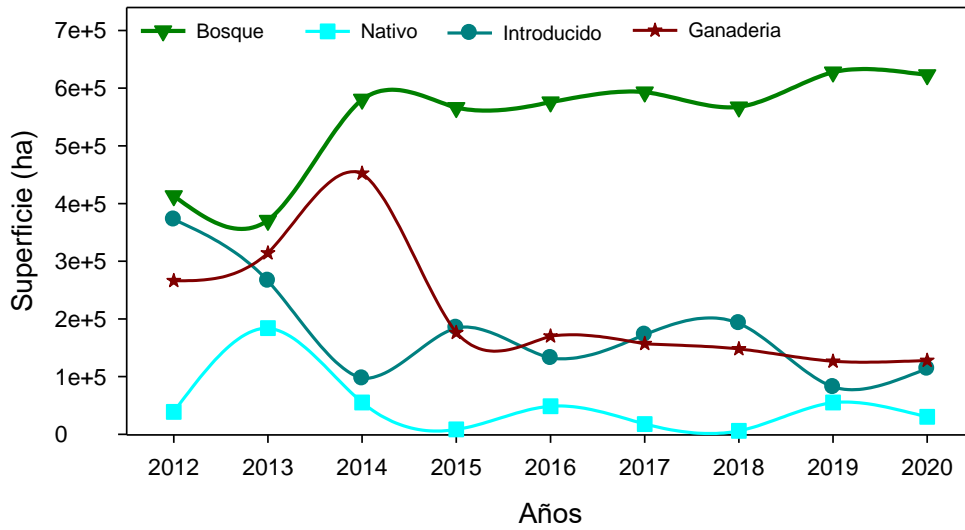


En el siguiente paso debemos señalar la provincia de estudio en este caso la provincia de Morona Santiago donde en la parte derecha superior se despliega la información de uso de suelo en este caso la información nos dio desde el 2012 debido a que este año se recogió información en esta provincia, pero existe información de otras provincias que data del 2002.

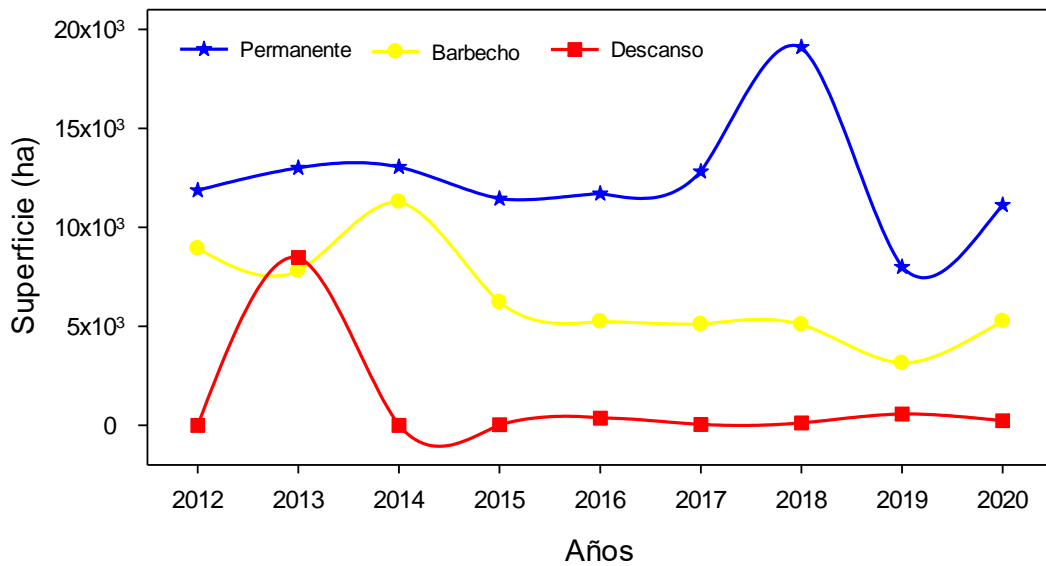
Después de obtener la información de uso de suelos en el intervalo de años desde el 2012-2020, se agrupa la información en programa Excel de Microsoft office y se consideraron los factores de bosques, pastizales nativos, introducidos, ganadería, cultivos perennes, tierras en descanso y barbecho.

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Bosque	413548	370701	580798	566153	575961	593412	567341	627895	623143
Nativo	38866	184119	55104	8592	48680	17915	5894	55096	30330
Introducido	372424	266183	96880	184736	132298	172701	192623	81875	113580
Permanente	11870	13003	13049	11446	11707	12821	19101	7996	11129
Barbecho	8934	7802	11292	6210	5246	5100	5092	3133	5262
Descanso	0	8479	0	32	366	45	121	575	234
Ganaderia	266207	314226	452398	176088	170206	156976	148087	126555	127898

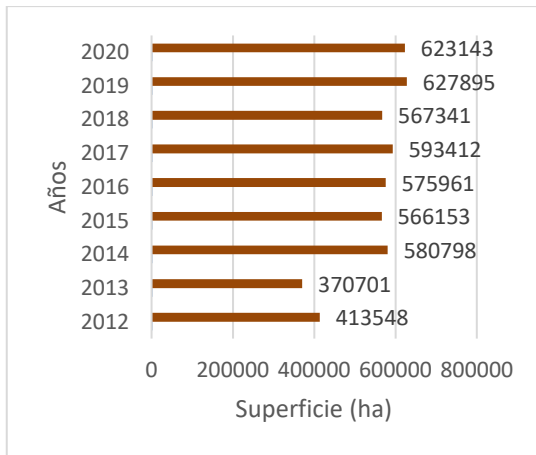
En el siguiente procedimiento para establecer en que rangos se va fluctuando estos factores se realiza una gráfica estadística de forma lineal donde se observa las tendencias máximas y mínimas que ha transcurrido en el cambio de uso de suelo en la provincia desde el 2012 y 2020, esta gráfica se lo realiza en el software gratuito sigmaplot



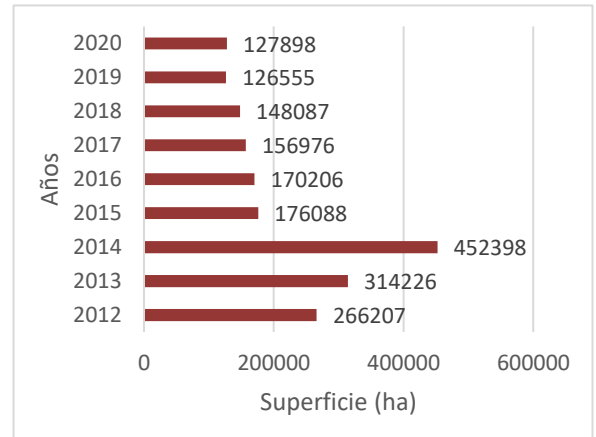
Para determinar los cambios de uso de la tierra de tipo conservacionista de la provincia de Morona Santiago en el periodo 2012-2020 se toma los factores: Permanente, Barbecho y descanso con los siguientes datos administrados en la tabla de Exel y se los grafica igualmente en el sigmaplot.



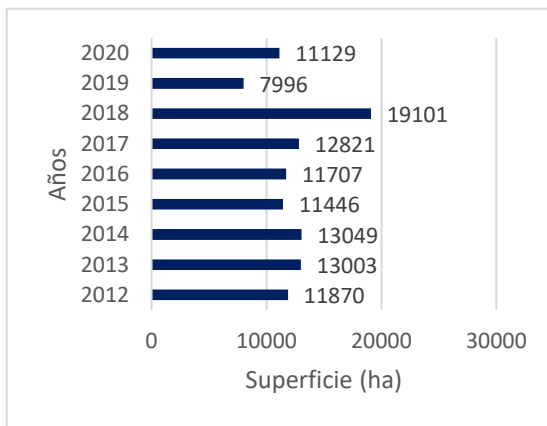
En los siguientes factores evaluados de la tabla principal de datos de Exel se toma cada factor por separado y evalúa por cada año y se la gráfica de igual forma, las gráficas pueden ser tanto realizadas en Exel como también en el programa Sigmaplot.



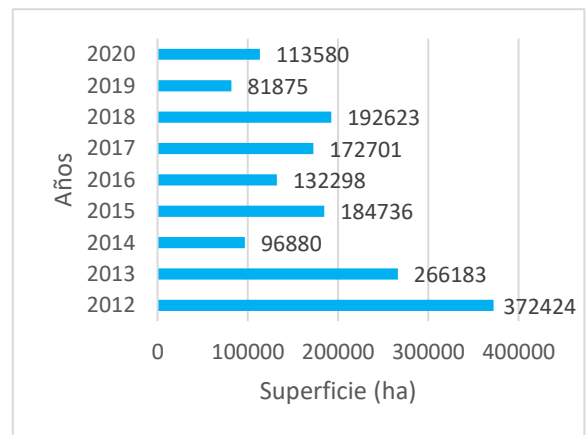
Cambios en superficie de tierra bajo bosque



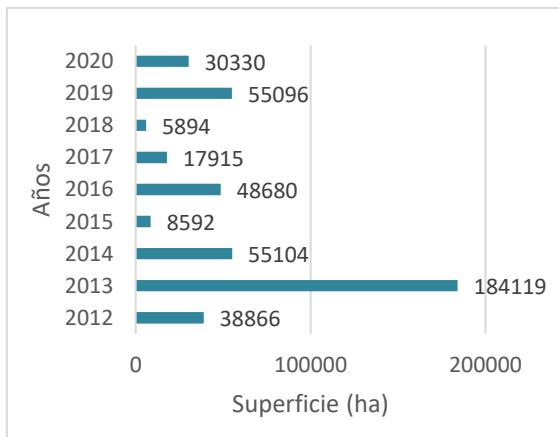
Cambios de superficie de tierra bajo Ganadería



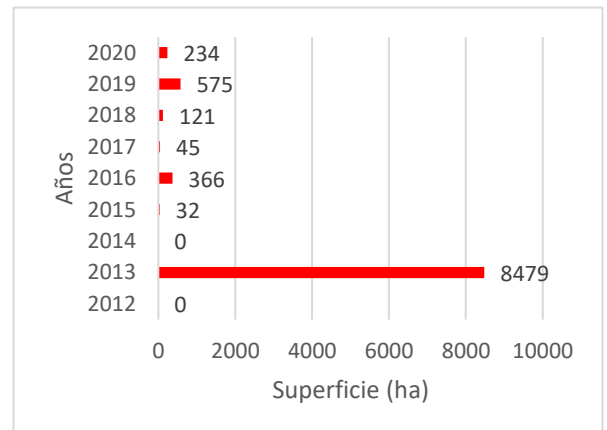
Cambios de superficie de tierra en pasturas



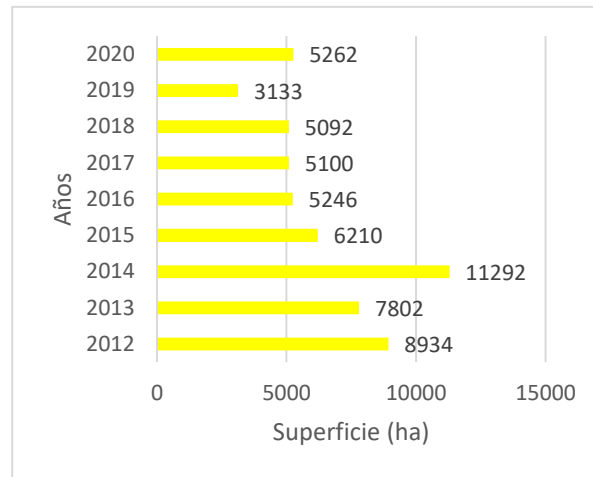
Cambios en superficie de cultivos permanentes



Cambios de superficie de tierra pasturas introducidas



Cambios de superficie de tierra en descanso



Cambios de superficie de tierra en Barbecho

Análisis estadístico

En este paso se debe realizar una estadística descriptiva en la cual se debe hacer fuente de la consulta de información de artículos científicos, libros, sitios web sobre las probables causas que generan valores fluctuantes en los diferentes cambios de superficie de Tierra, la fuente debe realizarse en un periodo no mucho de cinco años, es decir desde el 2017, también hay que tomar en cuenta donde se realiza los estudios debido a que la provincia de Morona Santiago posee un clima Subtropical debe basarse en estudios referentes a la amazonia de Sudamérica o de climas similares que hay en nuestro planeta.

Estimación de la Erosión y la Emisión del CO₂

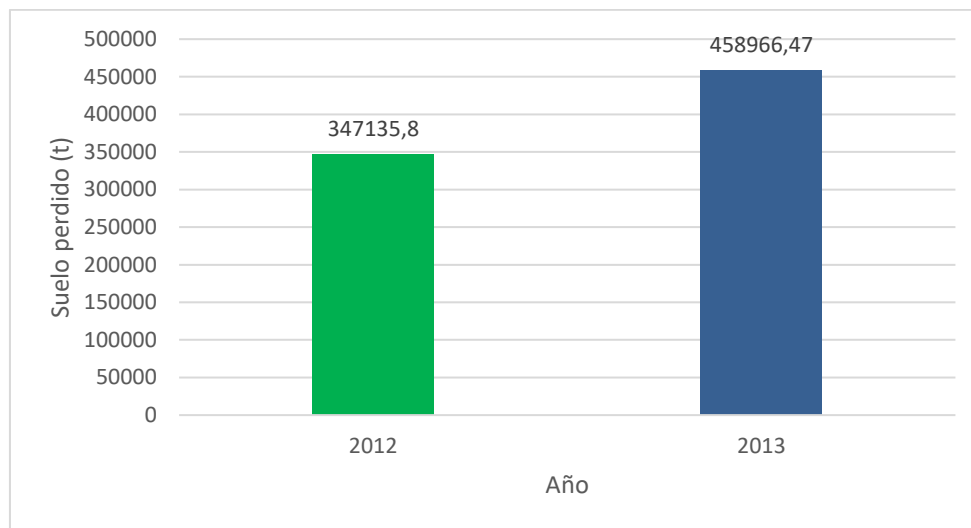
Se estimaron las pérdidas de suelo expresada en tonelada por año usando para ello esta ecuación $Erosión\ estimada = 2,61\ Mg/ha \times superficies\ deforestadas\ (ha)$ que corresponde a un bosque cuyas condiciones edafoclimáticas son similares a la de Morona- Santiago, el área una vez deforestada que genera una pérdida de suelo de 2,61 Mg/ha/año, el cual fue el coeficiente usado para estimar la perdida de suelo la provincia.

Se estimó la producción de CO₂ a la atmosfera expresada en tonelada por año y dado la dificultad para la medición directa se estimaron usando ecuaciones previamente establecidas: **CO₂ estimado = 34,27 Mg de CO₂ × superficies deforestadas (ha)**, partiendo de la premisa de que una hectárea de bosque tropical contiene 34,27 Mg de CO₂ (Aguirre et al., 2018, p. 940), asumiendo que es el C que pueden almacenar especies arbóreas con hábitos de crecimiento similar a las predominante en la provincia de Morona-Santiago. Se saca el promedio de las cantidades mencionadas en el gráfico de cambios de superficie bajo bosque de la provincia de Morona Santiago que comprende el periodo 2012-2020

2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Promedio
413548	370701	580798	566153	575961	593412	567341	627895	623143	546550,222

Una vez ya calculado los valores se los representa gráficamente

2012	2013	Año	2012	2013
413548	370701	Suelo perdido	347135,8	458966,47
546550,222	546550,222			
-133002,222	-175849,222			
*2,61	*2,61			
-347135,8	-458966,47			



Para el cálculo de la erosión de suelos por pasturas estas se suman los datos del cambio de superficie de pasturas introducidas con los cambios de superficie de pasturas nativas, debido a que ese año hubo una tasa de deforestación de bosques, al mencionar la introducción de pasturas, la tendencia de erosión aumenta para esto se realiza la suma de la pérdida de pastos nativos y el aumento de los pastos introducidos.

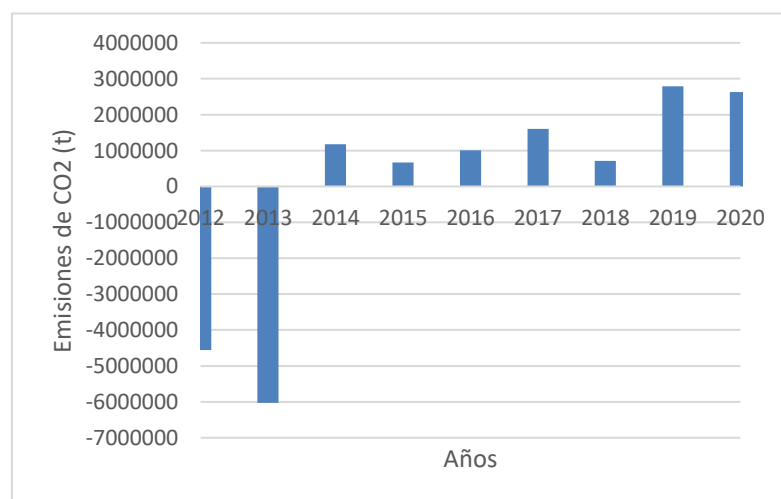
2012	2013
372424	266183
38866	184119
411290	450302

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ se lo realiza tomando la diferencia del valor promedio con el valor del cambio de superficie de bosques y estos se lo aplica la ecuación del cálculo de las emisiones que es la siguiente **CO₂ estimado = 34,27 Mg de CO₂ × superficies deforestadas.**

2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
-	-	-	-	-	-	-	-	-
133002,2	175849,2	34247,77	19602,77	29410,77	46861,77	20790,77	81344,77	76592,777
34,27	34,27	34,27	34,27	34,27	34,27	34,27	34,27	34,27
4557986,16	6026352,8	1173671,3	671787,19	1007907,3	1605953,1	712499,95	2787685,5	2624834,49

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Emisión	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bosque	4557986,16	6026352,85	1173671,34	671787,194	1007907,35	1605953,12	712499,954	2787685,53	2624834,49
Emisión	413548	370701	580798	566153	575961	593412	567341	627895	623143

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Emisión	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pasto	4557986,16	6026352,85	1173671,34	671787,194	1007907,35	1605953,12	712499,954	2787685,53	2624834,49
Emisión	411290	450302	151984	193328	180978	190616	198517	136971	143910



Relaciones establecidas

Se correlacionaron los cambios en la cobertura vegetal producto de la tierra con parámetros climáticos como temperatura y precipitación, la correlación se realizó usando el método de Pearson, el cual mide asociación entre dos variables numéricas, específicamente evalúa la tendencia (creciente o decreciente) en los datos y los cálculos del coeficiente de correlación y la gráfica se procesaron en el paquete estadístico o infostat. Presentándose como salidas gráficas, junto a la ecuación correspondiente para cada caso.

VARIABLES EVALUADAS

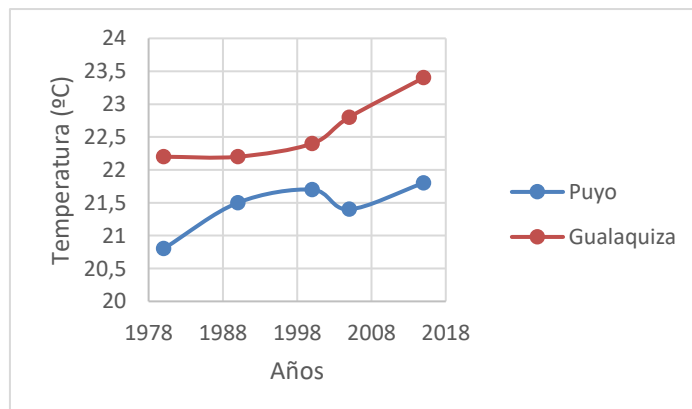
Las variables consideradas en el análisis fueron las superficies sembradas bajo los usos considerados, la tasa de erosión y CO₂, estimadas mediante ecuaciones seleccionadas de estudios previos en condiciones edafoclimáticas similares y las variaciones en temperaturas y precipitación durante el periodo 1980-2015 de las estaciones Puyo y Gualaquiza.

Estimaciones de Temperatura y Precipitación

En este paso se toma los datos proporcionados en los anuarios del INAMHI de los años 1980 hasta el 2015, a partir del 2015 los datos de anuarios climatológicos son de carácter institucional ya que por medio de oficios se puede obtener los datos hasta el 2020 pero para este estudio se lo realizó solo hasta el 2015, debido a la demora de la entrega de los datos de los años siguientes y también se tomó en consideración como fluctúan la temperatura y la precipitación de las dos estaciones que se encuentra cerca de la provincia de Morona Santiago que son las estaciones de Gualaquiza y de Puyo cada una se lo hizo promediando cada diez a cinco años para la obtención de los datos y posteriormente se realizó una gráfica de tendencia.

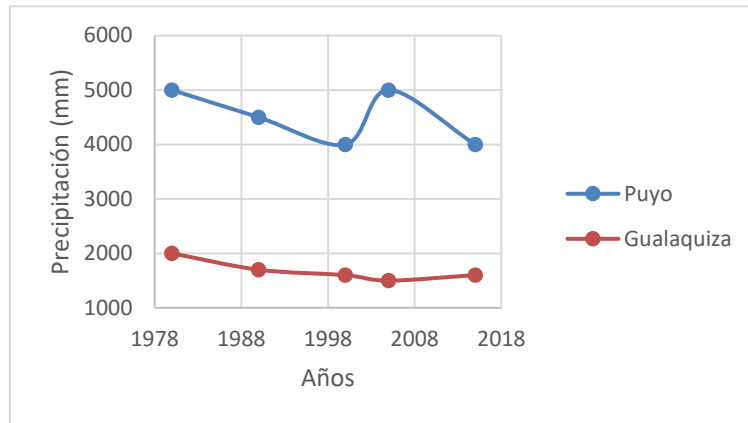
Temperatura

Años	Puyo	Gualaquiza
1980	20,8	22,2
1990	21,5	22,2
2000	21,7	22,4
2005	21,4	22,8
2015	21,8	23,4



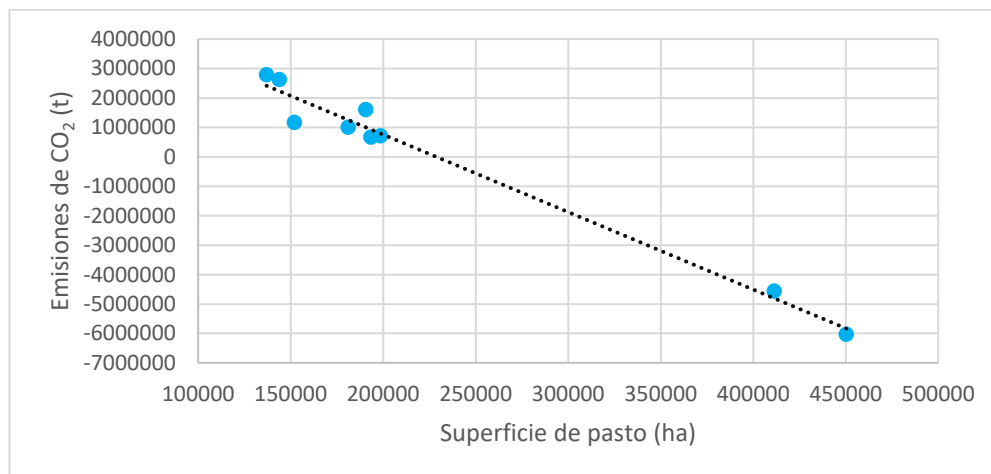
Precipitación

	1980	1990	2000	2005	2015
Puyo	5000mm	4500mm	4000mm	5000mm	4000mm
Gualaquiza	2000mm	1700mm	1600mm	1500mm	1600mm

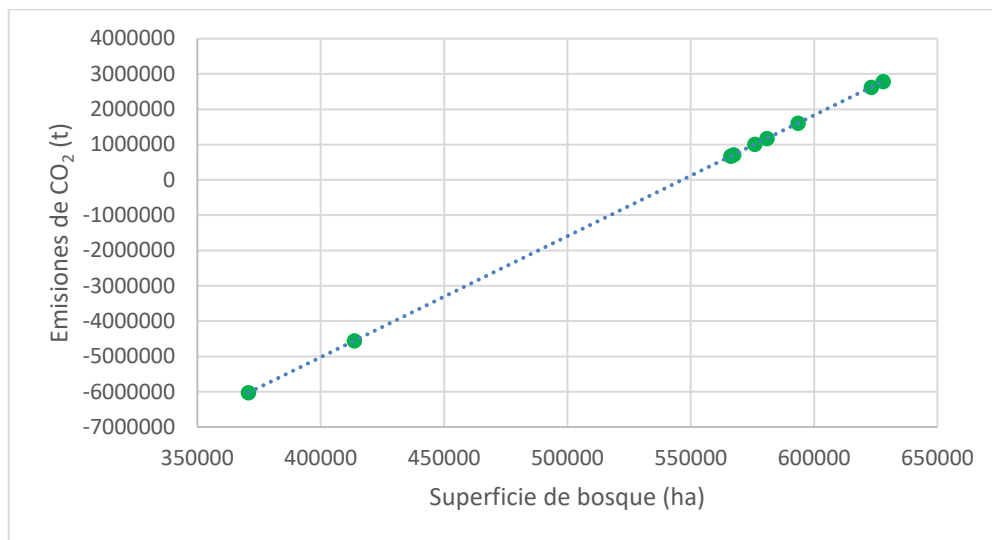


Correlaciones

Con los datos obtenidos se pudieron establecer relaciones que explicaron el aumento o disminución de las captaciones de CO₂ en función del cambio en la cobertura vegetal, en primer se estableció la correlación entre la emisión de CO₂ con la superficie sembrada de pasto.



La segunda correlación que se estableció la correlación entre la emisión de CO₂ con la superficie sembrada de bosques, cuyos resultados se observan en la figura 22-3, la cual fue altamente significativa ($P < 0,05$), pero de tendencia positiva, dado que al aumentar la superficie de bosqueamiento la capacidad del suelo para captar CO₂, lo que se conoce como secuestro de carbono y por ende se incrementa las emisiones de CO₂ atmosférico.



Discusión

Se discutieron los resultados sobre la base de los cambios en la erosión, cambio climático, emisiones de CO₂, las cuales fueron explicadas por la tendencia observada en los cambios de uso de la tierra y sustentada con trabajos similares publicados en revistas de alto impacto.

Conclusiones

Las conclusiones de la investigación se formularon, guardando estrecha relación con cada uno de los objetivos formulados y se tomó como premisa que las mismas fueron basadas en resultados comprobables y no especulaciones dado que se tenían 4 objetivos se formularon 4 conclusiones.

Recomendaciones

Se formularon con el objetivo de profundizar futuras investigaciones en la provincia Morona-Santiago, o si desea replicar la experiencia usando la base de datos para otras provincias del Ecuador, así mismos de hicieron sugerencias en cuanto a la visión del investigador sobre las políticas ambientales y los usos que se deben priorizar en la provincia para alcanzar el desarrollo sostenible.



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: 24 / 06 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)

Nombres – Apellidos: Xavier Antonio Loor Lalvay

INFORMACIÓN INSTITUCIONAL

Facultad: Ciencias

Carrera: Ingeniería Ambiental

Título a optar: Ingeniero Ambiental

f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.



1356-DBRA-UTP-2022



Firmado electrónicamente por:
**LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE**