



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

Análisis multitemporal de la superficie ocupada por la plantación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la parroquia rural Valparaíso cantón Guano.

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniera Ambiental

Autor:

Martínez Vera, Nancy Paola

Tutor:

MsC. Carla Fernanda Silva Padilla

Riobamba, Ecuador.2022

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Nancy Paola Martínez Vera, con cédula de ciudadanía No. 195003111-0, autora del trabajo de investigación titulado: Análisis multitemporal de la superficie ocupada por la plantación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la parroquia rural Valparaíso cantón Guano, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 30 de noviembre de 2022.



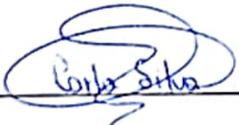
Nancy Paola Martínez Vera

C.I: 195003111-0

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Carla Fernanda Silva Padilla catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería carrera de Ingeniería Ambiental , por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Análisis multitemporal de la superficie ocupada por la plantación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la parroquia rural Valparaíso cantón Guano, bajo la autoría de Nancy Paola Martínez Vera ; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 30 días del mes de noviembre de 2022.



MsC. Carla Fernanda Silva Padilla

C.I: 0603952086

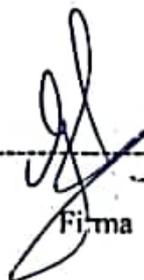
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Análisis multitemporal de la superficie ocupada por la plantación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la parroquia rural Valparaíso cantón Guano, presentado por Nancy Paola Martínez Vera, con cédula de identidad número 1950031110, bajo la tutoría de MsC. Carla Fernanda Silva Padilla; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba el 30 de noviembre del 2022.

Presidente del Tribunal de Grado

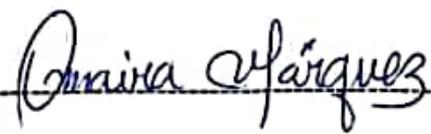
MsC. Patricio Santillán



Firma

Miembro del Tribunal de Grado

PhD. Omaira Márquez



Firma

Miembro del Tribunal de Grado

MsC. Ana Belén Mejía



Firma



CERTIFICACIÓN

Que, **Martínez Vera Nancy Paola** con CC: **1950031110**, estudiante de la Carrera INGENIERIA AMBIENTAL, Facultad de INGENIERIA; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado " **ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA SUPERFICIE OCUPADA POR LA PLANTACIÓN DE GUARANGO (*Caesalpinia spinosa*) EN LA PARROQUIA RURAL VALPARAISO CANTÓN GUANO**", cumple con el **8%**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, **22 de noviembre** de **2022**

MsC. Carla Silva

TUTOR (A)

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo al forjador de mi camino, a mi Dios por brindarme salud, fortaleza, sabiduría y la capacidad con la que he podido llegar a cristalizar esta importante etapa de mi vida.

De forma especial, a mi sobrina Martina, mis hermanos Angélica, Omar, Sori, Marx y mis padres Marcelo y Nancy, por quienes no tengo palabras para expresar mi amor y gratitud; por su fe, su sacrificio y su desinteresada ayuda en todo momento, gracias a ellos y para ellos he llegado a culminar una meta más de mi vida.

Finalmente, a mis amigos y familiares, por brindarme un consejo y una mano amiga, cuando mis ánimos decaían, recordándome que todo es posible si así lo deseamos.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, les agradezco a mis padres *Marcelo Martínez Vega* y *Nancy Vera Benítez*, que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades. También son los que me han brindado el soporte material y económico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos.

A mi tutora MsC. *Carla Silva Padilla*, le agradezco muy profundamente por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional.

Agradecerles a todos mis compañeras las cuales muchas de ellas se han convertido en mis amigas y cómplices. Gracias por las horas compartidas, los trabajos realizados en conjunto y las historias vividas.

Por último, agradecer a mi universidad que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	2
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	3
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	4
CERTIFICADO ANTIPLAGIO.....	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTOS	7
ÍNDICE GENERAL	8
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE FIGURAS	11
RESUMEN	12
CAPÍTULO I	14
INTRODUCCIÓN	14
Antecedentes	14
Planteamiento del Problema	14
Justificación	15
Objetivos	16
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO	17
Panorama Ambiental: Antecedentes.....	17
Ecosistemas frágiles.....	17
Cambio de uso del suelo	17
Guarango.....	18
Teledetección	18
Análisis del cambio de uso de suelo aplicando teledetección	19
Sensores remotos	19
Landsat.....	20
Sentinel	21
Imagen Satelital	21

Correcciones básicas de imágenes satelitales	22
Análisis multitemporal.....	22
Clasificación supervisada.....	22
CAPÍTULO III.....	23
METODOLOGÍA.....	23
Materiales y Equipos	23
Descripción del área de estudio	23
Fase metodológica	24
Fase I: Localización y caracterización biofísica de Valparaíso	24
Fase II: Diagnóstico multitemporal.....	25
Fase III: Plan de Conservación	31
CAPÍTULO IV	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
Caracterización del componente biofísico de la parroquia rural Valparaíso	33
Análisis del cambio de uso de suelo de la parroquia rural Valparaíso	45
CAPITULO V.....	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
Conclusiones.....	53
Recomendaciones	53
BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Evolución del satélite Landsat	20
Tabla 2	Tipos de Sensores Sentinel 2	21
Tabla 3	Materiales y equipos	23
Tabla 4	Clasificación del uso del suelo de la parroquia rural Valparaíso	28
Tabla 5	Grado de confiabilidad del índice Kappa	30
Tabla 6	Interpretación de la tasa de cambio (TCA).....	31
Tabla 7	Ecosistemas que predominan en la parroquia Valparaíso	36
Tabla 8	Unidades morfológicas de Valparaíso	38
Tabla 9	Tipo de pendientes existentes en Valparaíso.....	39
Tabla 10	Taxonomía del suelo de Valparaíso	41
Tabla 11	Textura del suelo de Valparaíso	42
Tabla 12	Flora existente en la parroquia Valparaíso	43
Tabla 13	Especies silvestres existentes	44
Tabla 14	Síntesis de las problemáticas existentes en la parroquia Valparaíso	45
Tabla 15	Matriz de confusión, validación de la clasificación supervisada del 2012....	46
Tabla 16	Matriz de confusión, validación de la clasificación supervisada del 2016....	47
Tabla 17	Matriz de confusión, validación de la clasificación supervisada del 2020....	48
Tabla 18	Porcentaje de confiabilidad de las imágenes satelitales	49
Tabla 19	Cambio de uso de suelo y tasa de cambio en los años 2012, 2016 y 2020 ...	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa de Ubicación de la Parroquia Rural Valparaíso Cantón Guano.....	24
Figura 2	Esquema para realizar la Clasificación Supervisada.....	28
Figura 3	Esquema para realizar la Validación de la Clasificación Supervisada	29
Figura 4	Esquema para realizar el Plan de Conservación	32
Figura 5	Mapa de Precipitaciones Anuales de la Parroquia Rural Valparaíso.....	34
Figura 6	Mapa Pisos Bioclimáticos y Rangos de Temperatura de Valparaíso.....	35
Figura 7	Hidrografía de la Parroquia Rural de Valparaíso.....	36
Figura 8	Unidades Geomorfológicas de la Parroquia Rural Valparaíso	38
Figura 9	Tipos de Pendientes en la Parroquia Rural Valparaíso	39
Figura 10	Mapa Taxonómico del Suelo de la Parroquia Rural Valparaíso.....	41
Figura 11	Mapa Textural de la Parroquia Rural Valparaíso	42
Figura 12	Cambios de Uso de Suelo de la Parroquia Rural Valparaíso.....	50

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue realizar un análisis multitemporal de la superficie ocupada por la plantación de guarango (*Caesalpinia spinosa*), en la parroquia rural Valparaíso cantón Guano, ya que esta leguminosa tiene un alto valor conservacionista en la recuperación de suelos que han sufrido un proceso de erosión. La metodología partió de la utilización y digitalización de imágenes satelitales de los años 2012, 2016 y 2020; así mismo, se trabajó con el programa ArcGIS para el procesamiento de la información principalmente en el desarrollo de la clasificación supervisada, con el fin de establecer la dinámica de los usos de suelo mediante el cálculo de la TCA, para conocer el porcentaje que se ha modificado en la zona de estudio.

Los resultados obtenidos para la plantación de guarango muestran que en el año 2012 no existieron valores de esta clase de uso de suelo, debido a que en dichos años por datos bibliográficos se conoce que comenzó un proceso de reforestación en Valparaíso. En el año 2016 se evidenció un cambio del 0.6% del área total de la parroquia, sin embargo, en el periodo 2020 decreció el área ocupada por la especie contando apenas con el 0.3% del total del área de la zona de estudio; donde los factores climáticos, edáficos y antrópicos fueron los precursores de este suceso de disminución.

Es por ello que se propuso un plan de conservación para el guarango, debido a los beneficios que brinda esta especie forestal, para proteger los suelos de la zona interandina de Valparaíso que han sufrido un proceso de erosión y presentan problemas de fertilidad.

Palabras claves: imágenes satelitales, guarango, clasificación supervisada, Valparaíso, TCA.

ABSTRACT

The objective of this research was to perform a multitemporal analysis of the area occupied by the plantation of “guarango” (*Caesalpinia spinosa*), in the rural parish of Valparaíso, Guano canton, since this legume has a high conservation value in the recovery of soils that have suffered a process of erosion.

The methodology was based on the use and digitization of satellite images of the years 2012, 2016 and 2020. In addition, we worked with the ArcGIS program for the processing of the information mainly in the development of the supervised classification, in order to establish the dynamics of land use by calculating the TCA, to know the percentage that has been modified in the study area.

The results obtained for the “guarango” plantation show that in the year 2012 there were no values of this land use class, due to the fact that in those years by bibliographic data it is known that a reforestation process began in Valparaíso. In 2016, a change of 0.6% of the total area of the parish was evidenced, however, in the period 2020 the area occupied by the species decreased with only 0.3% of the total area of the study area; where climatic, edaphic and anthropic factors were the precursors of this decrease.

For this reason, a conservation plan for the “guarango” was proposed, due to the benefits provided by this forest species, to protect the soils of the inter-Andean zone of Valparaíso, which have suffered a process of erosion and present fertility problems.

Key words: satellite images, “guarango”, supervised classification, Valparaíso, TCA



DORIS ALEXANDRA
CHUQUIMARCA ONCE

Reviewed by:

Mgs: Doris Chuquimarca Once

ENGLISH PROFESSOR

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Ecuador es un país privilegiado por presentar una gran diversidad de ecosistemas naturales (Aucancela, 2018), sin embargo, actualmente la mayoría de ellos son considerados como frágiles, debido a su alto grado de contaminación y depredación a causa de las actividades antrópicas, provocando graves desequilibrios ambientales, por lo tanto es necesario y fundamental adoptar medidas apropiadas para preservar estos ecosistemas (GADP Puerto Murialdo, 2019).

Entre los ecosistemas frágiles del Ecuador se encuentran los bosques secos andinos, considerados como desiertos, tierras semiáridas, montañas, pantanos y bofedales que presentan problemas graves de deforestación y degradación (Pizarro, 2012), debido a que muchos de estos han sido reemplazados por monocultivos agrícolas aparentemente rentables, pero no sostenibles (Fabara, 2012), sin embargo, existe una leguminosa nativa propia de este tipo de ecosistema ideal para mejorar suelos que han sufrido un proceso de erosión conocida como guarango (*Caesalpinia spinosa*).

El guarango es una especie nativa del Ecuador que crece y se desarrolla en los valles secos interandinos desde los 500 hasta los 3200 m.s.n.m., asimismo los estudios demuestran que esta especie, tiene un alto valor conservacionista, desde que es una leguminosa fijando nitrógeno atmosférico al suelo, mejorando su fertilidad y su capacidad productiva siendo una opción ideal para programas de agroforestería y de cobertura de suelos propensos a la erosión (Aguirre, 2012; Arteaga, 2015).

Planteamiento del Problema

En Ecuador los bosques secos andinos se encuentran en los valles interandinos de la Sierra ecuatoriana, en las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura, Carchi y Chimborazo (Aguirre, 2012). El área del bosque seco andino es considerada una zona de importancia ecológica por ser un ecosistema frágil, que se caracteriza por la ausencia de precipitación y altos niveles de erosión, ya que presentan pérdidas en el potencial de fertilidad y en el recurso hídrico a causa de la presión humana.

La presente investigación se desarrolló en la provincia de Chimborazo cantón Guano, parroquia rural Valparaíso, donde instituciones públicas principalmente el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo conjuntamente con el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica pretenden desarrollar un proyecto para conocer la superficie ocupada por la plantación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) mediante el uso de técnicas de

teledetección con la finalidad de potenciar su uso económico y ecológico, puesto que de esta especie se obtiene una serie de productos y subproductos, además de mejorar la fertilidad mediante el aporte de nutrientes y nitrógeno al suelo.

La problemática actual que presenta la parroquia es la desertificación, ya que es la ruptura del equilibrio entre el sistema de recursos naturales y el sistema socioeconómico que los explota (MAGAP y IEE, 2016), a causa del avance progresivo de la frontera agrícola hacia los páramos y plantaciones forestales exóticas (*Pinus radiata* y *Eucaliptus globulus*) que afectan la fertilidad del suelo y asimismo inciden en la disminución del agua (PDOT Valparaíso, 2020); en cuanto a eventos adversos naturales, de acuerdo con investigaciones Valparaíso es una de las zonas de susceptibilidad alta a sequías, debido al uso inadecuado de los suelos (MAGAP y IEE, 2016b), lo cual ha ocasionado que esta especie no sea aprovechada en su mayor potencial.

Por lo tanto, se busca potenciar el estudio del guarango y a la vez proponer un Plan de Conservación, el cual contiene tres ejes principales que es la protección, concientización y reforestación de la misma, con el fin de suplir la principal problemática de la zona de estudio.

Justificación

Entre los ecosistemas frágiles del Ecuador se encuentran los bosques secos andinos, como es el caso de la parroquia rural Valparaíso, donde sus suelos comúnmente presentan problemas graves de deforestación y degradación siendo reemplazados por monocultivos agrícolas aparentemente rentables, pero no sostenibles (Fabara, 2012).

En las últimas décadas factores como la expansión de la frontera agrícola, procesos de urbanización, entre otros, han deteriorado de forma continua el estado natural de los ecosistemas, limitando los servicios ambientales generados por los mismos y poniendo en peligro la biodiversidad única de estas zonas (Rebollo, 2012).

Asimismo, las actividades antropogénicas han sido las responsables de la gran transformación del paisaje en los últimos tres siglos donde ecosistemas se encuentran sometidos a cambios constantes, los cuales se producen a diferentes escalas espaciales y temporales; uno de los principales cambios que los afectan actualmente es la deforestación (Zavala, 2016).

La importancia de este trabajo de investigación radica en la cuantificación de la plantación de guarango, y a la vez en la propuesta de un plan de conservación encaminado a proteger la especie, ya que tiene la capacidad de recuperar áreas degradadas, puesto que desde el año 2011 en datos bibliográficos mencionan que en Valparaíso comenzó la reforestación de la leguminosa, por lo tanto la necesidad de contar con información fiable y oportuna es fundamental, lo cual ayuda a reflejar la situación de los suelos de la parroquia utilizando técnicas de teledetección como principal herramienta en el desarrollo del diagnóstico multitemporal.

Objetivos

General:

Realizar un análisis multitemporal de la superficie ocupada por la plantación de guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la parroquia rural de Valparaíso cantón Guano.

Específicos:

- Desarrollar la caracterización biofísica de la parroquia rural Valparaíso cantón Guano.
- Cuantificar la plantación de guarango en la parroquia rural Valparaíso cantón Guano en los periodos 2012, 2016 y 2020 a través del cálculo de la tasa de cambio de uso del suelo.
- Proponer un plan de conservación para la plantación de guarango en la parroquia rural de Valparaíso cantón Guano.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Panorama Ambiental: Antecedentes

El Ecuador se caracteriza por la gran variedad y la riqueza de sus recursos naturales, en este contexto, el Ministerio del Ambiente presentó el sistema de clasificación de ecosistemas, definido como un conjunto de metodologías que permiten agrupar y delimitar comunidades bióticas y sus interacciones con los elementos de forma lógica y ordenada para disponerlas en categorías con un orden jerárquico e inclusivo (MAE, 2013).

Uno de los criterios para que un ecosistema natural sea considerado como frágil es por el grado de amenaza que ha sufrido a causa de las actividades antrópicas, los cuales provocan graves desequilibrios ambientales y por lo tanto requieren un manejo adecuado para asegurar su permanencia (GADP Puerto Murialdo, 2019).

Ecosistemas frágiles

Rengifo et al. (2014) menciona que los ecosistemas frágiles son, “aquellos que tienen características o recursos singulares de baja resiliencia (capacidad de retornar a sus condiciones originales) e inestables ante eventos impactantes de naturaleza antropogénica, que producen en el mismo, una profunda alteración en su estructura y composición. La condición de fragilidad es inherente al ecosistema y sólo se manifiesta bajo las condiciones de disturbio. Queda establecido que, a mayor fragilidad, mayor es la necesidad de conservación” (p.15).

De la misma manera SERFOR (2021) afirma que, “son áreas de alto valor de conservación, con gran riqueza en especies de flora y fauna silvestre, ya que brindan servicios ecosistémicos en beneficio de la población local, mismas que están siendo amenazadas por factores antrópicos principalmente la erosión” (p.2).

Cambio de uso del suelo

De acuerdo con García et al. (2012) el cambio de uso de suelo indica la intensidad de la presión que ejercen las actividades agrícolas, la densidad poblacional y crecimiento de las zonas urbanas sobre los recursos (p.72), de modo que se requiere un uso intensivo de la tierra, dando paso a una controversia entre conservación y desarrollo (Alvarado, 2019).

Existen diversos factores responsables que influyen en el cambio del uso del suelo, como: ambientales, demográficos, económicos y socioculturales, que en su conjunto llegan a

provocar un deterioro ambiental y pérdida de la diversidad biológica (López et al., 2015). Los estudios sobre el cambio del uso del suelo y la cobertura vegetal proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y disminución de la biodiversidad de una región determinada (García et al., 2012).

Guarango

Origen

El guarango o también llamado Tara (*Caesalpinia spinosa*) es una planta andina que crece en la zona occidental de la cordillera de los Andes y en valles interandinos de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Chile y Bolivia (Chambi et al., 2013; Revelo et al., 2015). En Ecuador se conoce que existen árboles a lo largo de toda la región interandina, aunque las provincias productoras más importantes son Imbabura, Loja y Chimborazo (Arteaga, 2015).

Beneficios del guarango

Mediante la investigación de los usos y beneficios ecológicos es reconocido ampliamente por ser una leguminosa poco exigente en cuanto a la calidad del suelo, dado que acepta suelos pedregosos, degradados y con bajos regímenes de precipitación (Arteaga, 2015).

El guarango puede llegar a fijar hasta 19931.84 kg de carbono/ha (Benites, 2016), permitiendo recuperar suelos erosionados (Allaica, 2015). La investigación de Marca y Vaca (2022) indican que los suelos con presencia de guarango evidencian un porcentaje de nitrógeno de 0.12%, considerándose como un suelo medio con tendencia a un suelo alto en nitrógeno, lo cual es de gran importancia, ya que es uno de los principales macroelementos primarios necesarios para el desarrollo y crecimiento de los cultivos (Júarez-Morales, 2018).

Teledetección

Es una ciencia que adquiere datos de la superficie terrestre mediante sensores remotos instalados en plataformas espaciales. La interacción electromagnética entre el terreno y el sensor genera una serie de datos que son procesados posteriormente para obtener información interpretable de la Tierra (IGN, 2020).

Se usa la teledetección para estimar la heterogeneidad del paisaje y la diversidad de especies demostrando que es una herramienta poderosa, ya que permite trabajar a una alta resolución espacial y temporal; para mapear los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas (cobertura terrestre, uso del suelo, perturbación ecológica y fenología de la

vegetación) y estimar sus cambios a través del tiempo (Rocchini et al., 2013; Sánchez-Díaz, 2018).

Análisis del cambio de uso de suelo aplicando teledetección

Los análisis del cambio de uso de suelo pueden utilizarse para reorientar los programas de manejo y restauración de ecosistemas degradados, así mismo los resultados pueden mostrar el grado de fragmentación del área (Ruiz et al., 2013).

La cuantificación de cambios de uso de suelo a través de la percepción remota, junto con las herramientas de análisis que ofrecen los SIG son una forma muy eficaz para comprender la dinámica de cambio de una zona (Santi, 2018).

El desarrollo de investigaciones relacionadas con los cambios ocurridos en las cubiertas terrestres y usos del suelo requiere fundamentalmente, el uso y manipulación de distintos insumos cartográficos, a partir de los cuales, los especialistas en el área y autoridades responsables del uso y manejo de los recursos naturales, establecen e implementan políticas orientadas al aprovechamiento y conservación de los mismos, planteando diversos métodos y técnicas para el análisis de los cambios de uso del suelo (Camacho et al., 2015; Flores-Aguilar et al., 2020).

Sensores remotos

Son dispositivos que permiten capturar información de los objetos sin tener contacto directo con ellos (Ladino, 2012); generalmente, necesitan de una plataforma donde integrarse para realizar el procedimiento de captar, registrar y transmitir la energía que reciben. Estas plataformas son satélites como por ejemplo Landsat, Meteosat, NOAA, SPOT o los aviones que los transportan (Pérez, 2019).

Sensores Pasivos

Miden la luz reflejada o emitida de forma natural desde las superficies y los objetos. Los instrumentos simplemente observan y van a depender, principalmente, de la energía solar como la fuente de radiación final para iluminar superficies y objetos. Los sensores pasivos, según su procedimiento para grabar la energía recibida, se agrupan en: sensores fotográficos, óptico-electrónicos, de antena o radiómetros de microondas (Pérez, 2019).

Sensores Activos

Emiten su propia energía y luego miden el retorno de esa energía tras interactuar con una superficie. Existen dos tipos de sensores: el lidar que es utilizado en el espectro visible y en

el espectro infrarrojo cercano; y el radar que opera en la región de las microondas (Pérez, 2019). El sensor radar contiene dos tipos de sensores esenciales que utiliza la plataforma Landsat.

Landsat

Antes de 1972, la idea de utilizar datos de satélite para la vigilancia terrestre, la cartografía o la exploración era un concepto visionario. Hecho que da origen al Programa Landsat, el cual se constituye en una serie de misiones de observación de la tierra por satélite gestionadas conjuntamente por la NASA y el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) (Ariza, 2013).

Landsat posee un archivo histórico incomparable en calidad, detalle, cobertura y duración. Mediante la combinación de bandas se puede resaltar variaciones de color, tonalidad, textura de rocas. Esta plataforma es muy utilizada para el mapeo de estructuras y la detección de zonas de óxidos y arcilla. Landsat tiene imágenes de todo el mundo desde la década del 80 hasta la actualidad (Arenas, 2016).

Las imágenes satelitales Landsat poseen 7 u 8 bandas espectrales, que son usadas principalmente para el monitoreo de la vegetación, para aplicaciones geológicas y estudio de los recursos naturales, dichas bandas pueden combinarse formando una amplia gama de imágenes de color que aumentan aún más sus aplicaciones (Baumann, 2016).

Características del satélite Landsat

En la tabla 1, se muestra la evolución del satélite Landsat con su respectiva resolución espacial, temporal y espectral-radiométrica.

Tabla 1

Evolución del satélite Landsat

Satélite	Resolución Espectral (Bandas) y Radiométrica	Resolución Espacial (m)	Resolución Temporal (días)
Landsat 5 (TM)	<ul style="list-style-type: none"> • 6 multiespectrales • 1 termal • 8 bits 	<ul style="list-style-type: none"> • Multiespectral: 30 • Termal: 120 	<ul style="list-style-type: none"> • 16
Landsat 7 (ETM ⁺)	<ul style="list-style-type: none"> • 1 pancromática • 6 multiespectrales • 1 termal • 8 bits 	<ul style="list-style-type: none"> • Pancromática: 15 • Multiespectral: 30 • Termal: 60 	<ul style="list-style-type: none"> • 16

Landsat 8 (OLI/TIRS)	• 1 pancromática	• Pancromática: 15	• 16
	• 8 multiespectrales	• Multiespectral: 30	
	• 2 termal	• Termal: 100	
	• 12 bits		

Nota. Fuente: INEGI (2016)

Sentinel

En 2001, la Comisión Europea y la Agencia Espacial Europea (ESA) lanzaron un sistema global de monitorización en seguridad y medio ambiental que bautizaron como "Monitorización Global para el Medio Ambiente y la Seguridad (GMES)". En el año 2012 el programa se rebautizó como Copernicus (IGN, 2019) que es el programa de observación de la Tierra más ambicioso de la historia, diseñado para proporcionar información precisa, actualizada y de fácil acceso para mejorar la gestión del medio ambiente, comprender y mitigar los efectos del cambio climático y garantizar la seguridad ciudadana (ESA, 2014).

Tipos de sensores

A continuación, en la tabla 2 se describe los tipos de sensores existentes en el satélite Sentinel 2A.

Tabla 2

Tipos de Sensores Sentinel 2

Nombre	Descripción	Producción y Distribución	Volumen de datos
Nivel 1B	Resplandor superior de la atmósfera en la geometría del sensor.	Generación Sistemática y distribución online.	27 MB (25x23km ²)
Nivel 1C	Reflectancia superior de la atmósfera.	Generación Sistemática y distribución online.	500 MB (100x100km ²)
Nivel 2A	Reflectancia del fondo de la atmósfera orto-rectificada.	Generado por el usuario utilizando el Tollbox de Sentinel 2.	600 MB (100x100km ²)

Nota. Fuente: León (2015)

Imagen Satelital

Es el resultado que se obtiene de capturar la radiación emitida o reflejada por la superficie de la tierra, mediante un sensor colocado a bordo de un satélite artificial, asimismo

existen diferentes tipos de imágenes satelitales las cuales poseen varias características como colores, resolución, elevación, entre otros (Sánchez, 2012).

Correcciones básicas de imágenes satelitales

Según Medina (2015), “una imagen de satélite está sometida a una serie de interferencias donde la información que se obtiene es perturbada por una serie de errores” (p.9), los cuales son fallos en los sensores, interferencias de la atmósfera y alteraciones en el movimiento del satélite y el mecanismo de captación en los sensores (Flores-Aguilar et al., 2020), donde las principales correcciones que se realizan a una imagen satelital son las radiométricas, geométricas y atmosféricas.

Análisis multitemporal

El procedimiento más confiable para medir el grado de conversión ambiental antropogénica es el estudio de la dinámica espacio-temporal de la cubierta vegetal, o el análisis del cambio de uso, o coberturas del suelo (López et al., 2015).

Permite detectar cambios entre dos fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre ese medio y propone medidas adecuadas para evitar su deterioro o asegurar su mejor conservación (Ruiz et al., 2013).

Mediante el análisis multitemporal de imágenes de satélites, es posible hacer un seguimiento de la evolución de las diferentes comunidades vegetales y de los cultivos agrícolas (Alonso, 2015).

Clasificación supervisada

Las técnicas de clasificación de imágenes se basan en agrupar píxeles que poseen regiones del espectro similares y que pueden asociarse con diferentes clases de coberturas del suelo (Orellana, 2018). Estas operaciones sirven para clasificar cada cuadrado de un mapa ráster por medio de análisis estadísticos multivariados según parámetros a elegir, generando así un mapa ráster (Adán, 2015).

La clasificación supervisada requiere de cierto conocimiento previo del terreno y de los tipos de coberturas presentes en el área de estudio, ya que al tener mayor familiaridad con el área permite delimitar sobre la imagen aquellos elementos fundamentales de cada una de las categorías mediante una fusión de trabajo de campo, análisis de fotografías aéreas, mapas e informes técnicos (Almeida, 2015; Cartaya et al., 2015).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Materiales y Equipos

En la tabla 3, se describe los materiales y equipos que se utilizaron para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Tabla 3

Materiales y equipos

Material	Descripción
Oficina	Material de escritorio (Flash 8GB, CDs, hojas, esferos, lápiz, borrador) Equipos: <ul style="list-style-type: none">○ ASUS Intel○ Geoposicionador espacial (GPS)○ Cámara fotográfica Software: <ul style="list-style-type: none">○ ArcMap 10.3○ Google Earth Engine○ Word○ Excel○ LandViewer○ USGS
Cartográfico	<ul style="list-style-type: none">● Imagen Landsat 7; “LE07_L2SP_010061_20121203_20200908_02_T1” del 03 de diciembre, 2012.● Imagen Landsat 8; “LC08_L1TP_010061_20161120_20200905_02_T1” del 20 de noviembre, 2016.● Imagen Sentinel 2; “COPERNICUS/S2_SR/20200824T153619_20200824T154230_T1_7MQU” del 08 de agosto, 2020.

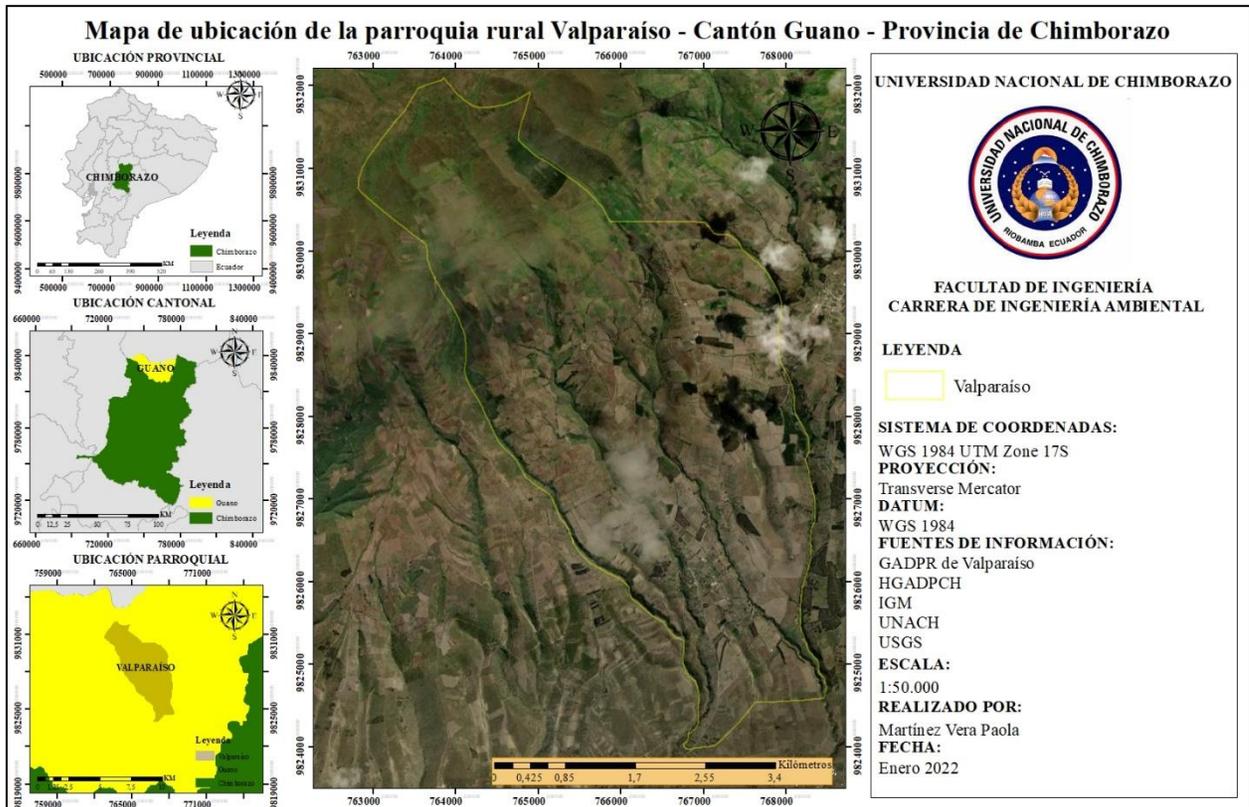
Descripción del área de estudio

El proyecto de investigación se llevó a cabo en la parroquia rural Valparaíso ubicada en el cantón Guano (figura 1); con un rango de altura entre 2800 a 4200 m.s.n.m., posee una extensión de 2144.3 ha y su temperatura oscila entre los 4 a 12 °C. Asimismo, las precipitaciones anuales fluctúan en la zona interandina hasta 500 mm, presentando una vegetación de tipo bosque seco andino (intervenido), mientras tanto en la zona andina son aproximadamente 1000

mm, con una vegetación de tipo bosque siempre verde del páramo y herbazal del páramo (Aucancela, 2018). La parroquia tiene dos estaciones secas: la primera empieza desde junio a septiembre; y la segunda comienza en diciembre (PDOT Valparaíso, 2020).

Figura 1

Mapa de Ubicación de la Parroquia Rural Valparaíso Cantón Guano



Fase metodológica

La metodología que se aplicó en el trabajo de investigación se dividió en 3 fases:

Fase I: Localización y caracterización biofísica de Valparaíso

Para el desarrollo de la localización y caracterización biofísica se utilizaron sistemas de información geográfica con ayuda del software ArcGIS 10.3, donde se generaron los diferentes mapas temáticos. Con base en la cartografía proporcionada por el Geoportal del Instituto Geográfico Militar (IGM) y a través de la información obtenida del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia rural de Valparaíso 2015 y la actualización 2019 –

2023, se corroboró la información de los mapas realizados tomando en cuenta el componente biofísico de cada PDOT para el desarrollo de la línea base; además se revisó información secundaria como tesis de pregrado, maestría y artículos científicos de investigaciones que se han realizado en la zona de estudio, con la finalidad de conocer la ubicación y la situación actual de la parroquia en diferentes aspectos como:

- Ubicación geopolítica.
- Factores bióticos: flora y fauna.
- Factores edáficos: taxonómicos (WRB – Soil Taxonomy), pendientes, texturales (USDA) y geomorfológicos.
- Factores climáticos: precipitación y temperatura.
- Factores hidrográficos: cuencas, microcuencas y quebradas.
- Factores antrópicos: uso de suelo.

Fase II: Diagnóstico multitemporal

Para el desarrollo del diagnóstico multitemporal del área de interés, se establecieron los siguientes pasos:

Levantamiento de información de las plantaciones de guarango

Se determinó la ubicación geográfica del área de estudio mediante cartografía base proporcionada por el IGM, además de salidas de campo in situ identificando las zonas de plantaciones de guarango y los diferentes usos de suelo. Con la ayuda del GPS se tomaron puntos control para corroborar la información referente a la clasificación del uso del suelo establecido en la zona de estudio.

Tratamiento y procesamiento básico de las imágenes satelitales

Selección de imágenes satelitales

La imagen satelital del año 2012 pertenece a la plataforma Landsat 7 (ETM⁺). Mientras que la del año 2016 fue adquirida de la plataforma Landsat 8 (OLI/TIRS) y finalmente la imagen satelital del año 2020 fue obtenida del satélite Sentinel 2A, ya que esta plataforma permite un mayor nivel de detalle con su resolución espacial a comparación de la misión Landsat (Picone, 2017). De igual manera se utilizó la combinación en color natural bandas 3, 2, 1 para la imagen satelital del sensor Landsat 7 (Franco, 2017) mientras para la imagen Landsat 8 y Sentinel 2A con las bandas 4, 3, 2 siendo estas bandas las que contienen los tonos percibidos por el ojo humano (Matellanes, 2018).

La información cartográfica de las tres imágenes satelitales se tomó de las páginas web gratuitas Science for Changing World (USGS), Google Earth Engine (GEE) y LandViewer.

Características de las imágenes satelitales seleccionadas

Imagen año 2012

- WRS-PATH: 010 WRS-ROW: 061
- Datum de Referencia: "WGS84"
- Elipsoide de Referencia: "WGS84"
- Origen: "Norte arriba"
- Resolución especial:
- Proyección "UTM" Zona: 17S
- Formato de salida "GEOTIFF"
- Origen = "USGS"
- Fecha del archivo = 2012-12-03
- Categoría de datos = "nominal"
- Grupo = Metadato
- Tipo de datos = "L1TP"
- Formato de salida = "GEOTIFF"
- Identificación = Landsat 7

Imagen año 2016

- WRS-PATH: 010 WRS-ROW: 061
- Datum de Referencia: "WGS84"
- Elipsoide de Referencia: "WGS84"
- Origen: "Norte arriba"
- Resolución especial: 30.000
- Proyección "UTM" Zona: 17S
- Formato de salida "GEOTIFF"
- Origen = "LandViewer"
- Fecha del archivo = 2016-11-20
- Categoría de datos = "nominal"
- Grupo = Metadato
- Tipo de datos = "L1TP"
- Formato de salida = "GEOTIFF"
- Identificación = Landsat 8

Imagen año 2020

- WRS-PATH: 010 WRS-ROW: 061
- Datum de Referencia: "WGS84"

- Elipsoide de Referencia: "WGS84"
- Origen: "Norte arriba"
- Resolución especial: 15.000
- Proyección "UTM" Zona: 17S
- Formato de salida "GEOTIFF"
- Origen = "Google Earth Engine"
- Fecha del archivo = 2020-08-24
- Categoría de datos = "nominal"
- Grupo = Metadato
- Tipo de datos = "L2A"
- Formato de salida = "GEOTIFF"
- Identificación = Sentinel 2A

Correcciones radiométricas

Se realizaron correcciones radiométricas a las imágenes satelitales con el propósito de mejorar la calidad de las mismas, dando como resultado un producto con mayor aproximación a la realidad.

Las imágenes Landsat 8 (OLI/TIRS) y Sentinel 2A poseen un nivel de procesamiento L1G y L2A lo que incluye correcciones radiométricas y geométricas sistemáticas, sin embargo, la imagen del año 2012 pertenece a Landsat 7 (ETM+) siendo necesaria la corrección radiométrica, es decir, de reflectancia y radiancia a través del software de procesamiento ArcGIS 10.3 (Bravo, 2022), ya que presenta fallos en los sensores.

Gracias a la corrección radiométrica realizada a la imagen satelital se eliminó en su mayoría las distorsiones de la respuesta electromagnética del suelo, debido a fenómenos atmosféricos, con este proceso se descartó todas las irregularidades detectadas en las imágenes satelitales (Polanco, 2012).

Determinación de los usos del suelo de la parroquia rural Valparaíso años 2012, 2016, 2020.

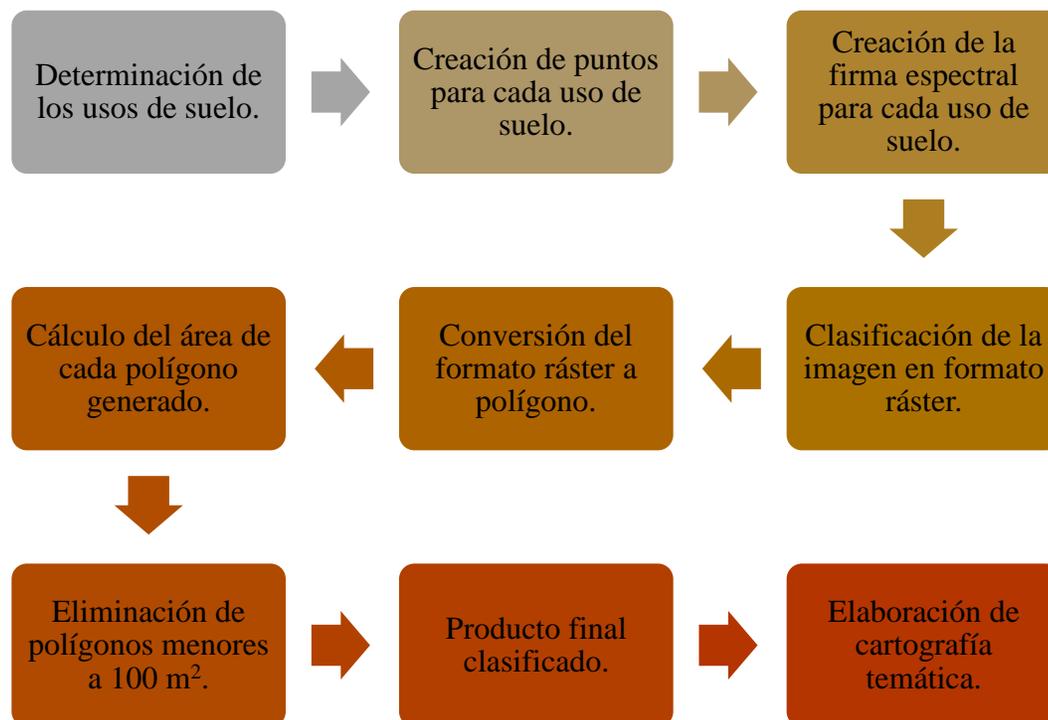
Para el sistema de clasificación de uso del suelo de la parroquia rural Valparaíso se utilizó la leyenda temática generada dentro del convenio MAE – MAGAP – CLIRSEN, del nivel I y II, asimismo para distinguir cada uso de suelo, se estableció un color diferente para cada clase, la cual se presenta en la tabla 4.

Tabla 4*Clasificación del Uso del Suelo de la Parroquia Rural Valparaíso*

Nivel	Clasificación de uso del suelo	Color
I	Bosque (Guarango)	Violeta
	Tierra Agropecuarias (Cultivos)	Amarillo
	Vegetación Herbácea y Arbustiva (Páramo)	Verde
	Zona antrópica (Área poblada e Infraestructura)	Celeste
	Otras tierras (Surcos)	Café claro
II	Plantaciones forestales (Eucalipto y Pino)	Crema
	Área sin cobertura Vegetal (Suelo desnudo)	Beige

Nota. Fuente: MAE y MAGAP (2015)

Para determinar el uso de suelo de la parroquia se usó la metodología de la clasificación supervisada que se muestra a continuación en la figura 2:

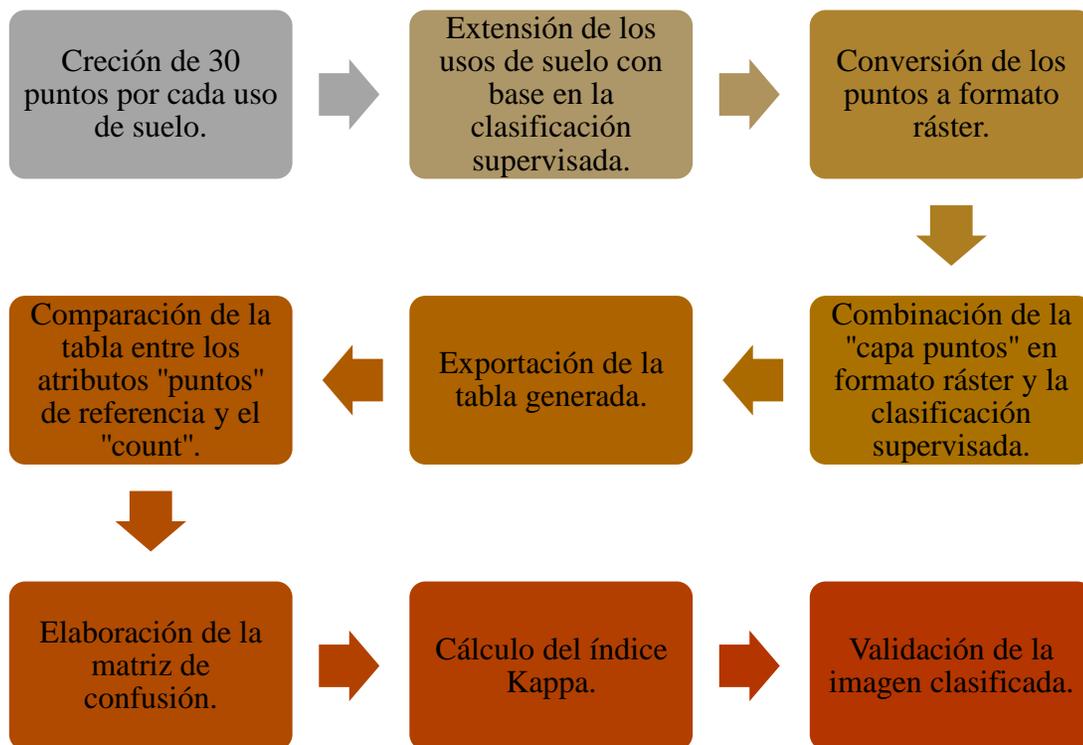
Figura 2*Esquema para realizar la Clasificación Supervisada*

Validación de los resultados de la clasificación

Para la validación de la clasificación de las imágenes se empleó la siguiente metodología que se describe a continuación en la figura 3:

Figura 3

Esquema para realizar la Validación de la Clasificación Supervisada



Se aplicó la matriz de confusión y el índice Kappa, ya que son métodos que corrigen al azar con base en la concordancia observada de puntos aleatorios asignándoles una clase a los datos de referencia (Quezada et al., 2022). Mediante la matriz de confusión se evaluó la exactitud de la clasificación, situando en las filas las clases obtenidas en el mapa y en las columnas las mismas clases con datos reales del área de estudio (Osuna-Osuna et al., 2015). La precisión general se evaluó dividiendo el número de píxeles clasificados correctamente entre el total de lugares de referencia (Jiménez, 2018).

Otra prueba estadística complementaria que se efectuó, fue el índice Kappa, el cual permitió valorar la concordancia entre los datos observados y los datos estimados, para su cálculo se usaron los valores de la diagonal de cada una de las matrices de confusión elaboradas (Silva y Rivera, 2016). En este sentido Cohen propuso el denominado índice kappa (K), que definió como:

$$K = \frac{P_0 - P_e}{1 - P_e} \quad (1)$$

Dónde:

P_0 = concordancia observada

P_e = concordancia esperada por azar

$1 - P_e$ = máxima concordancia definida por el índice Kappa

Los valores del índice Kappa varían de -1 a +1 como se observa en la tabla 5, y de acuerdo con el valor obtenido se observó el grado de confiabilidad de la clasificación.

Tabla 5

Grado y Porcentaje de confiabilidad del Índice Kappa

Valor K	Fuerza de concordancia	K (%)
< 0.21	Pobre	< 21
0.21 – 0.40	Débil	21 – 40
0.41 – 0.60	Moderado	41 – 60
0.61 – 0.80	Buena	61 – 80
0.81 - 1	Muy Buena	81 - 100

Nota. Fuente: Salas y Muñoz (2019)

Tasa de cambio de uso de suelo (TCA) en los años 2012, 2016 y 2020.

La tasa de cambio anual se obtuvo por medio de la comparación de un área cubierta por vegetación en la misma región en dos épocas diferentes, donde dependiendo del signo de los valores obtenidos expresó el cambio en porcentaje de la superficie al inicio de cada año como se muestra en la tabla 6. La TCA para cada tipo de vegetación, se calculó mediante la ecuación descrita por Puyravaud:

$$TCA = \frac{100}{T_2 - T_1} \times \log \left(\frac{A_2}{A_1} \right) \quad (2)$$

Dónde:

TCA = Tasa de cambio anual

A_2 y A_1 = Son las áreas en la fecha final e inicial respectivamente; y,
 t_2 y t_1 = Son la fecha final e inicial.

Tabla 6

Interpretación de la Tasa de Cambio (TCA)

Valores negativos (-)	Valores positivos (+)
Disminución o pérdida de áreas	Ganancia o aumento de áreas

Nota. Fuente: Marca y Vaca (2022)

Fase III: Plan de Conservación

En la elaboración del Plan de Conservación, se tomó la metodología propuesta por el Ministerio del Ambiente de acuerdo a la norma 265 reformada bajo Acuerdo Ministerial 011 del proceso de adjudicación de tierras (MAE, 2012), recopilando información a lo largo de la

investigación, misma que detalla y explica de forma breve en la figura 4 cada uno de los componentes que conforman el plan.

Figura 4

Esquema para realizar el Plan de Conservación



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del componente biofísico de la parroquia rural Valparaíso

Ubicación geopolítica

La zona de estudio del presente trabajo de investigación se localiza en la parroquia rural Valparaíso, cantón Guano, provincia de Chimborazo; la cual está conformada por 2 comunidades rurales: San José de Igualata - La Esperanza y la cabecera parroquial; presenta un rango de altura entre los 2800 a 4200 m.s.n.m., con una extensión de 2144.3 hectáreas, limitando al Norte con Santa Fe de Galán e Ilapo, al Sur con la Matriz, al Este con Ilapo y al Oeste con la Matriz y San Isidro.

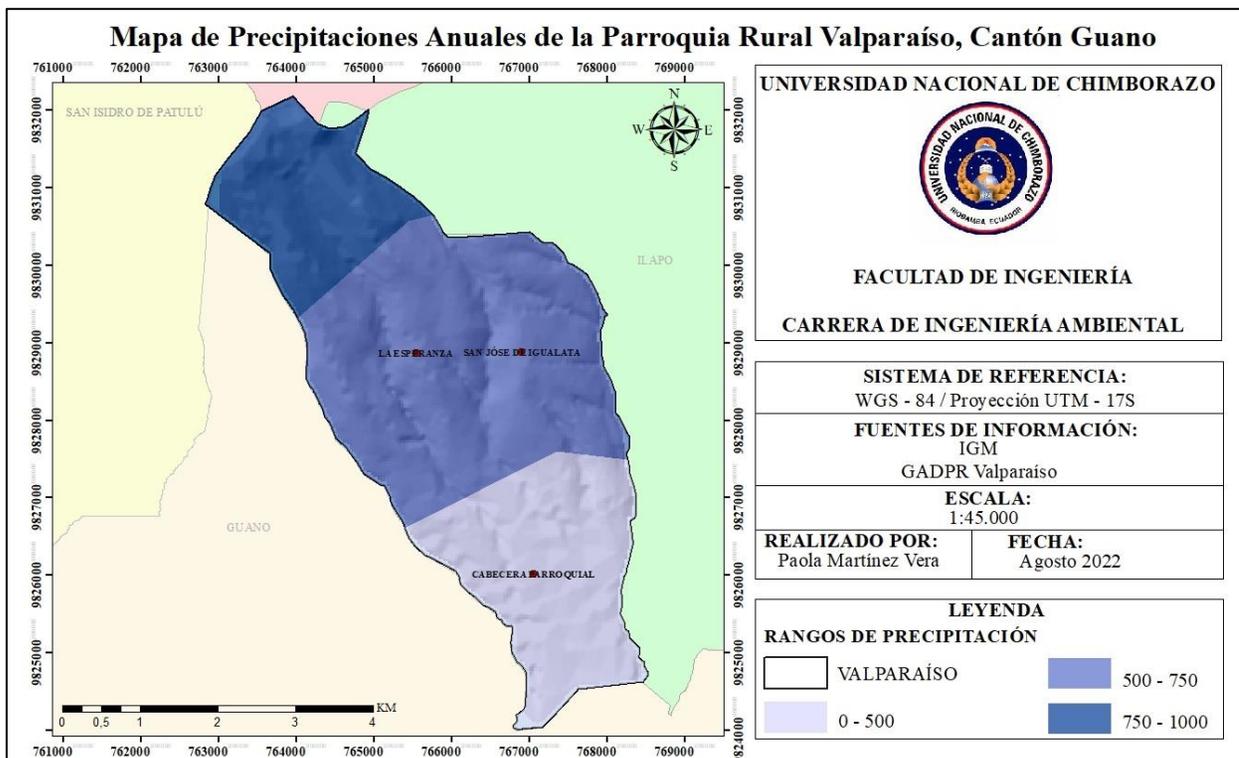
Factores climáticos

Precipitación

La precipitación media anual de Valparaíso, según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) fluctúa entre los 500 a 1000 mm/anuales como se muestra en la figura 5 (INAMHI, 2014b). La zona interandina (2800 a 3200 m.s.n.m.) que corresponde a la cabecera parroquial tiene una precipitación media anual de 0 a 500 mm, mientras que la zona subandina (3200 a 3600 m.s.n.m.) correspondiente a las comunidades de San José de Igualata y Esperanza posee precipitaciones de 500 a 750 mm/anuales, y finalmente las zonas andinas (3600 a 4200 m.s.n.m.) presentan rangos de precipitación que oscilan desde los 750 a 1000 mm/anuales (MAATE y PNUD, 2021a).

Figura 5

Mapa de Precipitaciones Anuales de la Parroquia Rural Valparaíso

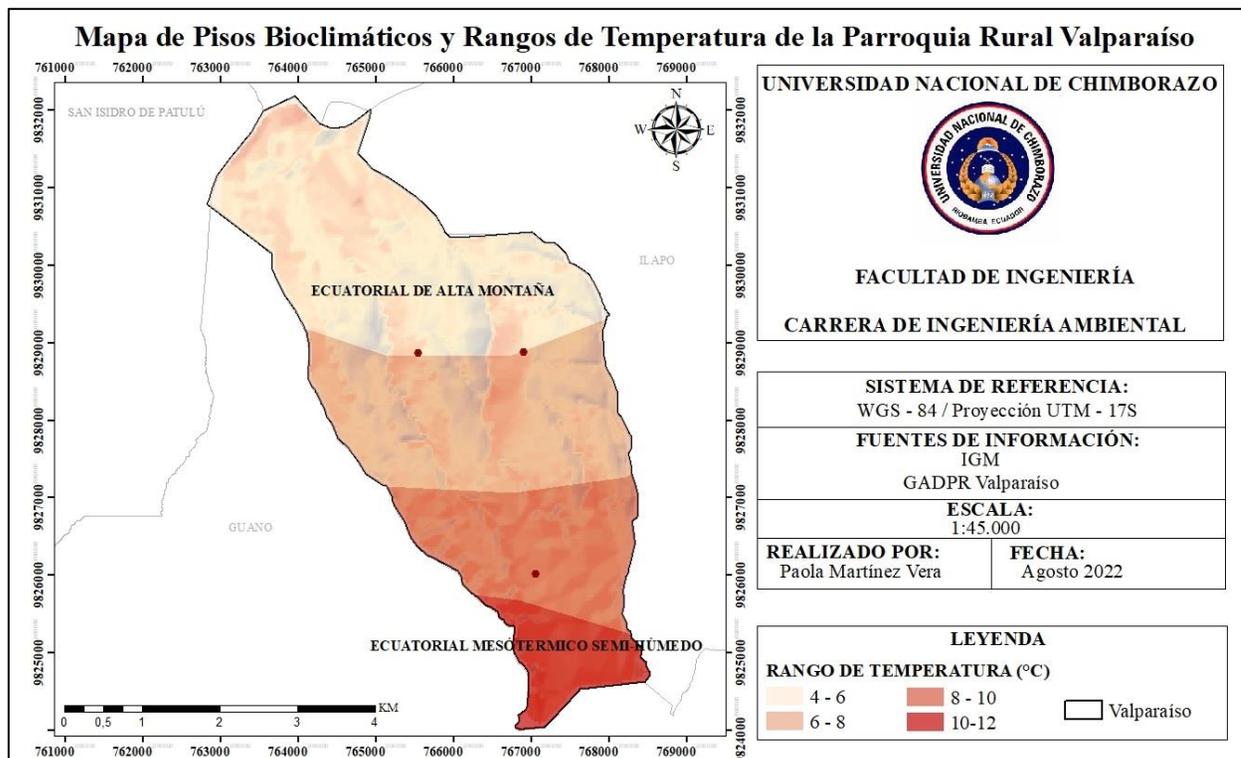


Temperatura

En la figura 6, se observan los rangos de temperatura y pisos bioclimáticos existentes en Valparaíso, de acuerdo con el INAMHI los rangos máximos varían entre 10 a 12 °C media anual y los mínimos de 4 a 6 °C (INAMHI, 2014a). En la zona interandina-baja se evidencia temperaturas que oscilan alrededor de 10 a 12 °C, mientras tanto en la zona interandina correspondiente a la cabecera parroquial posee una temperatura de 8 a 10 °C perteneciendo a un clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo; por otro lado, en la zona subandina donde se encuentran las dos comunidades las temperaturas están comprendidas entre 6 a 8 °C, y finalmente la zona andina presenta temperaturas medias anuales de 4 a 6 °C siendo un clima Ecuatorial de Alta Montaña (MAATE y PNUD, 2021b).

Figura 6

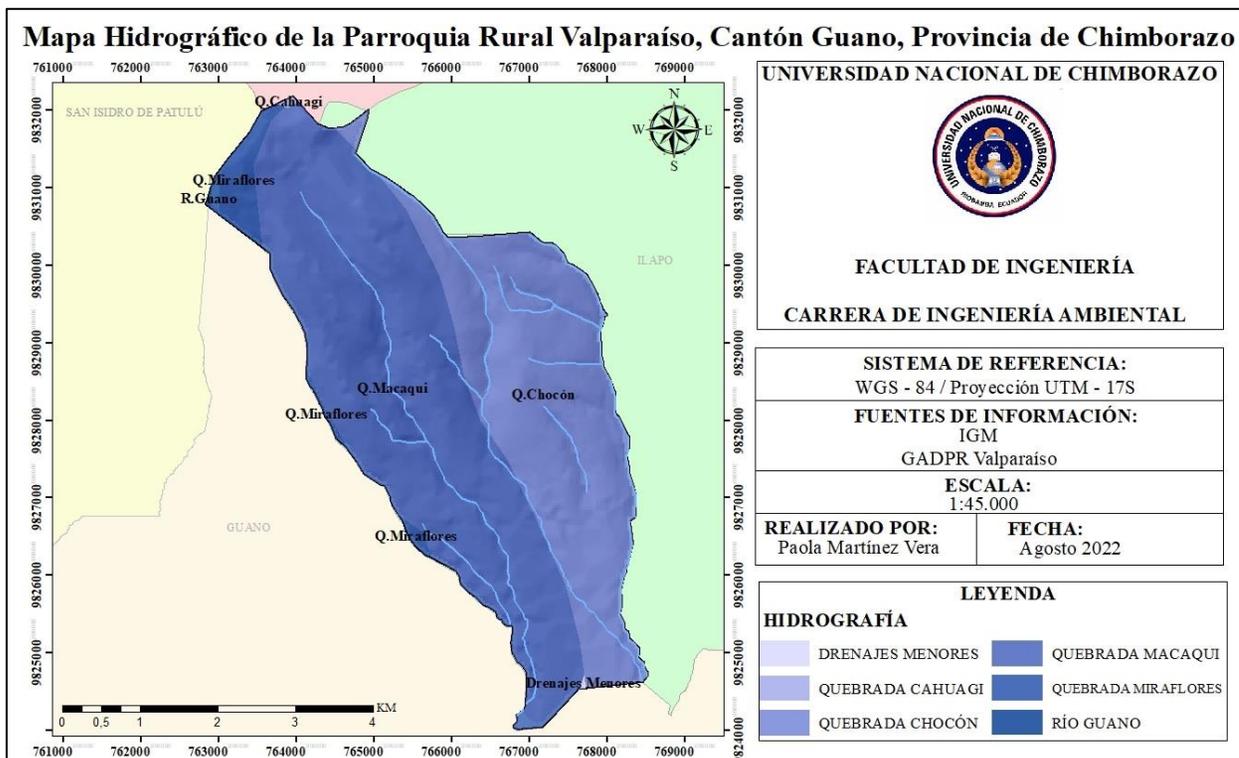
Mapa Pisos Bioclimáticos y Rangos de Temperatura de Valparaíso



Factores Hidrográficos

El sistema hídrico de Valparaíso pertenece a la cuenca del río Pastaza, subcuenca río Chambo misma que cuenta con 6 microcuencas como se observa en la figura 7.

Figura 7
Hidrografía de la Parroquia Rural de Valparaíso



La parroquia se abastece de forma irregular de agua natural, sin ningún tipo de tratamiento (PDOT Valparaíso, 2020), tanto en la etapa de captación como en la de distribución de la vertiente Machay perteneciente a la subcuenca del río Chambo (Vallejo, 2015).

Factores Edáficos

Ecosistemas

Los ecosistemas que predominan según el sistema de clasificación del Ecuador continental, se detalla a continuación en la tabla 7 (MAE, 2013).

Tabla 7
Ecosistemas que Predominan en la Parroquia Valparaíso

Ecosistemas	Descripción
Bosque Siempre verde del Páramo	<ul style="list-style-type: none"> Su deterioro ha ocurrido desde hace cientos de años debido a cambios en el uso de la tierra. En

Herbazal de Páramo	<p>particular, la conversión de uso para agricultura, leña, pastoreo, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alto grado de deterioro ambiental que ha originado un proceso importante de degradación, expresado a través de la erosión del suelo, pérdida de cobertura vegetal y capacidad de regulación hídrica.
Bosque seco andino (Intervenido)	<ul style="list-style-type: none"> • Son ambientes donde más del 75% de sus especies vegetales pierden estacionalmente sus hojas, debido a una combinación de factores, principalmente climáticos y edáficos.

Nota. Fuente: MAE (2015)

Geomorfología del suelo

De acuerdo con la información obtenida del Geoportal del Instituto Geográfico Militar (IGM) se pueden diferenciar 8 unidades geomorfológicas en la parroquia, las cuales se detalla a continuación en la tabla 8 y se muestran en la figura 8 (IGM, 2022):

- Lahares
- Circo glaciar
- Coluvio aluvial antiguo
- Flancos de volcán
- Fondo de valle glaciar
- Vertiente de valle glaciar

Figura 8

Unidades Geomorfológicas de la Parroquia Rural Valparaíso

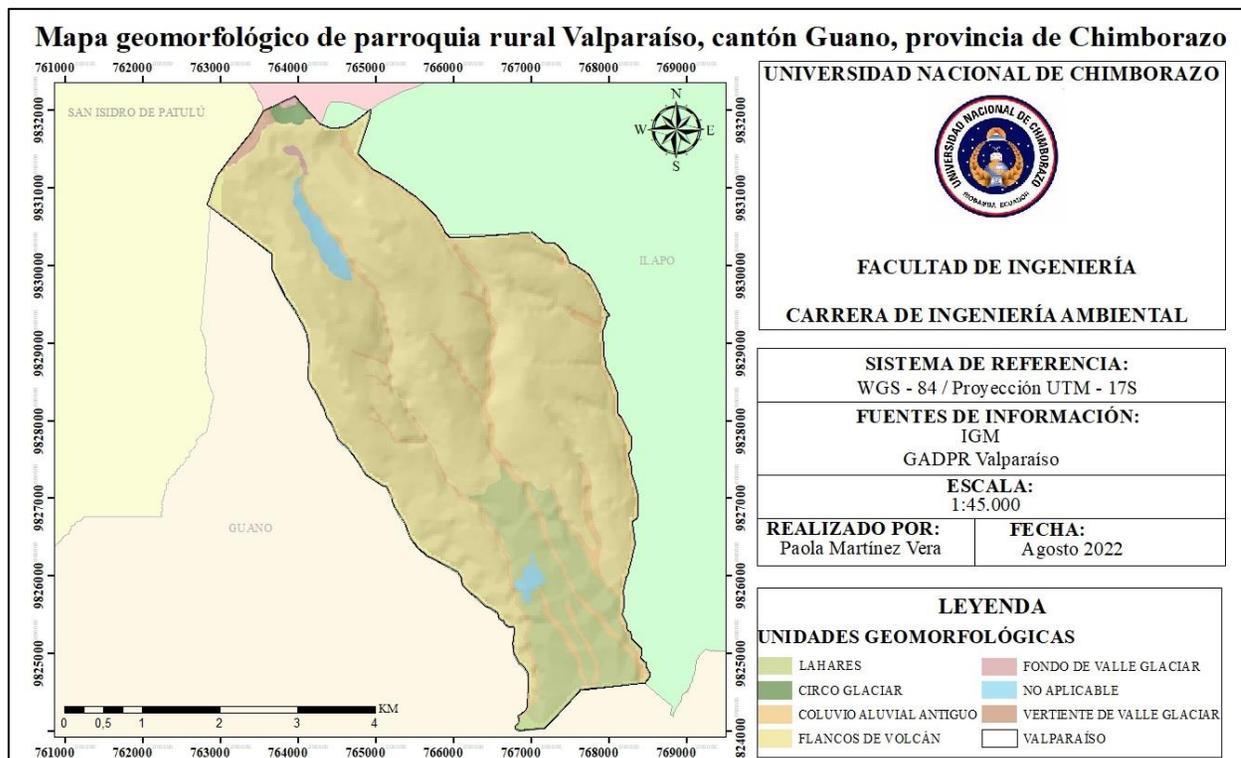


Tabla 8

Unidades Geomorfológicas de Valparaíso

Unidad geomorfológica	Superficie (ha)
Flancos de volcán	1607
Lahares	277
Coluvio aluvial antiguo	192
Vertiente de valle glaciar	12
Circo glaciar	11
Fondo de valle glaciar	6
No aplicable	39.3

La unidad geomorfológica que predomina en la mayor parte del territorio tanto zona andina como subandina, es decir, entre un rango de altura de 3200 a 4200 m.s.n.m. son los flancos del Volcán con una superficie aproximadamente de 1607 ha, perteneciendo a una geomorfología volcánica, en forma de rellanos horizontales ligeramente inclinados y con sus vértices apuntando al edificio volcánico, es decir, situados en laderas resultantes de procesos de erosión (Indurre, 2014).

Por otro lado, la unidad geomorfológica en menor extensión son los fondos de valle glaciar con un área de 6 ha ubicados en la zona andina-alta, dicha geomorfología está constituida por depósitos de rocas volcánicas redondeadas y niveles fluviales producto de la escorrentía de los deshielos del glaciar original (PDOT Chambo, 2019).

Pendientes

La parroquia posee 8 tipos de pendientes de acuerdo al porcentaje de inclinación según la información tomada del Geoportal del IGM como se observa en la figura 9 e interpreta en la tabla 9 (IGM, 2022).

Figura 9

Tipos de Pendientes en la Parroquia Rural Valparaíso

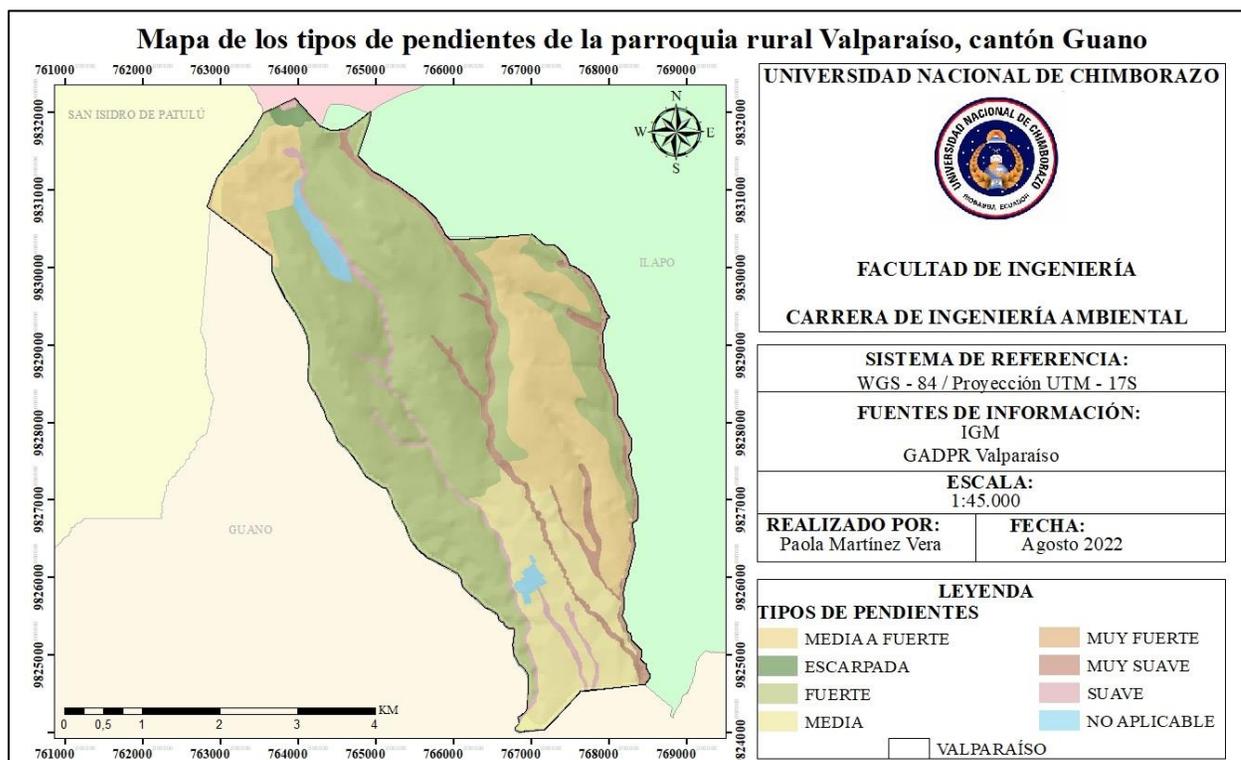


Tabla 9

Tipo de Pendientes Existentes en la Parroquia Rural Valparaíso

Nombre	Inclinación (%)	Superficie (ha)
Muy suave	2 a 5	131
Suave	5 a 12	68
Media	12 a 15	277

Media a Fuerte	25 a 40	464
Fuerte	40 a 70	1155
Muy fuerte	70 a 100	0.71
Escarpada	100 a 150	11
No aplicable	No aplicable	37.6

Las pendientes que predominan con mayor extensión el territorio son de tipo fuerte, ya que ocupan aproximadamente 1155 ha del total del área, lo cual indica que son zonas donde se forman surcos a favor de las mismas, provocando erosión y pérdida de los suelos, debido a que la longitud e inclinación de la pendiente están directamente relacionados con la vulnerabilidad de los suelos (López, 2018).

Las pendientes medias se encuentran principalmente en la zona interandina ocupando 277 ha del área total, correspondiendo está zona a la cabecera parroquial donde existe la mayor cantidad de asentamientos humanos. Por otro lado, las pendientes que se encuentran en menor extensión son las de tipo muy fuerte con 0.71 ha, las cuales aceleran procesos de erosión provocando áreas susceptibles a estos eventos naturales (SIGTIERRAS, 2017).

Taxonomía del suelo

La parroquia cuenta con los siguientes ordenes taxonómicos del suelo, como se detalla en la figura 10 y tabla 10.

Figura 10

Mapa Taxonómico del Suelo de la Parroquia Rural Valparaíso

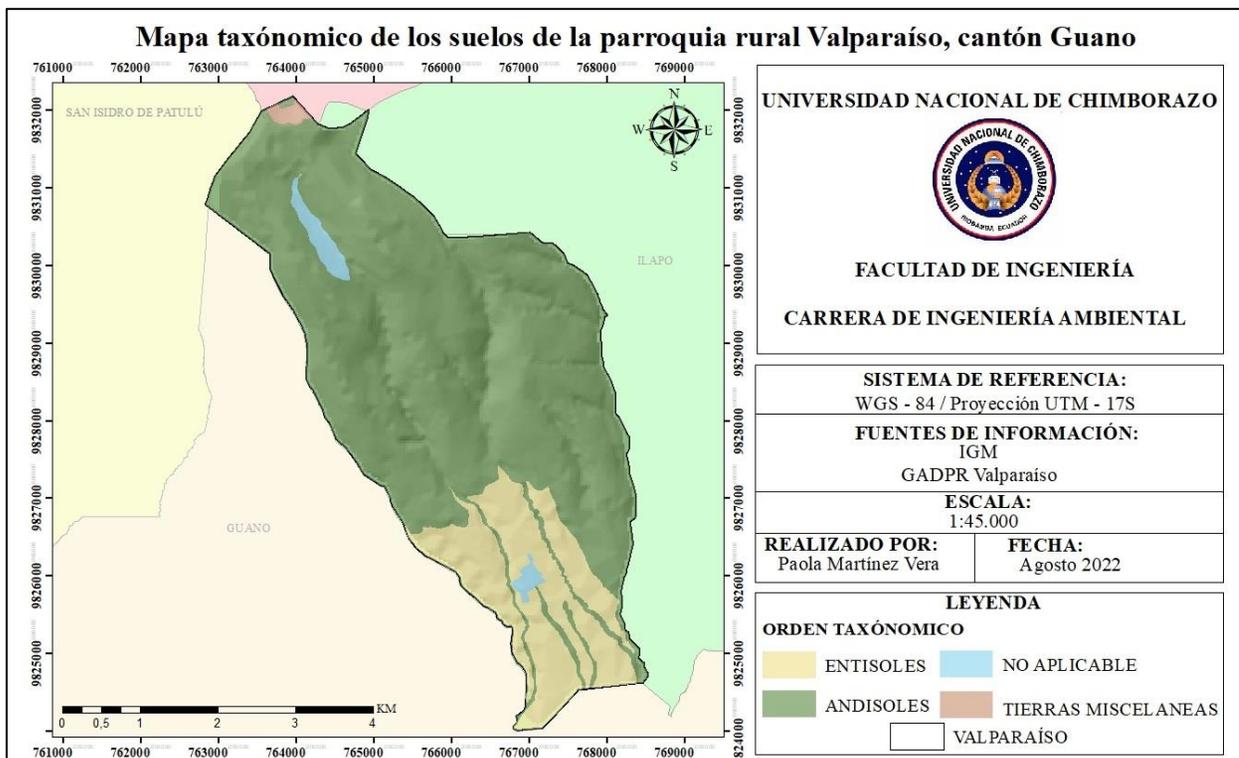


Tabla 10

Taxonomía del Suelo de la Parroquia Rural Valparaíso

Orden taxonómico	Superficie (ha)
Entisol	380
Andisol	1715
Tierras misceláneas	11
No aplicable	38.3

Con base en la figura 10, la parroquia Valparaíso está formada por suelo de tipo Andisol con un total de 1715 ha, desarrollándose a partir de cenizas volcánicas y evidencian poca a moderada evolución, con baja densidad aparente y alta fijación de fósforo (Calvache, 2015).

En la zona interandina predomina el orden entisol con 380 ha del área total de la superficie, son suelos poco profundos y altamente erosionables (Castillo et al., 2020) y por último una extensión mínima en la zona andina-alta de 11 ha de tierras misceláneas, consideradas como áreas que soportan poca o nula vegetación (Fadda y Fernández de Ullivarri, 2017).

Textura del suelo

La zona de estudio posee las siguientes texturas de suelo, que se detallan a continuación en la figura 11 y tabla 11.

Figura 11

Mapa Textural de la Parroquia Rural Valparaíso

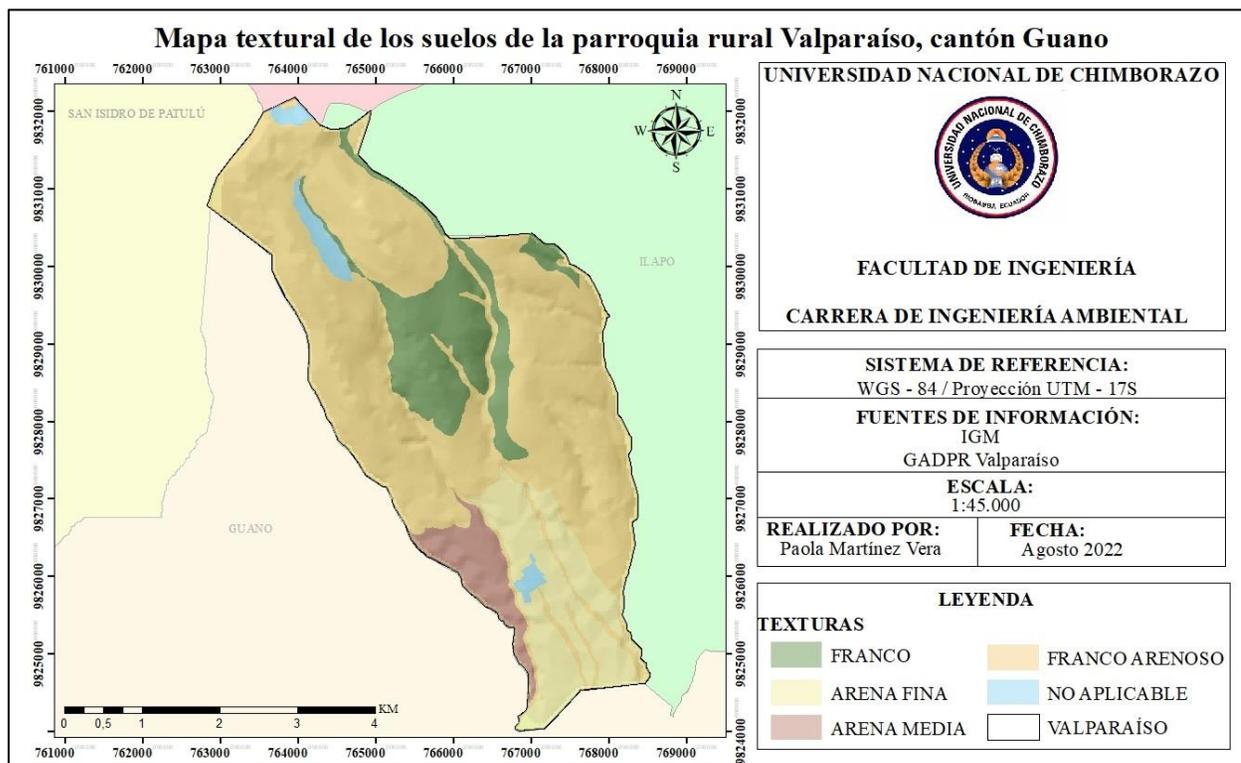


Tabla 11

Textura del Suelo de la Parroquia Rural Valparaíso

Textura	Superficie (ha)
Franco arenoso	1417
Franco	298
Arena fina	276
Arena media	103
No aplicable	50.3

En la parroquia rural Valparaíso, la textura franco-arenosa es la que presenta mayor superficie con 1417 ha, son suelos con más arena, ya que alteran el drenaje, textura y habilidad para retener nutrientes atribuyéndole a la parroquia la característica de tener baja productividad.

La textura franco es uno de los tipos de suelo con mayor productividad agrícola, ya que tiene una proporción de arena, limo y arcilla idónea para los cultivos (Sánchez, 2019), siendo

características ideales para actividades antropogénicas, por ende, este tipo de textura con el pasar de los años ha ido disminuyendo, ocupando aproximadamente 298 ha de la superficie total actualmente.

Finalmente, en la figura 11 y tabla 11 se evidencia que en la zona interandina existen dos tipos de textura, las cuales son arena media y fina contando aproximadamente con 103 y 276 ha del total del área respectivamente, son consideradas como texturas desequilibradas, puesto que pueden dar origen a diversos problemas como la erosión, ya que presentan baja capacidad de retención de agua y baja capacidad de suministro de nutrientes (Dorrnsoro, 2022).

Factores bióticos

Debido a la ubicación, la parroquia cuenta con una biodiversidad de flora y fauna.

Flora

La flora existente, se detalla a continuación en la tabla 12.

Tabla 12

Flora existente en la parroquia Valparaíso

Nombre común	Nombre científico
Nogal	<i>Juglans regia</i>
Ciprés	<i>Cupressus sempervirens</i>
Guarango	<i>Caesalpinia spinosa</i>
Santa María	<i>Tanacetum parthenium</i>
Cabuya	<i>Brugmansia arborea</i>
Ortiga	<i>Urtica leptophylla</i>
Tuna	<i>Opuntia Picus-indica</i>

Nota. Fuente: PDOT Guano (2021)

Fauna

A pesar de que el área de territorio se ha visto afectado por las actividades antrópicas, aún es posible encontrar especies silvestres las cuales se mencionan en la tabla 13.

Tabla 13*Especies silvestres existentes*

Nombre común	Nombre científico
Lobo	<i>Canis lupus</i>
Zorrillo	<i>Mephitismacrourea</i>
Glígale	<i>Vanellusresplendens</i>
Guarro	<i>Falco sparverius</i>
Lagartija	<i>Microlophus peruvianus</i>
Sapo	<i>Eleutherodactylus curtipes</i>
Mirlo	<i>Turdus chiguanco</i>

Nota. Fuente: PDOT Guano (2021)

Factores antrópicos

Uso de la tierra

El uso actual de la tierra mayoritariamente está dedicado a los cultivos y pastos, donde los principales cultivos transitorios de mayor importancia son: maíz, papa, chocho, arveja, cebolla, y haba; y el cultivo permanente de pasto, siendo estas actividades las causantes del avance de la frontera agrícola hacia los páramos, además de existir plantaciones forestales de especies exóticas (*Pinus radiata* y *Eucaliptus globulus*), que degradan los suelos debido a la gran cantidad de agua que las raíces absorben; lo cual afecta la fertilidad del suelo y también incide en la disminución de aguas subterráneas (Alvarez-Garreton et al., 2019; GADPR Valparaíso, 2019).

Impactos ambientales provocados por las actividades agrícolas

En las últimas décadas los suelos han sufrido algunos impactos, este fenómeno se debe a las malas prácticas agrícolas, que se han venido desarrollando en el transcurso del tiempo a causa del sobrepastoreo especialmente en las zonas de ladera, tránsito de maquinaria agrícola en pendientes pronunciadas, deforestación, extracción de nutrientes del suelo por los cultivos, uso insumos químicos, quema y falta de restitución de biomasa, etc (GADPR Valparaíso, 2019).

A continuación, en la tabla 14 se detalla la problemática por cada variable que tiene la parroquia rural Valparaíso en cuanto al componente biofísico ambiental:

Tabla 14

Síntesis de las Problemáticas Existentes en la Parroquia Valparaíso

Variables	Problemas
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del recurso agua con agroquímicos durante su recorrido en zonas de producción. • Contaminación de aguas por el vertido de aguas residuales sin tratamiento previo.
Clima	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de interés a nivel gubernamental para fomentar la investigación en el sector.
Relieve y Suelos	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas productivas de dos comunidades se encuentran en zonas de riesgo. • Movimientos en masa de alta susceptibilidad. • Pendientes fuertes, media fuerte y media, ocasionando limitaciones para actividades agropecuarias.
Cobertura Natural y Vegetal	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida progresiva de la biodiversidad y cobertura vegetal a consecuencia del avance de la frontera agrícola. • Reducción de caudales de agua por la deforestación.
Uso de la tierra	<ul style="list-style-type: none"> • Avance de la frontera agrícola, sobre pastoreo en las zonas de producción. • Carencia de instrumentos legales que regulen la protección y conservación de los recursos naturales.
Amenazas y riesgos naturales y antrópicos	<ul style="list-style-type: none"> • La comunidad Esperanza y San José de Igualata, avance progresivo de la frontera agrícola viene degradando los páramos y deforestando el escaso bosque nativo.

Nota. Fuente: PDOT Valparaíso (2020)

Análisis del cambio de uso de suelo de la parroquia rural Valparaíso

Validación de los resultados de clasificación

Para validar los datos de la clasificación supervisada de los años 2012, 2016 y 2020, se calculó la matriz de confusión para obtener el índice Kappa, y con ello determinar el grado de confiabilidad de los valores obtenidos.

Matriz de confusión, clasificación supervisada de la imagen satelital de 2012

Tabla 15

Matriz de Confusión, Validación de la Clasificación Supervisada del 2012

Uso de suelo	Área poblada e infraestructura	Surcos	Eucalipto y Pino	Cultivos	Suelo desnudo	Páramo	Total	Precisión	Error de omisión	Exactitud del usuario
Área poblada e infraestructura	31	0	0	0	0	0	31	100.0	0%	100%
Surcos	0	29	0	0	6	0	35	82.9	17%	83%
Eucalipto y Pino	0	0	33	0	0	0	33	100.0	0%	100%
Cultivos	0	0	0	30	0	0	30	100.0	0%	100%
Suelo desnudo	0	0	0	0	32	0	32	100.0	0%	100%
Páramo	0	0	8	0	0	29	37	78.4	22%	78%
Total	31	29	41	30	38	29	198	92.9		
Error omisión	0%	0%	20%	0%	16%	0%				
Exactitud del productor	100%	100%	80%	100%	84%	100%				
Precisión global	93%									
Kappa	93%									

Matriz de confusión, clasificación supervisada de la imagen satelital de 2016

Tabla 16

Matriz de Confusión, Validación de la Clasificación Supervisada del 2016

Uso de suelo	Área poblada e infraestructura	Surcos	Eucalipto y Pino	Cultivos	Suelo desnudo	Páramo	Guarango	Total	Precisión	Error de omisión	Exactitud del usuario
Área poblada e infraestructura	30	5	0	0	1	0	0	36	83.3	17%	83%
Surcos	0	25	0	0	6	0	0	31	80.6	19%	81%
Eucalipto y Pino	0	0	29	0	0	0	0	29	100	0%	100%
Cultivos	0	0	0	28	0	1	0	29	96.6	3%	97%
Suelo desnudo	2	1	2	0	27	0	0	32	84.4	16%	84%
Páramo	0	0	2	1	0	28	0	31	90.3	10%	90%
Guarango	0	0	0	0	0	0	30	30	100	0%	100%
Total	32	31	33	29	34	29	30	218	90.4		
Error omisión	6%	19%	12%	3%	21%	3%	0%				
Exactitud del productor	94%	81%	88%	97%	79%	97%	100%				
Precisión global	90%										
Kappa	93%										

Matriz de confusión, clasificación supervisada de la imagen satelital de 2020

Tabla 17

Matriz de Confusión, Validación de la Clasificación Supervisada del 2020

Uso de suelo	Área poblada e infraestructura	Surcos	Eucalipto y Pino	Cultivos	Suelo desnudo	Páramo	Guarango	Total	Precisión	Error de omisión	Exactitud del usuario
Área poblada e infraestructura	30	0	0	1	0	0	0	31	96.8	3%	97%
Surcos	0	29	0	0	0	0	0	29	100	0%	100%
Eucalipto y Pino	0	0	29	0	0	0	0	29	100	0%	100%
Cultivos	0	1	1	29	0	1	0	32	90.6	9%	91%
Suelo desnudo	0	0	1	0	31	0	0	32	96.9	3%	97%
Páramo	0	0	1	0	0	34	0	35	97.1	3%	97%
Guarango	0	0	0	0	0	0	32	32	100	0%	100%
Total	30	30	32	30	31	35	32	220	97.3		
Error de omisión	0%	3%	9%	3%	0%	3%	0%				
Exactitud del producto	100%	97%	91%	97%	100%	97%	100%				
Precisión global	97%										
Kappa	97%										

Los porcentajes de confiabilidad de los años mencionados anteriormente obtenidos a partir del cálculo del índice Kappa, se muestran a continuación en la tabla 18.

Tabla 18

Grado y Porcentaje de Confiabilidad de las Imágenes Satelitales

Año	K (%)	Índice Kappa
2012	93	0.93
2016	90	0.90
2020	97	0.97

El porcentaje de confiabilidad de las tres imágenes satelitales en los diferentes periodos de la zona de estudio recaen en una fuerza de concordancia muy buena como se puede observar en la tabla 18, ya que de acuerdo con Salas y Muñoz (2019) y otros investigadores mencionan que porcentajes obtenidos del índice Kappa mayores al 81% indican una muy buena validación de la clasificación.

Cambios de uso de suelo de la parroquia rural Valparaíso

En la figura 12 y tabla 19, se muestran los cambios de la Tasa de cambio anual del uso de suelo (TCA) en los años 2012, 2016 y 2020.

Figura 12

Cambios de Uso de Suelo de la Parroquia Rural Valparaíso

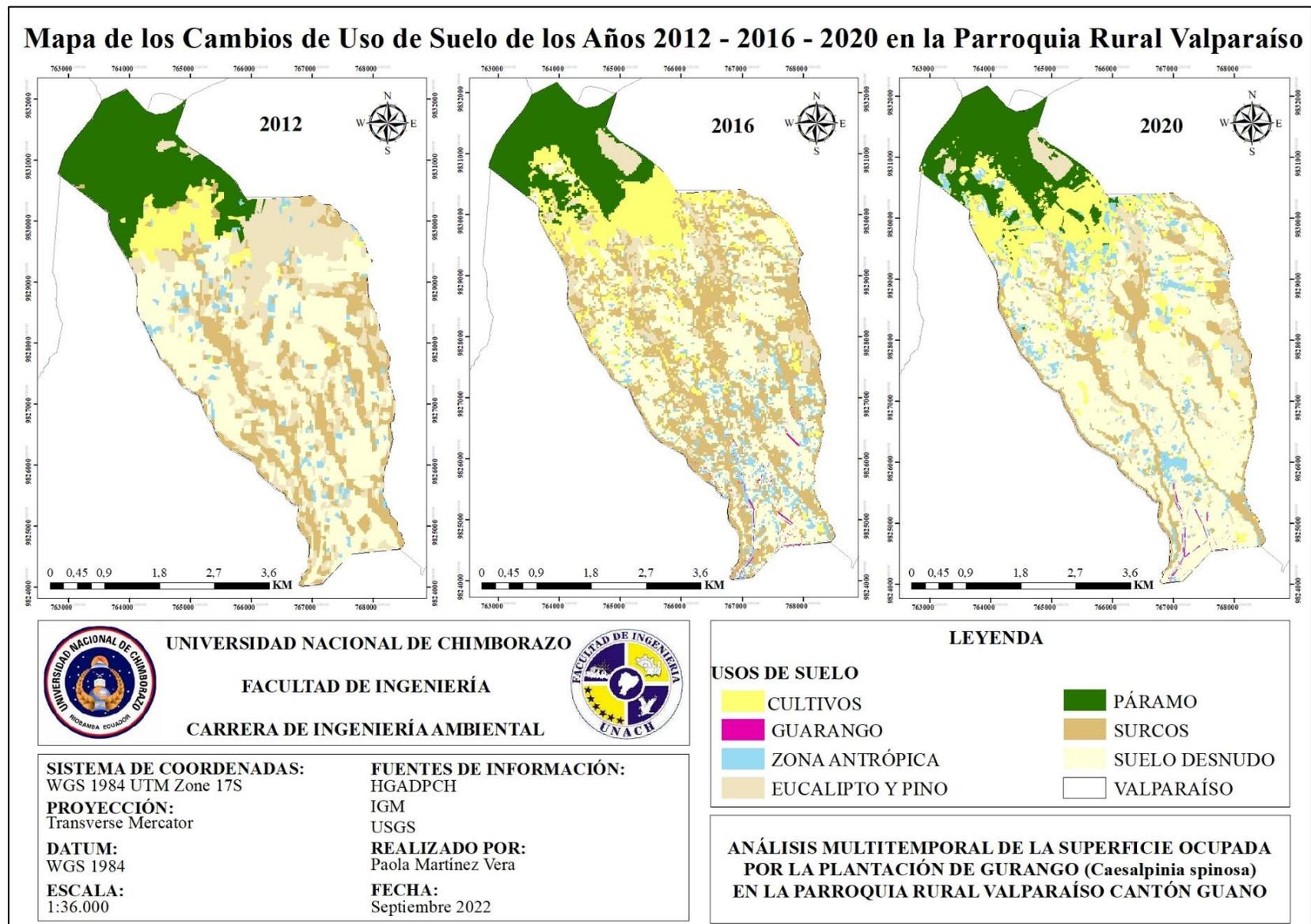


Tabla 19*Cambio de uso de suelo y tasa de cambio en los años 2012, 2016 y 2020*

Clases	Año 2012		Año 2016		TCA	Año 2020		TCA
	Ha	%	Ha	%	%	Ha	%	%
Eucalipto y Pino	229.18	10.7	169.79	7.9	-0.07	152.29	7.1	-0.03
Cultivos	294.46	13.7	300.41	14.0	0.01	298.15	13.9	0.00
Páramo	384.53	17.9	278.19	13.0	-0.08	232.12	10.8	-0.04
Zona antrópica	91.63	4.3	129.88	6.1	0.09	137.69	6.4	0.01
Guarango	0	0.0	12.87	0.6	0.00	5.47	0.3	-0.19
Suelo Desnudo	769.58	35.9	721.78	33.7	-0.02	1001.12	46.7	0.09
Surcos	374.96	17.5	531.42	24.8	0.09	317.49	14.8	-0.12
Total	2144.33	100.0	2144.33	100.0		2144.33	100.0	

Las áreas con mayor extensión de los usos de suelo de las condiciones iniciales de partida del año 2012 en la parroquia rural Valparaíso fueron: “suelo desnudo” y “páramo”. Para el “guarango” no existieron valores, debido a que las plántulas eran muy pequeñas y según Lara (2019) aproximadamente a los 120 días alcanzan un promedio de 4.88 cm de altura. Se tiene como antecedente bibliográfico que en octubre del 2011 la fundación Bio-recolte realizó una reforestación de 48 hectáreas de guarango en sectores del cantón Guano como La Providencia, Valparaíso, Langos, además en Licto parroquia rural de Riobamba; con una densidad de 624 plantas por hectárea con la finalidad de que esta leguminosa aporte beneficios tanto ambientales como económicos (Fabara, 2012).

En el año 2016 los cambios más notorios en las clases de uso de suelo fueron en “área poblada e infraestructura”, “surcos”, “eucalipto y pino” y “páramo”. El área “poblada e infraestructura” presentó un cambio en el TCA de 0.09%, a causa del crecimiento demográfico y de la tasa poblacional, de la misma manera “surcos” presentó un TCA de 0.09% aumentando con el paso de los años y de esta forma disminuyendo el “páramo” y “eucalipto y pino” con un TCA de -0.08% y -0.07% respectivamente.

Mientras que la clase de uso de suelo “cultivos” presentó un TCA de 0.01%, debido a que en el año 2014 el GAD parroquial implementó programas de siembra de cultivos con el propósito de incentivar la actividad agropecuaria en la cabecera parroquial, dado que sus suelos

no retienen la humedad limitando el desarrollo apropiado de los cultivos, debido a épocas largas de sequías (PDOT Valparaíso, 2020).

La clase de uso de suelo “guarango” no presentó ningún cambio, ya que la especie inicia su producción a partir de los tres a cinco años después de ser plantada (Arguello-Erao y Saltos-Aguilar, 2017), además de la variación del porcentaje que se le atribuye al poder de prendimiento del guarango, ya que según Sernaque-Abadie et al. (2020) menciona que la *Caesalpinia spinosa* tiene un poder de prendimiento del 36.3%, por tal razón no se obtiene un resultado del 100% de la siembra de toda la plantación que realizó la fundación Bio-recolte.

En el año 2020, los cambios más relevantes se dieron en el “guarango” donde el TCA disminuyó a -0.19%, dado que los habitantes de la parroquia no fueron pacientes con el tiempo de crecimiento de esta especie, ya que el rendimiento del guarango se lo obtiene entre el quinto y séptimo año después de la siembra (Jara, 2013). Para el año 2016 la parroquia contaba con aproximadamente 7000 plantaciones representando 0.6% de la superficie total de la zona de estudio, existiendo una disminución considerable para el año 2020, donde la investigación realizada por Guamán (2020) menciona que a través de la aplicación de una encuesta socioeconómica a la población existen tan solo 3490 plantas aproximadamente representando 1:2 de la superficie inicial de las plantaciones de guarango.

Otros cambios que se presentan en la parroquia como se puede observar en la tabla 19, es “páramo” con un TCA de -0.04%, a causa de la deforestación producida por la agricultura, sobrepastoreo, cambio climático, entre otros (Llambí et al., 2012), asimismo “eucalipto y pino” con un TCA de -0.03%, debido a su adaptabilidad, rápido crecimiento, versatilidad de su madera y uso industrial, lo cual conllevó a que los habitantes deforesten las plantaciones con fines comerciales y económicos (Gualpa y Rosero, 2018).

En la clase “suelo desnudo” existe un aumento del TCA 0.09%, siendo la textura un factor causante del incremento, ya que en la parroquia predominan texturas gruesas y medias, entendiéndose como suelos con bajo almacenamiento de agua y nutrientes para las plantas (Llambí et al., 2012). No obstante, para “surcos” un TCA de -0.12%, a causa de las condiciones climáticas no favorables que presentan los bosques secos andinos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se analizaron las características biofísicas que presenta la parroquia rural Valparaíso, donde las precipitaciones medias anuales fluctúan entre los 500 a 1000 mm, asimismo posee temperaturas que oscilan entre los 4 a 12 °C. Respecto al suelo, en la parroquia predominan pendientes de tipo fuerte, las cuales ocasionan limitaciones para actividades agropecuarias. Además, se ha determinado que mantiene en su mayoría un suelo andisol, es decir, suelos con baja densidad aparente. Por otra parte, la parroquia se ve afectada por la pérdida progresiva de la biodiversidad y cobertura vegetal a consecuencia del avance progresivo de la frontera agrícola.

Se realizó la cuantificación de la plantación de guarango a través de la tasa de cambio de uso de suelo durante los años 2012 – 2016 – 2020, partiendo del año 2012 donde no se evidenciaron valores, debido a que en el año 2011 comenzaron con el proceso de reforestación de la especie, lo cual se puede corroborar con datos bibliográficos. Mientras en el 2016 la plantación de guarango contaba con 12.87 ha representando el 0.6% del total del área de la parroquia, sin embargo, en el año 2020 se evidencia un TCA de -0.19% , interpretándose como un suceso de decrecimiento o disminución en 1:2 del área inicial de la plantación, a causa de factores climáticos, edáficos y antrópicos siendo esta última la de mayor fuerza, puesto que los habitantes no fueron pacientes con el tiempo de crecimiento de esta especie, debido al rendimiento de la misma, ya que se obtiene a partir del quinto o séptimo año después de la siembra.

Se propuso un plan de conservación para la plantación de guarango en la parroquia rural de Valparaíso, con el fin de proteger, concientizar y reforestar la especie como una vegetación nativa del lugar para lograr recuperar suelos que han sufrido un proceso de erosión, mayormente en la zona interandina de la parroquia a causa de diferentes factores tanto naturales como antrópicos. Los proyectos establecidos en el plan de conservación están destinados para autoridades competentes y habitantes de Valparaíso, con la finalidad de conservar el guarango, y a su vez, incentivar así el mejoramiento de su uso, manejo y aprovechamiento, lo cual favorecerá a su población por los múltiples beneficios que ofrece desde fijar nitrógeno del aire al suelo, apadrinar y proteger a otras plantas, tanto ramas, hojas y raíces que previenen la erosión, entre otras.

Recomendaciones

Para mejorar la veracidad de los resultados, se recomienda realizar un análisis fisicoquímico del suelo de la parroquia rural de Valparaíso, para establecer sus

características y comprobar el estado de salud del suelo, permitiendo corroborar los beneficios y el potencial ecológico que contiene esta especie en los suelos de la zona.

Es necesario establecer más estudios destinados al guarango, con la finalidad de continuar observando el aporte de esta especie en el transcurso de los años no solo en la zona de estudio sino en zonas aledañas donde se desarrolla esta leguminosa de manera silvestre.

BIBLIOGRAFÍA

- Adán, M. (2015, mayo 18). *Clasificación supervisada y no supervisada en ArcGIS*. CursosGis. <https://www.cursosgis.com/clasificacion-supervisada-y-no-supervisada-en-arcgis/>
- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático. En MAE/FAO. MAE/FAO.* https://www.academia.edu/5400279/GUIA_DENDROLOGICA_DE_LAS_ESPECIES_FORESTALES_DE_LOS_BOSQUES_SECOS_DE_ECUADOR
- Allaica, N. P. (2015). *Comparación del efecto cicatrizante de tinturas elaboradas a base de Guarango (Caesalpinia spinosa) y Sangre de Grado (Croton lechleri) aplicados en ratones (Mus musculus)* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politecnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4009>
- Almeida, A. (2015). *Procesamiento digital de imágenes multiespectrales Landsat 8, para aplicaciones agronómicas en la subcuenca del Río Guayllabamba* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6489>
- Alonso, D. (2015, junio 10). *NDVI: Qué es y cómo calcularlo con SAGA desde QGIS*. mappingGIS. https://mappinggis.com/2015/06/ndvi-que-es-y-como-calcularlo-con-saga-desde-qgis/#Que_es_un_NDVI
- Alvarado, J. (2019). *Estudio Multitemporal de Cambio de Uso de Suelo en la Parroquia Tambillo, Cantón Mejía, Pichincha, Ecuador” (Período 2001-2010)* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/16182>
- Alvarez-Garretón, C., Lara, A., Boisier, J. P., & Galleguillos, M. (2019). The impacts of native forests and forest plantations on water supply in Chile. *Forests*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/f10060473>
- Arenas, R. (2016). *Aplicación de la teledetección en la exploración geominera y de recursos naturales* [Tesis de maestría, Universidad de Oviedo]. <http://hdl.handle.net/10651/38502>
- Arguello-Eraza, S. E., & Saltos-Aguilar, W. M. (2017). El guarango en el cantón guano de la provincia de Chimborazo - Ecuador. *Industrial Data*, 20(1), 43–50. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81652135005>
- Ariza, A. (2013). Descripción y Corrección de Productos Landsat 8 LDCM (Landsat Data Continuity Mission). En IGAC. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21308.44167>

- Arteaga, B. A. (2015). *Estudio de factibilidad para la implementación de una finca productora de Guaranga (Caesalpinia spinosa) en el sector San Guillermo, Imbabura, Ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9830>
- Aucancela, A. D. (2018). *Oportunidades de Restauración Ecológica del Páramo “San Carlos” en la Parroquia Valparaíso, Cantón Guano, Provincia De Chimborazo* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/10306>
- Baumann, P. R. (2016). *Remote Sensing:LANDSAT PROGRAM*. employees. <http://employees.oneonta.edu/baumanpr/geosat2/RS Landsat/RS-Landsat.htm>
- Benites, J. R. (2016). Las leguminosas en la alimentación y en la fertilidad de los suelos. *LEISA*, 32(2). <https://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol32n2.pdf>
- Bravo, J. E. (2022). *Análisis del cambio de uso y cobertura de la tierra producida por la actividad minera de áridos y petreos, comunidad Balsayaku, periodo 2015-2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8607>
- Calvache, A. (2015). Los suelos del Ecuador. *VII Congreso Sudamericano de Agronomía*. <https://www.researchgate.net/publication/301701400>
- Camacho, J. M., Pérez, J. I. J., Jaimes, N. B. P., Vargas, E. G. C., Peña, L. C. B., & López, M. S. (2015). Cambios de cobertura/uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. *Madera y Bosques*, 21(1), 93–112. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.211435>
- Cartaya, S., Zurita, S., & Rodríguez, E. (2015). Clasificación supervisada para la selección de zonas de muestreo de especies cinegéticas en el Refugio de Vida Silvestre , Marino y Costero Pacoche , provincia de Manabí , Ecuador. *Revista de Investigacion*, 39(85), 51–62. <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376143541004.pdf>
- Castillo, A., Capa-Mora, E., Fierro, N., Quichimbo, P., & Jiménez, L. (2020). Repercusión del saber local en el manejo y conservación del suelo en el sur del Ecuador. *Ciencia del Suelo*, 38(1), 192–198. <http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v38n1/v38n1a17.pdf>
- Chambi, F., Chirinos, R., Pedreschi, R., Betalleluz-Pallardel, I., Debaste, F., & Campos, D. (2013). Antioxidant potential of hydrolyzed polyphenolic extracts from tara (Caesalpinia spinosa) pods. *Industrial Crops and Products*, 47, 168–175. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2013.03.009>
- Dorronsoro, C. (2022). Introducción a la Edafología. En *Universidad de Granada*. <http://edafologia.ugr.es/>

- ESA. (2014, marzo 28). *El programa Copérnico*. ESA. https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/El_programa_Copernico
- Fabara, V. S. (2012). *Estudio de factibilidad para la producción de Guarango (Caesalpinia spinosa) en el cantón de Guano- Chimborazo- Ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2350/1/103384.pdf>
- Fadda, G., & Fernández de Ullivarri, J. (2017). Cartografía de suelos. En *Universidad Nacional de Tucumán*. www.edafologia.com.ar
- Flores-Aguilar, D., Romero-Córdova, M., Trujillo-Vázquez, V., González-González, A., & Juela-Sivisaca, O. (2020). Análisis multitemporal de la superficie ocupada por la cría de camarón (*Litopenaeus vannamei*) en los manglares del archipiélago de Jambelí, cantón Santa Rosa, Provincia de El Oro, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 10(2), 146–160.
- Franco, R. (2017). Composiciones Landsat en ArcGis. Guía Básica. *Wordpress*. <http://wp.me/p2IwQU-1bh>
- GADP Puerto Murialdo. (2019). *Ecosistemas Frágiles*. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Puerto Murialdo. <https://www.puertomurialdo.gob.ec/index.php/pages/sistema-ambiental/ecosistemas-fragiles>
- GADPR Valparaíso. (2019). Diagnóstico de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Parroquial de Valparaíso, cantón Guano. En *Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Valparaíso*.
- García, J. A., Cedillo, J. G., Juan, J. I., & Balderas, M. A. (2012). Procesos de cambio en el uso del suelo de una microcuenca en el Altiplano Mexicano. El caso del Río San José en el estado de México. *Papeles de Geografía*, 55–56, 63–73. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40726731009>
- Gualpa, M., & Rosero, S. (2018). Evaluación Dasométrica De Una Plantación De Pinus Radiata D . Don en El Sector San Andrés , Guano , Ecuador. *European Scientific*, 14(15). <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n15p78>
- Guamán, N. de F. (2020). *Evaluación económica y social del proyecto forestación productiva en base a la comercialización, producción e industrialización del Guarango (Caesalpinia spinosa) período 2011 – 2016* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politecnica de Chimborazo]. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/14400>
- IGM. (2022). *Capas de Información Geográfica básica del IGM de libre acceso*. Geoportal IGM. <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso->

escala-50k/

- IGN. (2019, octubre 28). *Misiones Sentinel (Copernicus)*. PNT. <https://pnt.ign.es/misiones-sentinel-copernicus>
- IGN. (2020). Teledetección. En *Instituto Geográfico Nacional*. <http://www.ign.es>
- INAMHI. (2014a). *Archivos de Información Geográfica: Isoterma*. SNI. <https://sni.gob.ec/coberturas>
- INAMHI. (2014b). *Archivos de Información Geográfica: Isoyeta*. SNI. <https://sni.gob.ec/coberturas>
- Indurre, J. del V. (2014). Catálogo de objetos geomorfológicos del Ecuador. En *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca*.
- INEGI. (2016). Aspectos Técnicos de las imágenes Landsat. En *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. https://www.inegi.org.mx/temas/imagenes/imgLANDSAT/doc/Aspectos_tecnicos_landsat.pdf
- Jara, M. del C. (2013). *Proyecto creación de una empresa asociativa de producción y comercialización de productos de Guarango *Caesalpinia spinosa* (Mol) O. Kuntz, en la provincia de Chimborazo, para el mejoramiento socioeconómico del sector* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/10870>
- Jiménez, H. (2018). *Análisis de crecimiento urbano a partir de imágenes landsat en el cantón Durán, provincia del Guayas, en el período 1990 – 2015* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3949/1/T-UTEQ-102.pdf>
- Júarez-Morales, V. H. (2018). *Correlación entre variables físicas y químicas para la determinación del nivel de fertilidad de suelos cultivados con banano en el valle del Chira-Piura* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1295>
- Ladino, H. (2012). Fotointerpretación y Sensores Remotos. En *Universidad Santo Tomas*. http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/hugoladino_fotointerpretacionysensores/index.html
- Lara, R. M. (2019). *Evaluación de Métodos de Producción de Plántulas de Guarango (*Caesalpinia spinosa*), en el Vivero Experimental CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5269>

- León, A. A. (2015). Descripción, Descarga y Manipulación de Productos Sentinel-2. En *Sistema de Información Geográfica y Percepción Remota*. <https://es.slideshare.net/AlejandroLeon31/guia-sentinel2-espaol>
- Llambí, L. D., Soto-W, A., Célleri, R., De Bievre, B., Ochoa, B., & Borja, P. (2012). Los suelos del páramo. En *Páramos Andinos: Ecología, hidrología y suelos de páramos*. Proyecto Páramo Andino. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56480.pdf>
- López, Balderas, M. A., Chávez, M. C., Juan, J. I., & Gutierrez, J. G. (2015). Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del altiplano mexicano. *Ciencia Ergo Sum*, 22(2), 136–144. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10439327004>
- López, K. (2018). *IDENTIFYING CRITICAL LIMITS FOR SOIL QUALITY INDICATORS IN AGRO-ECOSYSTEMS*. EssaysClub. <https://es.essays.club/Otras/Temas-variados/Manejo-y-conservacion-de-suelos-IDENTIFYING-CRITICAL-LIMITS-172691.html>
- MAATE, & PNUD. (2021a). *Mapa de precipitación provincia Chimborazo*. PLANACC. <https://www.adaptacioncc.com/node/245>
- MAATE, & PNUD. (2021b). *Mapa de temperatura provincia Chimborazo*. PLANACC. <https://www.adaptacioncc.com/publicaciones-documentos/mapa-temperatura-chimborazo>
- MAE. (2012). *Norma # 265 reformulada por el Acuerdo Ministerial 011 del 11 de febrero de 2008 para la Adjudicación de tierras*.
- MAE. (2013). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. En *Subsecretaría de Patrimonio Natural*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. https://www.academia.edu/8756195/Sistema_de_bosques_del_ecuador_pdf
- MAE. (2015). Fragmentación de los ecosistemas del Ecuador Continental. En *Subsecretaría de Patrimonio Natural*.
- MAE, & MAGAP. (2015). Protocolo metodológico para la elaboración del mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador Continental 2013 -2014, Escala 1: 100 000. En *Ministerio del Ambiente del Ecuador Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca*. <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal>
- MAGAP, & IEE. (2016a). GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL COMPONENTE: “CLIMA, HIDROLOGÍA Y AMENAZAS HIDROMETEOROLÓGICAS”. Zonas de Susceptibilidad a Desertificación en el Ecuador Continental Escala 1:50 000. *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca; Instituto Espacial Ecuatoriano*.

- MAGAP, & IEE. (2016b). Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional componente: “Clima, Hidrología y Amenazas hidrometeorológicas”. Zonas de Susceptibilidad a Sequías en el Ecuador Continental Escala 1:50 000. *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca; Instituto Espacial Ecuatoriano, 1.*
- Marca, L., & Vaca, E. (2022). *Análisis del potencial ecológico del Guarango (Caesalpinia spinosa) en la comunidad Chingazo Alto, cantón Guano, como una estrategia de protección y recuperación de suelos en zonas de Bosque Andino Seco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8544>
- Matellanes, R. (2018). Sentinel Index ToolBox. En *Sentinel Index ToolBox* (Vol. 1). <http://www.gisandbeers.com/RRSS/SentinelToolbox/Manual-Sentinel-Index-Toolbox.pdf>
- Medina, M. B. (2015). *Análisis multitemporal del cambio de la cobertura vegetal y uso de la tierra en el cantón Gualaquiza, 1987 - 2015* (p. 82). <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7166>
- Orellana, M. L. (2018). *Clasificación Supervisada*. RPubS. https://rpubs.com/marialorena/clasificacion_supervisada
- Osuna-Osuna, A., De Jesús Díaz-Torres, J., De Anda-Sánchez, J., Villegas-García, E., Gallardo-Valdez, J., & Davila-Vazquez, G. (2015). Evaluación de cambio de cobertura vegetal y uso de suelo en la cuenca del río Tecolutla, Veracruz, México; periodo 1994-2010. *Ambiente & Agua, 10*(2), 350–362. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- PDOT Chambo. (2019). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Chambo 2014 - 2019. En *Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Chambo*.
- PDOT Guano. (2021). Actualización del Plan de Desarrollo de Ordenamiento Territorial del cantón Guano. En *Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guano*.
- PDOT Valparaíso. (2020). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia rural Valparaíso 2019 – 2023. En *Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Valparaíso*.
- Pérez, R. (2019). Introducción a la Teledetección. En *Universidad Nacional de Quilmes* (Primera). Universidad Nacional de Quilmes. <https://static.uvq.edu.ar/mdm/teledeteccion/index.html>
- Picone, N. (2017). Comparación de imágenes satelitales Sentinel 2 y Landsat 8 en el estudio de áreas urbanas. *Congreso Nacional de Geografía de Universidades Nacionales*.

<https://www.researchgate.net/publication/320705706>

- Pizarro, I. (2012). Ecosistemas Frágiles. En *Gobierno Regional de Piura*.
- Polanco, J. A. (2012). Teledetección de la vegetación del páramo de Belmira con imágenes Landsat. *Dyna*, 79(171), 1–11. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49623207029>
- Quezada, A. S., Tapia, J. D. S., & Avilés, E. C. (2022). Estimación de la tasa de deforestación en Pastaza y Orellana- Ecuador mediante el análisis multitemporal de imágenes satelitales durante el período 2000-2020. *ALFA*, 6(17), 282–299. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i17.168>
- Rebollo, M. E. (2012). Estudio multitemporal para la determinación de cambios en el uso del suelo en el complejo de páramos Tota-Bijagual-Mamapacha para el periodo 1992-2012. *Universidad Militar Nueva Granada*, 53(9), 1689–1699. <http://hdl.handle.net/10654/11863>
- Rengifo, B., Saavedra, J. P., & Tipula, P. (2014). Estudio para la Sostenibilidad de los Ecosistemas Frágiles en Ayacucho Sur. En *CIES*. <https://cies.org.pe/investigacion/estudio-para-la-sostenibilidad-de-los-ecosistemas-fragiles-en-ayacucho-sur/>
- Revelo, A., Proaño, D., & Banchón, C. (2015). Biocoagulación de aguas residuales de industria textilera mediante extractos de *Caesalpinia spinosa*. *Enfoque UTE*, 6(1), 1–12. <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/50%0Ahttp://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/download/50/54>
- Rocchini, D., Foody, G. M., Nagendra, H., Ricotta, C., Anand, M., He, K. S., Amici, V., Kleinschmit, B., Förster, M., Schmidlein, S., Feilhauer, H., Ghisla, A., Metz, M., & Neteler, M. (2013). Uncertainty in ecosystem mapping by remote sensing. *Computers & Geosciences*, 50, 128–135. <https://doi.org/10.1016/J.CAGEO.2012.05.022>
- Ruiz, V., Savé, R., & Herrera, A. (2013). Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropoteniente Nicaragua, 1993 – 2011. *Ecosistemas*, 22(3), 117–123. <https://doi.org/10.7818/ecos.2013.22-3.16>
- Salas, M. I., & Muñoz, I. (2019). Análisis de concordancia de atributos en color de piezas galvanizadas. *Revista de Tecnologías en Procesos Industriales*, 3(6), 1–6. <https://doi.org/10.35429/jtip.2019.6.3.1.6>
- Sánchez-Díaz, B. (2018). La teledetección en investigaciones ecológicas como apoyo a la conservación de la biodiversidad: una revisión. *Revista Científica*, 33(3), 243–253. <https://doi.org/10.14483/23448350.13370>

- Sánchez. (2012). *La teledetección enfocada a la obtención de mapas digitales* [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/779>
- Sánchez, M. (2019). *¿Cuáles son las características del suelo franco?* JardineriaOn. https://www.jardineriaon.com/suelo-franco.html#El_suelo_franco_es_bueno_para_todas_las_plantas
- Santi, N. A. (2018). *Análisis de uso del suelo a partir de las imágenes Landsat en el cantón el Empalme, provincia del Guayas, en el periodo 1998 – 2015* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3961>
- SERFOR. (2021). *SERFOR identifica y establece 15 ecosistemas frágiles en Junín*. Gobierno del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/serfor/noticias/506200-serfor-identifica-y-establece-15-ecosistemas-fragiles-en-junin>
- Sernaque-Abadie, A., Charcape-Ravelo, J., Mostacero-León, J., Barrionuevo-García, R., De La Cruz-Castillo, A., & Correa-Seminario, V. (2020). Porcentaje de prendimiento en *Caesalpinia spinosa* “taya” por injertos tipo “t” y “cuña” en Tambogrande, Piura – Perú. *Manglar*, 17(1), 89–93. <https://doi.org/10.17268/MANGLAR.2020.014>
- SIGTIERRAS. (2017). Mapa de Órdenes de los suelos del Ecuador. En *Ministerio de Agricultura y Ganadería*.
- Silva, C. F., & Rivera, M. F. (2016). *Diagnóstico multitemporal y generación de un plan de acción, adaptación y mitigación para las zonas de desertificación y degradación del Cerro Nitón, Parroquia Chiquicha Cantón Pelileo*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/6224/1/236T0233.PDF>
- Vallejo, D. (2015). *Diseño de un sistema de tratamiento para la potabilización del agua en la parroquia Valparaíso del cantón Guano provincia de Chimborazo* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/4731>
- Zavala, M. (2016). *Estudio Multitemporal del Cambio de Uso del Suelo para establecer mecanismos de defensa Y conservación en la microcuenca del Río Jubal en los años 1991 al 2011* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/2975/1/UNACH-ING-AMB-2016-0009.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Plan de Conservación

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PLAN DE CONSERVACIÓN PARA LA PLANTACIÓN DE GUARANGO

(*Caesalpinia spinosa*) EN LA PARROQUIA RURAL DE VALPARAÍSO CANTÓN

GUANO PROVINCIA DE CHIMBORAZO

ELABORADO POR:

NANCY PAOLA MARTÍNEZ VERA

TUTORA:

ING. CARLA SILVA

RIOBAMBA-ECUADOR

2022

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	3
2. MARCO LEGAL	5
2.1. Constitución de la República del Ecuador, 2008	5
2.2. Tratados y Convenios Internacionales	5
2.3. Ley de gestión ambiental	5
2.4. Código Orgánico del Ambiente	6
3. METODOLOGIA	8
4. MARCO CONCEPTUAL.....	9
4.1. Origen	9
4.2. Clasificación taxonómica.....	9
4.3. Características Dendrologicas.....	9
4.4. Ecología y Distribución	10
4.5. Silvicultura.....	10
4.6. Usos	10
5. DIAGNÓSTICO.....	12
5.1. Ubicación Política y Geográfica	12
5.2. Situación del área.....	12
5.3. Infraestructura	14
5.4. Aspectos socioeconómicos	14
5.5. Potencialidades y Problemas de la parroquia	15
5.6. Ecología	16
6. MANEJO DEL ÁREA	18
6.1. Cobertura vegetal del área en uso	18
6.2. Situación de la cobertura vegetal de la parroquia rural de Valparaíso	18
6.3. Áreas destinadas para ejecutar el plan de conservación	19
7. PERFILES DEL PROYECTO	21
Perfil de proyecto del plan de conservación	21
7.1. Proyecto de protección.....	21
7.2. Proyecto de Concientización	22
7.3. Proyecto de reforestación.....	23

8. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN	25
9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	26
10. BIBLIOGRAFÍA.....	27

Índice de Tablas

Tabla 1 Tratados y convenio internacionales ligados a la gestión de conservación de bosques.....	5
Tabla 2 Ley de Gestión Ambiental ligado a la conservación de bosques	5
Tabla 3 Especificaciones en el COA sobre la gestión de conservación de los bosques..	7
Tabla 4 Coordenadas de la parroquia rural de Valparaíso.....	12
Tabla 5 Área de los usos de suelo de la parroquia rural de Valparaíso	13
Tabla 6 Sectores económicos activos	15
Tabla 7 Problemas y Potencialidades de la parroquia rural de Valparaíso	15
Tabla 8 Tipos de suelos existentes en la parroquia Valparaíso ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 9 Flora existente en la parroquia.....	17
Tabla 10 Especies existentes en la parroquia	17
Tabla 11 Cronograma de actividades para la conservar las plantaciones de Guarango	21
Tabla 12 Cronograma de actividades para la socialización a los habitantes de Valparaíso	22
Tabla 13 Cronograma de actividades para la reforestación de Guarango	23

Índice de Figuras

Figura 1 Zona de estudio	4
Figura 2 Guarango (Caesalpinia spinosa).....	4
Figura 3 Mapa de ubicación de la parroquia rural de Valparaíso.....	14

1. INTRODUCCIÓN

El guarango (*Caesalpinia Spinosa*) es una especie forestal nativa del Ecuador (Figura 1 y 2) conocida también como tara, vainillo o campeche, que crece y se desarrolla en la cordillera de los Andes y en los valles secos interandinos siendo las provincias de Carchi, Pichincha, Imbabura, Loja y Chimborazo las más productoras asimismo, estudios demuestran que este árbol, tiene un alto valor conservacionista, dado que desde que es una leguminosa tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al suelo, mejorando su fertilidad y su capacidad productiva siendo una opción ideal para programas de agroforestería y de cobertura de suelos propensos a la erosión como lo es nuestra zona de estudio (Aguirre, 2012; Arteaga, 2015).

El guarango crece desde los 500 hasta los 3200 m.s.n.m., cabe recalcar que en estado silvestre ya son muy escasos los restos de estos “bosques” siendo Chimborazo una de las principales provincias que mantiene esta especie (Arteaga, 2015; De la Torre, 2018). A pesar de ello, en las últimas décadas cada vez el guarango se ve afectado por factores como la expansión de la frontera agrícola, procesos de urbanización, entre otros, han deteriorado de forma continua el estado natural de estos bosques, limitando los servicios ambientales generados por los mismos y poniendo en peligro la biodiversidad única de estas zonas (Rebollo, 2012).

Debido al desconocimiento de la parroquia y a los factores de riesgo a las cuales está expuesta la especie y su ecosistema, es relevante la formulación de programas de conservación. El Plan de Conservación constituye una guía que delimita, explica y programa las labores a realizar para mantener las poblaciones de la especie en mención como elementos primordiales del ecosistema (Garavito & Bossa, 2016).

Es por ello que en el marco del Convenio Interinstitucional entre la Universidad Nacional de Chimborazo conjuntamente con el Honorable Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo para la elaboración del trabajo de titulación en el tema **Análisis Multitemporal de la superficie ocupada por la plantación de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) en la parroquia rural Valparaíso cantón Guano**, para lo cual se expone en el presente documento el plan de conservación para las plantaciones de guarango en la parroquia rural Valparaíso cantón Guano provincia de Chimborazo siguiendo los términos de referencia para la elaboración de un Plan de Manejo que utiliza el Ministerio del

Ambiente de acuerdo a la norma 265 reformada bajo Acuerdo Ministerial 011 del proceso de adjudicación de tierras (MAE, 2012).

Figura 13
Zona de estudio



Figura 14
Guarango (Caesalpinia spinosa)



2. MARCO LEGAL

2.1. Constitución de la República del Ecuador, 2008

Algunos artículos de la Constitución de la República del Ecuador otorgan el marco referencial para conservar especies forestales; entre los más relevantes están:

El artículo 14 establece que: «Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados».

El artículo 73 establece: «El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales».

El artículo 406 establece: «El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros» (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

2.2. Tratados y Convenios Internacionales

Los principales tratados y convenios internacionales ligados a la gestión directa de la conservación de bosques se describen a continuación:

Tabla 20

Tratados y convenio internacionales ligados a la gestión de conservación de bosques

Tratados y Convenios Internacionales	Vigencia
Convenio sobre comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres, CITES	Estado: Ratificado Fecha: febrero 11, 1975
Convenio sobre la diversidad biológica	Estado: Ratificado Fecha: febrero 23, 1993
Convenio marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático	Estado: Ratificado Fecha: septiembre 27, 1994
Foro de Naciones Unidas sobre bosques	Estado: Suscrito Fecha: junio, 2001

Nota. Fuente: Ministerio del Ambiente del Ecuador (2016)

2.3. Ley de gestión ambiental

Tabla 21

Ley de Gestión Ambiental ligado a la conservación de bosques

Título II: del régimen institucional de la gestión ambiental	
Capítulo I: del desarrollo sustentable	
Artículo	Contenido

Art. 7.- Del desarrollo sustentable

La gestión ambiental se enmarca en las políticas generales de desarrollo sustentable para la conservación del patrimonio natural y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que establezca el presidente de la República al aprobar el Plan Ambiental Ecuatoriano. Las políticas y el Plan mencionados formarán parte de los objetivos nacionales permanentes y las metas de desarrollo. El Plan Ambiental Ecuatoriano contendrá las estrategias, planes, programas y proyectos para la gestión ambiental nacional y será preparado por el Ministerio del ramo.

Capítulo IV: de la participación de las instituciones del estado

Art. 12.- De la participación de las instituciones del estado

e) Regular y promover la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales en armonía con el interés social; mantener el patrimonio natural de la Nación, velar por la protección y restauración de la diversidad biológica, garantizar la integridad del patrimonio genético y la permanencia de los ecosistemas.

Art. 13.- De la participación de las instituciones del estado

Los consejos provinciales y los municipios dictarán políticas ambientales seccionales con sujeción a la Constitución Política de la República y a la presente Ley. Respetarán las regulaciones nacionales sobre el Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas para determinar los usos del suelo y consultarán a los representantes de los pueblos indígenas, afroecuatorianos y poblaciones locales para la delimitación, manejo y administración de áreas de conservación y reserva ecológica.

Título III: instrumentos de gestión ambiental

Capítulo I: de la planificación

Art. 18.- De la planificación

El Plan Ambiental Ecuatoriano, será el instrumento técnico de gestión que promoverá la conservación, protección y manejo ambiental; y contendrá los objetivos específicos, programas, acciones a desarrollar, contenidos mínimos y mecanismos de financiación, así como los procedimientos de revisión y auditoría.

Nota. Fuente: Ministerio del Ambiente (2004)

2.4. Código Orgánico del Ambiente

El Código Orgánico del Ambiente (COA), define en su glosario de terminologías como ecosistemas frágiles a las «...zonas con características o recursos singulares muy susceptibles a cualquier intervención de carácter antrópico, que producen en el mismo una alteración en su estructura y composición», reiterando lo especificado por la Constitución

respecto a que los manglares son ecosistemas frágiles, lo que le otorga una gran relevancia a nivel de la biodiversidad del Ecuador.

En este contexto, el COA establece los siguientes artículos vinculados a la gestión de la conservación de la biodiversidad del Ecuador.

Tabla 22

Especificaciones en el COA sobre la gestión de conservación de los bosques

LIBRO SEGUNDO DEL PATRIMONIO NATURAL

Título I: de la conservación de la biodiversidad

Artículo	Contenido
Artículo 29.- Regulación de la biodiversidad	El presente título regula la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes. Asimismo, regula la identificación, el acceso y la valoración de los bienes y los servicios ambientales. La biodiversidad es un recurso estratégico del Estado, que deberá incluirse en la planificación territorial nacional y de los gobiernos autónomos descentralizados como un elemento esencial para garantizar un desarrollo equitativo, solidario y con responsabilidad intergeneracional en los territorios.
Artículo 31.- De la conservación de la biodiversidad	La conservación de la biodiversidad se realizará in situ o ex situ, en función de sus características ecológicas, niveles de endemismo, categoría de especies amenazadas de extinción, para salvaguardar el patrimonio biológico de la erosión genética, conforme a la política formulada por la Autoridad Ambiental Nacional.

Nota. Fuente: Código Orgánico del Ambiente (2017)

3. METODOLOGIA

Para la elaboración del Plan de Conservación se tomó la metodología de los planes de manejo integral del Ministerio del Ambiente en cuenta el modelo d para las plantaciones de guarango en la parroquia rural Valparaíso se llevó a cabo tanto actividades de investigación como de campo.

Durante la etapa de investigación se realizó un análisis de la bibliografía y de la cartografía existente, en la etapa de campo se hizo un diagnóstico socioeconómico y el recorrido por la parroquia, a través de estas actividades se logró obtener información del uso de suelo y estado del guarango en la zona de estudio.

a) Actividades de la investigación

- Análisis de cartografía existente.
- Análisis del levantamiento topográfico.
- Análisis y definición de zonificación.
- Preparación de la investigación.

b) Actividades en la parroquia rural Valparaíso

- Recorrido de campo.
- Toma de puntos con GPS.
- Identificación de especies forestales.
- Identificación de actividades agropecuarias.
- Identificación de los usos de suelo.

4. MARCO CONCEPTUAL

4.1. Origen

El guarango (*Caesalpinia spinosa*), es una especie ampliamente distribuida en los Andes de América Latina. De acuerdo con López et al. (2020) el guarango “es una leguminosa originaria del Perú utilizada desde la época prehispánica en la medicina popular, y recientemente tiene una gran demanda en el mercado internacional por los productos derivados que de ella se obtiene” (p.14).

4.2. Clasificación taxonómica

- **Reino:** Plantae
- **Division:** Angiospermatophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Subclase:** Rosidae
- **Familia:** Fabaceae
- **Subfamilia:** Caesalpinaceae
- **Género:** *Caesalpinia*
- **Especie:** *spinosa*
- **Nombre científico:** *Caesalpinia spinosa*
- **Nombre común:**

Colombia: Divi divi de la tierra fría, guarango, cuica, serrano, tara.

Perú: Tara, taya, tanino.

Bolivia: Tara.

Ecuador: Vainillo, guarango, campeche (Fabara, 2012).

4.3. Características Dendrológicas

4.3.1. Fisonomía del árbol

- **Árbol.** - es un árbol pequeño, de cuatro a 8 m de altura; puede llegar a medir hasta 12 m bajo mejores condiciones de suelo y agua.
- **Tronco.** - es corto, cilíndrico y a veces tortuoso, de hasta 30 cm de diámetro, aunque comúnmente más delgado; es ramificado desde la base y tiene espinas cuando es joven.
- **Corteza.** - la externa es café - gris y fisurada verticalmente; la corteza interna es crema-amarillento y fibrosa.
- **Copa.** - es irregular, aparasolada y poco densa, con ramas ascendentes. esta alcanza un diámetro de hasta 15 m (Ecuador Forestal, 2010).

4.3.2. Caracteres botánicos

- **Hojas.** - son compuestas, bipinnadas, alternas en espiral, con 6 a 8 pares de lóbulos ovalados y brillantes de 3 cm de largo y 2 cm de ancho. Pierde parcial o totalmente sus hojas en la estación muy seca.
- **Flores.** - son de color amarillo rojizo, dispuestas en racimos de 8 a 15 cm de largo; hay de 40 a 100 flores hermafroditas.

- **Fruto.** - son unas vainas aplanadas y curvas, e indehiscentes de color naranja, de 5 a 10 cm de largo y 1 a 3 cm de ancho aproximadamente.
- **Semillas.** - cada vaina contiene de 5 a 10 semillas algo aplanadas, de color café-negruzcas (Mancero, 2008).

4.4. Ecología y Distribución

Se halla presente en forma nativa en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia Y Chile. En Ecuador se encuentra en el callejón interandino principalmente en las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo y Loja; aunque con mayor concentración en Imbabura. Ubicado en lugares semiáridos que tienen un promedio de 300 a 800 mm de precipitación anual. También se la observa en cercos o linderos, como árbol de sombra para los animales dentro de cultivos de secano, y también como árbol ornamental (Mancero, 2008).

Se desarrolla en formaciones de vida de bosque seco montano bajo y bosque seco premontano, monte espinoso premontano según la clasificación Holdridge.

4.5. Silvicultura

4.5.1. Requerimientos edafoclimáticos

El guarango es una especie poco exigente en cuanto a la calidad del suelo, aceptando suelos pedregosos, degradados y hasta lateríticos, aunque en estas condiciones reporta una baja producción. Se desarrolla en forma óptima y con porte arbóreo robusto, en los suelos agrícolas y con riego; es decir suelos francos y francos arenosos, ligeramente ácidos a medianamente alcalinos. En cuanto a luminosidad tolera algo de sombra en sus primeros años (Mancero, 2008).

4.6. Usos

4.6.1. Usos maderables. - es utilizada para construcción estructural y artesanías, piezas de arado, mangos de herramientas, postes para cercas, y para leña debido a su alta capacidad calorífica. En Loja se usa para la elaboración de lápidas por su alta durabilidad natural (Aguirre, 2012).

4.6.2. Usos industriales (vainas y semillas). - la harina de las vainas es usada para la industria de curtiembre de cueros, ya que tiene un alto contenido de taninos; los frutos frescos se usan como tinte para tejidos; y las vainas y la corteza son usadas como fijador en el proceso de teñido de tejidos de lana y algodón. La harina proteica de las semillas se usa como espesante de alimentos en: helados, mayonesas, salsa de tomate, mantecas y margarinas comestibles, como sustituto de la malta para dar cuerpo a la cerveza, como clasificador de vinos, entre otros, debido a su alto contenido de almidón y ácido oleico. También se utiliza para otros derivados como: Jabones, pinturas, esmaltes y para tintes de imprenta por su propiedad anticorrosiva (Ecuador Forestal, 2010).

- 4.6.3. Usos medicinales.** - es utilizada muy frecuentemente en la medicina tradicional para aliviar malestares de la garganta, sinusitis, infecciones vaginales y micóticas, lavado de heridas crónicas, dolor de estómago y dolor de muelas. El machacado de las legumbres es usado como guía para los pies. Industrialmente se integra como parte de los medicamentos gastroenterológicos para curar úlceras, cicatrizantes por sus efectos astringentes, antiinflamatorios, antisépticos, antidiarreicos, antimicóticos, antibacterianos, odontológicos y antidisentéricos (Ecuador Forestal, 2010).
- 4.6.4. Uso para conservación de los suelos.** - ayuda al mejoramiento de los suelos por sus raíces profundas, aporta nitrógeno al suelo y es una especie ideal para la protección de suelos de alta pendiente. También se la usa en cultivos agroforestales y para dar sombra al ganado (Ecuador Forestal, 2010).
- 4.6.5. Otros usos**
- Leña por su alta capacidad calorífica.
 - Es una especie melífera por lo que se puede combinar con la apicultura.
- 4.6.6.** Las hojas son usadas como borraja de ganado vacuno y caprino (Ecuador Forestal, 2010).

En resumen, la tara, según caracterización realizada por Barriga (2008), es una especie con algunas ventajas, pues:

- es “plástica”: se adapta a una variedad de climas y suelos;
- es “rústica”: exige poco en cuanto a calidad de suelos; se desarrolla en suelos superficiales, ácidos y hasta de baja fertilidad;
- es “de uso múltiple”: se aprovecha su fruto (vaina y semillas), es fijadora de nitrógeno y buena productora de polen y néctar; se puede usar en sistemas agroforestales (asociada con cultivos).

5. DIAGNÓSTICO

5.1. Ubicación Política y Geográfica

5.1.1. Ubicación del área

- **Provincia:** Chimborazo
- **Cantón:** Guano
- **Parroquia:** Valparaíso

5.1.2. **Coordenadas UTM (WGS 84. 17 S) centro del área:** 766392.61 X; 9828234.50 Y

5.1.3. **Coordenadas del perímetro de la zona de estudio en UTM (WGS 84. 17 S)**

Tabla 23

Coordenadas de la parroquia rural de Valparaíso

Puntos	X	Y
1	763854.99	9832099.63
2	762818.13	9830761.60
3	764896.84	9831912.58
4	763656.23	9830075.44
5	765869.82	9830349.02
6	764119.23	9828514.31
7	767926.88	9829196.51
8	765170.85	9827018.02
9	766102.49	9825929.32
10	766767.76	9825277.38
11	766937.80	9824262.90
12	767624.05	9824535.13
13	768454.91	9824588.23
14	768160.48	9825466.19
15	768095.59	9828077.78

5.1.4. **Área total:** 2144.33 hectáreas

5.1.5. **Altitud:** 2.810 hasta los 4.160 m.s.n.m

5.2. Situación del área

En la parroquia rural de Valparaíso uno de los principales problemas es la desertificación, debido al avance progresivo de la frontera agrícola, que viene degradando los páramos y deforestando el escaso bosque nativo, por ende, impide la capacidad de poder regenerarse por sí solos sus suelos viéndose afectado la parroquia a nivel económico, social, cultural y ambiental, por lo que, se busca potenciar el estudio del guarango, ya que esta especie puede ayudar a contrarrestar el fenómeno de la desertificación permitiendo así mejorar la fertilidad del suelo y capacidad de retención.

Con el levantamiento topográfico de la parroquia rural de Valparaíso, se obtuvo los diferentes usos de suelo tomando en cuenta el sistema de clasificación de uso y cobertura de

la tierra elaborado por el MAE y el MAGAP tanto del nivel I y II, corroborando aquello se presentan las siguientes clases de uso de suelo existentes en la zona de estudio:

- **Zona andina:** Vegetación herbácea y arbustiva (Paramo), Tierra agropecuaria (Cultivos) y Plantaciones forestales (Eucalipto y Pino).
- **Zona subandina:** Plantaciones forestales (Eucalipto y Pino), Área sin cobertura vegetal (Suelo desnudo) y Otras tierras (Surcos).
- **Zona interandina:** Bosque (Guarango), Área sin cobertura vegetal (Suelo desnudo), Otras tierras (Surcos) y Zona Antrópica.

Contando con un área de estudio de 2144.33 Ha; siendo la clase de uso de suelo denominada bosque (guarango) la que se encuentra en menor proporción.

Tabla 24

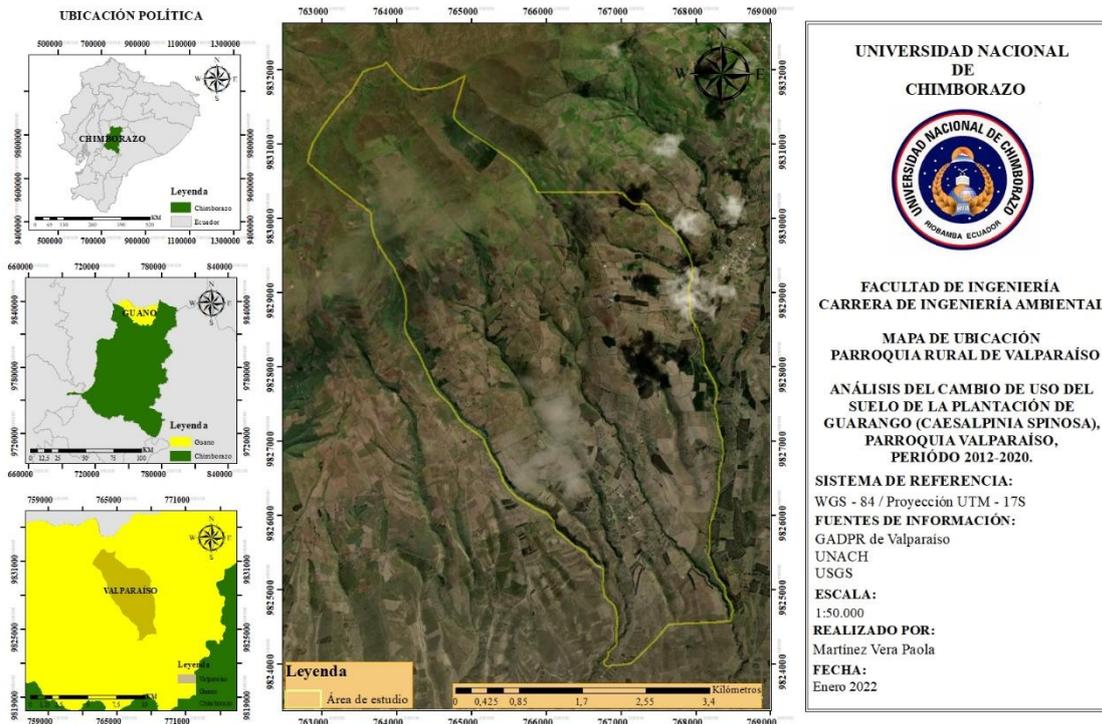
Área de los usos de suelo de la parroquia rural de Valparaíso del año 2020

Clases	Área (Ha)
Plantaciones forestales (Eucalipto y Pino)	152.29
Tierra Agropecuaria (Cultivos)	298.15
Vegetación Herbácea y Arbustiva (Páramo)	232.12
Zona antrópica (Área poblada e infraestructura)	137.69
Bosque (Guarango)	5.47
Área sin cobertura Vegetal (Suelo desnudo)	1001.12
Otras Tierras	317.49
Total	2144.33

5.2.1. Mapa de ubicación de Valparaíso

Figura 15

Mapa de ubicación de la parroquia rural de Valparaíso



5.2.2. ¿Cómo llegar?

Desde la ciudad de Riobamba, por la Av. Antonio José de Sucre toma la vía Guano después la vía a Sta. Teresita, luego la vía Toma Ambato y Calle A con dirección a la parroquia rural de Valparaíso. La parroquia esta aproximadamente a 30 minutos de Riobamba, esto viajando en automóvil.

5.3. Infraestructura

5.3.1. Vías de comunicación

Las vías que conectan la cabecera parroquial con las dos comunidades de la parroquia se encuentran en mal estado y no han recibido ningún tipo de mejoramiento; la capa de rodadura de estas vías es de piedra y de tierra (PDOT Valparaíso, 2020).

5.4. Aspectos socioeconómicos

La principal actividad económica de Valparaíso corresponde a las actividades agropecuarias en general, la ganadería y la agricultura. Adicional a ello dentro de la parroquia se realizan actividades económicas complementarias tales como el comercio ligado a los productos agropecuarios y actividades de albañilería, las cuales constituyen una fuente de ingresos para los pobladores (PDOT Valparaíso, 2020).

5.4.1. Actividades productivas

La actividad agrícola es la que promueve la economía dentro de la parroquia Valparaíso, sin embargo, a pesar de ser la más difundida, no resulta en gran medida una fuente de ingresos económicos importante, por ende, existen otras actividades que se desarrollan a nivel cantonal (PDOT Valparaíso, 2020).

Tabla 25

Sectores económicos activos

Ramas de Actividad	Porcentaje (%)
Agricultura	46
Ganadería	
Manufactura	25
Construcción	7
Comercio	8
Enseñanza	2
Otras actividades	12

Nota. Fuente: PDOT Valparaíso (2020)

5.5. Potencialidades y Problemas de la parroquia

Tabla 26

Problemas y Potencialidades de la parroquia rural de Valparaíso

Variables	Potencialidades	Problemas
Principales Productos del Territorio	<ul style="list-style-type: none"> En la mesa técnica del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la parroquia, han definido los siguientes rubros de producción: Maíz, Papas, Arveja tierna, Chocho, Frutales, Haba y Cebolla blanca. 	<ul style="list-style-type: none"> Baja capacitación y asistencia técnica a productores agrícolas y ganaderos. Desconocimiento de pastos mejorados. Limitado recursos agua. Vías en mal estado. Malas prácticas de sobre pastoreo Deterioro de los suelos. No disponen de sistemas de riego.
Infraestructura para el fomento productivo	<ul style="list-style-type: none"> Centro de acopio de maíz. Cuatro pozos con geomembrana. 22 pozos con geomembrana. 	<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de una infraestructura adecuada. El centro de acopio necesita de algunos equipos para una buena operatividad.

Nota. Fuente: PDOT Valparaíso (2020)

5.6.Ecología

5.6.1. Recurso suelo

La unidad geomorfológica que predomina en la mayor parte del territorio tanto zona andina como subandina, es decir, entre un rango de altura de 3200 a 4200 m.s.n.m. son los flancos del Volcán con una superficie aproximadamente de 1607 ha. En la parroquia rural de Valparaíso se puede identificar que la textura franca es uno de los tipos de suelo con mayor productividad agrícola, ya que tiene una proporción de arena, limo y arcilla idónea para los cultivos (Sánchez, 2019), siendo características ideales para actividades antropogénicas, por ende, este tipo de textura con el pasar de los años ha ido disminuyendo, ocupando aproximadamente 298 ha de la superficie total actualmente.

Finalmente, en la zona interandina se puede evidenciar dos tipos de textura, las cuales son arena media y fina contando aproximadamente con 103 y 276 ha del total del área respectivamente, son consideradas como texturas desequilibradas, puesto que pueden dar origen a diversos problemas como la erosión, ya que presentan baja capacidad de retención de agua y baja capacidad de suministro de nutrientes (Dorronsoro, 2022). Asimismo, la taxonomía de los suelos son de orden entisol y andisol siendo este último el que cubre la mayoría del territorio de la parroquia.

5.6.2. Climatología

El modelo meteorológico de la parroquia Valparaíso varía según la altitud, la ubicación y principalmente por la presencia de la Cordillera de los Andes respecto al movimiento de las masas de aire (PDOT Valparaíso, 2020).

1.1.1 La precipitación media, según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) fluctúa entre los 500 a 1000 mm/anales (INAMHI, 2014b). Los rangos máximos de temperatura varían entre 10 a 12°C media anual y los mínimos de 4 a 6 °C (INAMHI, 2014a).

5.6.3. Recurso Hídrico

La parroquia rural Valparaíso cuenta con 5 microcuencas como Quebrada Chocón, Quebrada Muelañag, Quebrada Macaqui, Quebrada Alacao y Quebrada Torres Huaycu. Según Vallejo (2015) la parroquia se abastece de agua natural sin ningún tipo de tratamiento, donde el principal problema en la calidad se debe a la presencia de sólidos totales, turbidez, coliformes totales, entre otros, los cuales están por encima del límite permisible, así también el vertido de aguas residuales no cuenta con un tratamiento previo siendo descargas de manera directa a los cuerpos de agua sin ningún control.

5.6.4. Recursos Florísticos y Faunísticos

Tabla 27*Flora existente en la parroquia*

Nombre común	Nombre científico
Nogal	<i>Juglansregia</i>
Ciprés	<i>Cupressussempervirens</i>
Cabuya	<i>Brugmansiaarborea</i>
Ortiga	<i>Urticaleptophylla</i>
Guarango	<i>Caesalpiniaspinosa 0Mol Kuntze</i>

Nota. Fuente: PDOT Valparaíso (2020)**Tabla 28***Especies existentes en la parroquia*

Nombre común	Nombre científico
Lobo	<i>Canis lupus</i>
Glige	<i>Vanellusresplendens</i>
Lagartija	<i>Microlophus peruvianus</i>
Sapo	<i>Electherodactylus curtipes</i>
Mirlo	<i>Turdus chiguanco</i>

Nota. Fuente: PDOT Valparaíso (2020)

6. MANEJO DEL ÁREA

6.1. Cobertura vegetal del área en uso

Uso Actual	Ha	%
Plantaciones forestales (Eucalipto y Pino)	152.29	7.1
Tierra Agropecuaria (Cultivos)	298.15	13.9
Vegetación Herbácea y Arbustiva (Páramo)	232.12	10.8
Zona antrópica (Área poblada e infraestructura)	137.69	6.4
Bosque (Guarango)	5.47	0.3
Área sin cobertura Vegetal (Suelo desnudo)	1001.12	46.7
Otras Tierras (Surcos)	317.49	14.8
Total	2144.33	100.0

6.2. Situación de la cobertura vegetal de la parroquia rural de Valparaíso

A continuación, la descripción del uso actual de la cobertura vegetal, dentro de la parroquia rural de Valparaíso.

6.2.1. Bosque (Guarango)

El área del guarango corresponde a 5.47 Ha, correspondiente a 0.3% del total del área de la zona de estudio, el guarango se localiza cerca de la vía que atraviesa a lo largo de la zona interandina de la parroquia, sin dejar de lado a los distintos guarangos de generación natural que se encuentran distribuidos en la parroquia, sin pasar por alto que esta es la principal especie de este plan con el objeto de conservar esta leguminosa debido a su gran valor tanto ambiental como económico.

6.2.2. Zona antrópica (Área poblada e infraestructura)

El área de zona antrópica de 137.69 Ha, corresponde al 6.4% del total del área de la zona de estudio, el cual ha incrementado durante los años por efecto del crecimiento poblacional del sector, ocasionando el avance progresivo de la frontera agrícola hacia los páramos y el escaso bosque nativo del sector.

6.2.3. Plantaciones Forestales (Eucalipto y Pino)

El área de las plantaciones de eucalipto y pino es de 152.29 Ha, corresponden al 7.1% del total del área de la zona andina y subandina de Valparaíso, específicamente este uso de suelo ocasiona daños en la parroquia, porque dichas especies exóticas

degradan los suelos debido a la gran cantidad de agua que las raíces de estas especies absorben del suelo y subsuelo, es decir la presencia de estas especies significa la desecación del suelo; lo cual afecta la fertilidad del suelo y también incide en la disminución de aguas subterráneas (Gualpa y Rosero, 2018).

6.2.4. Vegetación Herbácea y Arbustiva (Páramo)

El área de la vegetación herbácea y arbustiva es de 232.12 Ha, corresponde al 10.8% del total del área de la zona andina de Valparaíso; el uso que se le da al suelo no es el más adecuado en el territorio parroquial, ya que este tipo de uso de suelo se ve afectado por uno de los conflictos que presenta la parroquia que es el avance de la frontera agrícola hacia los páramos (Llambí et al., 2012).

6.2.5. Tierra agropecuaria (Cultivos)

El área de cultivos es de 298.15 Ha, corresponde al 13.9% del total del área de la zona subandina-alta de Valparaíso, los cuales la mayoría son plantados por habitantes del sector, otro hecho importante en este uso de suelo es que el GAD parroquial implementó programas de siembra de cultivos con el propósito de incentivar la actividad agropecuaria en especial en la cabecera parroquial dado que sus suelos no retienen la humedad limitando el desarrollo apropiado de los cultivos, debido a épocas largas de sequía (PDOT Valparaíso, 2020).

6.2.6. Otras tierras (Surcos)

El área de otras tierras es de 317.49 Ha, corresponde al 14.8% del total del área de la zona subandina e interandina de la parroquia, este tipo de uso de suelo es una de las amenazas del área productiva porque dichas áreas son pendientes que realizan surcos a favor de las mismas; lo cual provoca erosión y pérdida de los suelos (GADPR Valparaíso, 2019).

6.2.7. Área sin cobertura vegetal (Suelo desnudo)

El área de suelo desnudo es de 1001.12 Ha, corresponde al 46.7% del total del área de la parte subandina y interandina de Valparaíso, siendo éste el más representativo por la mayor cantidad de extensión, especialmente en la zona interandina, esto se debe al alto nivel de deforestación que existe en la zona de estudio además de que el sector corresponde a un bosque seco andino siendo característico de este, que la mayoría de sus especies vegetales pierden hojas estacionalmente (Chuncho-Morocho y Chuncho, 2019; Fundación Heifer Ecuador, 2021).

6.3. Áreas destinadas para ejecutar el plan de conservación

6.3.1. Área de protección permanente en el área útil

El área a proteger en este plan de conservación es específicamente el uso de suelo denominado bosque (guarango), que cuenta con 5.47 Ha del total del área de Valparaíso, ya que es una vegetación nativa de este ecosistema, sin dejar de lado el poder conservacionista que posee esta leguminosa, lo cual traerá mejoras no solo en el ámbito económico sino también ambiental a la zona de estudio.

6.3.2. Área de reforestación

El área destinada a la reforestación de esta especie es la zona interandina, es decir, se realizará la forestación de esta leguminosa solo hasta los 3200 m.s.n.m de la parroquia, debido a las condiciones climáticas óptimas de la misma.

7. PERFILES DEL PROYECTO

Las actividades planteadas en este plan de conservación se darán en menos de 4 años, debido a que esta especie comienza su producción a partir de los 3 a 5 años.

Perfil de proyecto del plan de conservación

La información que se posee de distribución y abundancia de esta especie muestra claramente que se encuentra en un estado de vulnerabilidad y además no se gestionan acciones concretas que propicien su conservación, identifiquen sus amenazas y que frenen la disminución de sus poblaciones.

Objetivo general

- Conservar las plantaciones de guarango (*Caesalpinia spinosa*) como una vegetación nativa, a través de acciones articuladas que fortalezcan la protección, concientización y forestación de la especie en la parroquia rural de Valparaíso.

Objetivos específicos

- Proteger las plantaciones remanentes de guarango en la zona de estudio para evitar pérdidas de la especie.
- Generar conocimiento sobre la importancia de la especie a los habitantes de la zona de estudio, con la finalidad de asegurar su conservación.
- Aumentar el área cubierta de guarango a través de plantaciones dentro de la zona de estudio.

7.1. Proyecto de protección

7.1.1. Objetivo

- Conservar las plantaciones remanentes de guarango que existen en la zona de estudio.

7.1.2. Tabla de actividades

Tabla 29

Cronograma de actividades para la conservar las plantaciones de Guarango

Actividad	Especie	Cantidad	Tiempo a cumplir			
			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4

Proteger las plantaciones remanentes de guarango en la zona de estudio para evitar pérdidas de la especie.	Guarango	2400 plantas	X	X	X	X
--	----------	--------------	---	---	---	---

7.1.3. Meta

Conservar 2400 árboles de guarango en 4 años.

7.1.4. Actividad a cumplir

Informar a la parroquia sobre el manejo, cuidado y conservación de la especie.

7.2. Proyecto de Concientización

7.2.1. Objetivo

- Proponer una estrategia de difusión sobre los beneficios de conservación del guarango, de tal forma que la parroquia esté informada sobre diversos aspectos ecológicos de la especie, estableciendo programas de sensibilización y educación ambiental.

7.2.2. Tabla de actividades

Tabla 30

Cronograma de actividades para la socialización a los habitantes de Valparaíso

Actividad	Especie	Cantidad	Tiempo a cumplir			
			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Desarrollar talleres, charlas y/o reuniones, donde se presenten aspectos de la ecología del Guarango y aspectos de conservación, restauración, beneficio, entre otros.	Guarango	2 talleres, charlas y/o reuniones	X	X	X	X

7.2.3. Meta

Población capacitada y apta para implementar de manera exitosa los programas de conservación de la especie.

7.2.4. Actividad a cumplir

Realizar talleres, charlas y/o reuniones con los habitantes de la parroquia dos veces por año en el transcurso de los cuatro años en total.

7.3. Proyecto de reforestación

7.3.1. Objetivo

- Reforestar la zona de estudio con la especie de guarango en 4 años.

7.3.2. Tabla de actividades

Tabla 31

Cronograma de actividades para la reforestación de Guarango

Actividad	Especie	Cantidad	Tiempo a cumplir			
			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Forestar la zona baja de la parroquia con plantaciones de guarango específicamente en sitios faltantes de vegetación como los suelos desnudos.	Guarango	10 ha		X	X	X

7.3.3. Meta

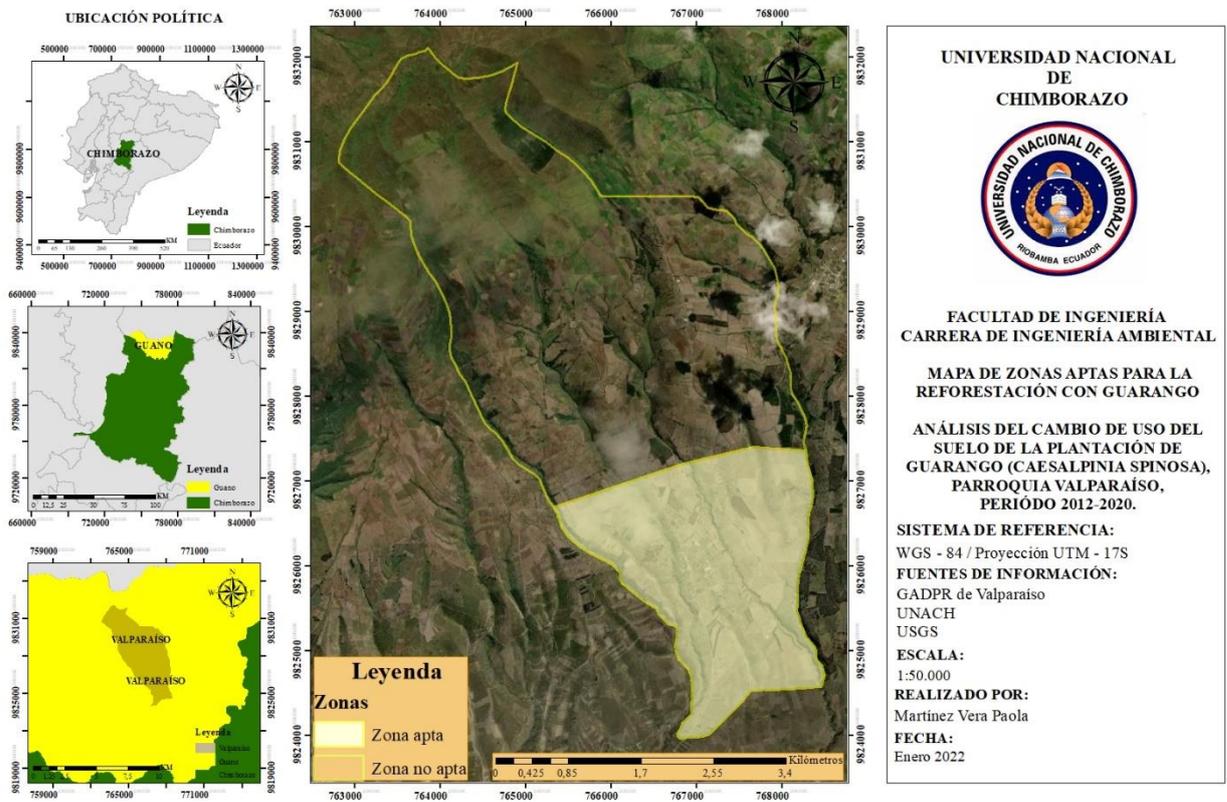
Reforestar la parte baja de la parroquia rural de Valparaíso con la especie de guarango en 4 años.

7.3.4. Actividad a cumplir

Ayudar con los requerimientos necesarios y capacitación técnica a los moradores de la parroquia para una reforestación adecuada.

Figura 16

Mapa de zonas aptas para la reforestación de Guarango



8. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

Anualmente el GAD parroquial de Valparaíso realizará las actividades planteadas en el Plan de conservación, y el respectivo mantenimiento (cuidado y replante) a las actividades establecidas dando un seguimiento cada 5 meses, durante 4 años. La evaluación y actualización del Plan de conservación de las plantaciones de guarango en la parroquia rural de Valparaíso a los 5 años. La evaluación al Plan de conservación por la entidad pública que le corresponda, y la actualización del Plan de conservación por personal independiente en libre ejercicio profesional, si así fuera el caso.

9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cronograma						
Actividades a cumplir	Cantidad	Valor total	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Proteger las plantaciones remanentes de guarango en la zona de estudio para evitar pérdidas de la especie.						
Conservar las plantaciones remanentes de guarango que existen en la zona de estudio.	2400 plantas					
Desarrollar talleres, charlas y/o reuniones, donde se presenten aspectos de la ecología del Guarango y aspectos de conservación, restauración, beneficio, entre otros.						
Proponer una estrategia de difusión sobre los beneficios de conservación del guarango, de tal forma que la parroquia esté informada sobre diversos aspectos ecológicos de la especie, estableciendo programas de sensibilización y educación ambiental.	2 talleres, charlas y/o reuniones por año					
Forestar la zona baja de la parroquia con plantaciones de guarango, específicamente en sitios faltantes de vegetación como los suelos desnudos.						
Reforestar la zona de estudio con la especie de Guarango en 4 años.	10 ha					

10. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. (2012). Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático. En MAE/FAO. MAE/FAO. https://www.academia.edu/5400279/GUIA_DENDROLOGICA_DE_LAS_ESPECIES_FORESTALES_DE_LOS_BOSQUES_SECOS_DE_ECUADOR
- Arteaga, B. A. (2015). *Estudio de factibilidad para la implementación de una finca productora de Guaranga (Caesalpinia spinosa) en el sector San Guillermo, Imbabura, Ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9830>
- Barriga, C. (2008). Cultivos y aprovechamiento de la Tara *Caesalpinia spinosa* en la región Andina. *ECOBONA*.
- Chuncho-Morocho, C., & Chuncho, G. (2019). Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una revisión. *Bosques Latitud Cero*, 9(2), 71–83.
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). *Registro Oficial No. 983 del 12 de abril de 2017*.
- Constitucion de la República del Ecuador. (2008). *Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008.Reformas en Registro Oficial-Suplemento de 25 de enero de 2021*. www.lexis.com.ec
- De la Torre, L. (2018). La Tara, beneficios ambientales y recomendaciones para su manejo sostenible en relictos de bosque y sistemas agroforestales. En *CONDESAN*. <https://condesan.org/recursos/la-tara-beneficios-ambientales-recomendaciones-manejo-sostenible-relictos-bosque-sistemas-agroforestales/>
- Dorronsoro, C. (2022). Introducción a la Edafología. En *Universidad de Granada*. <http://edafologia.ugr.es/>
- Ecuador Forestal. (2010). *Tara*. <https://ecuadorforestal.org/page/4/?s=tara>
- Fabara, V. S. (2012). *Estudio de factibilidad para la producción de Guarango (Caesalpinia spinosa) en el cantón de Guano- Chimborazo- Ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2350/1/103384.pdf>
- Fundación Heifer Ecuador. (2021). Propuesta de Modelo de gestión para el manejo integral del bosque seco andino en torno a la cadena de valor del guarango (*Caesalpinia spinosa*). En *Fundación Heifer Ecuador*.

- GADPR Valparaíso. (2019). Diagnóstico de Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Parroquial de Valparaíso, cantón Guano. En *Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Valparaíso*.
- Garavito, B., & Bossa, R. (2016). *Plan de conservación del Quercus humboldtii en la jurisdicción CORPOGUAVIO*.
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/3762/GaravitoGuerreroBeatrizAmalia2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gualpa, M., & Rosero, S. (2018). Evaluación Dasométrica De Una Plantación De Pinus Radiata D . Don en El Sector San Andrés , Guano , Ecuador. *European Scientific*, 14(15). <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n15p78>
- INAMHI. (2014a). *Archivos de Información Geográfica: Isoterma*. SNI.
<https://sni.gob.ec/coberturas>
- INAMHI. (2014b). *Archivos de Información Geográfica: Isoyeta*. SNI.
<https://sni.gob.ec/coberturas>
- Llambí, L. D., Soto-W, A., Céleri, R., De Bievre, B., Ochoa, B., & Borja, P. (2012). Los suelos del páramo. En *Páramos Andinos: Ecología , hidrología y suelos de páramos*. Proyecto Páramo Andino. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56480.pdf>
- López, A., Oré, R., & Miranda, C. (2020). Caesalpinia spinosa: Efecto protector frente a radiación UV en la lipoperoxidación hepática en ratas y detección de fienoconstituyentes. *REBIOL*, 40(1), 13–20. <https://doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.01.02>
- MAE. (2012). *Norma # 265 reformulada por el Acuerdo Ministerial 011 del 11 de febrero de 2008 para la Adjudicación de tierras*.
- Mancero, L. (2008). *LA TARA (Caesalpinia spinosa) en Peru, Bolivia y Ecuador: Análisis de la Cadena Productiva en la Región* (Pr). Programa Regional ECOBONA - INTERCOOPERATION.
- Ministerio del Ambiente. (2004). *Ley de Gestión Ambiental*. www.lexis.com.ec
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2016). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030* (primera ed). <https://www.ec.undp.org/6c135aeb-5455-47cb-b8ae-ea04cd39e7d9>
- PDOT Valparaíso. (2020). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia rural Valparaíso 2019 – 2023. En *Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Valparaíso*.
- Rebollo, M. E. (2012). Estudio multitemporal para la determinación de cambios en el uso del suelo en el complejo de páramos Tota-Bijagual-Mamapacha para el periodo 1992-2012. *Universidad Militar Nueva Granada*, 53(9), 1689–1699.

<http://hdl.handle.net/10654/11863>

Sánchez, M. (2019). *¿Cuáles son las características del suelo franco?* JardineriaOn.
https://www.jardineriaon.com/suelo-franco.html#El_suelo_franco_es_bueno_para_todas_las_plantas

Vallejo, D. (2015). *Diseño de un sistema de tratamiento para la potabilización del agua en la parroquia Valparaíso del cantón Guano provincia de Chimborazo* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4731>