UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE INGENIERO AMBIENTAL

TEMA:

"PROPUESTA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA CUENCA HÍDRICA EN LA COLINA LAS ANTENAS, PARROQUIA VERACRUZ, PROVINCIA DE PASTAZA"

AUTORES

LEANDRY ALDAIR ALAVA GARCÍA
ANA GABRIELA RIVADENEIRA AGUIRRE

DIRECTORA DEL PROYECTO

MSC. GUERRERO RUBIO JESSY PAULINA

Puyo – Ecuador

Julio 2021

DECLARACIÓN Y AUTORÍA DE CESIÓN DE DERECHOS

Quienes suscriben el presente, Alava García Leandry Aldair con C.I. 220019779-2 y Rivadeneira Aguirre Ana Gabriela con C.I. 172237927-6, hacemos constar que somos autores del proyecto de trabajo de Integración Curricular titulado: “Propuesta de restauración ecológica para la conservación de la cuenca hídrica en la colina las antenas, parroquia Veracruz, provincia de Pastaza”, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor de dicho trabajo, Msc. Guerrero Rubio Jessy Paulina. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza a los 5 días del mes de julio del 2021.





Alava García Leandry Aldair
C.I: 220010997-2

Rivadeneira Aguirre Ana Gabriela
C.I: 172237927-6

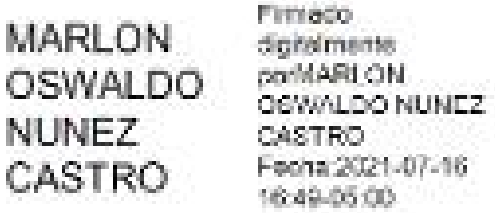
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Integración Curricular titulado: “Propuesta de restauración ecológica para la conservación de la cuenca hídrica en la Colina La Antenas, parroquia Veracruz, provincia de Pastaza”.



Dr. C Edison Oswaldo Samaniego Guzmán PhD.

Presidente del Tribunal



Dr. Marlon Oswaldo Nuñez Castro MSc.

Miembro del Tribunal



Ing. Rubén Aucancela Chimbolema MSc.

Miembro del Tribunal

CERTIFICADO DEL PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI PLAGIO

Quien suscribe el presente Msc Guerrero Rubio Jessy Paulina con C.I 050266962-5 certifica que el Trabajo de Integración Curricular titulado: “Propuesta de restauración ecológica para la conservación de la cuenca hídrica en la colina las antenas, parroquia Veracruz, provincia de Pastaza” ha sido examinado a través del sistema Anti plagio URKUND y presenta un porcentaje de similitud del 6%

En el cantón Pastaza a los 5 días del mes de julio del 2021.



Msc. Guerrero Rubio Jessy Paulina

Director del Trabajo de Integración Curricular

©**2021**, Alava García Leandry Aldair y Rivadeneira Aguirre Ana Gabriela.

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

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Alava García Leandry Aldair y Rivadeneira Aguirre Ana Gabriela, declaramos que el presente proyecto de investigación, es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.

Alava García Leandry Aldair	Rivadeneira Aguirre Ana Gabriela
C.I. 22001977-2	C.I. 172237927-6

DEDICATORIA

Queremos dedicar el presente trabajo a las personas más especiales de nuestras vidas: nuestros padres, quienes, a pesar de todas las dificultades, nos ayudaron a hacer realidad este objetivo, a nuestros hermanos por todo el aliento durante los años universitarios.

AGRADECIMIENTO

Son muchas las personas que han formado parte de nuestra vida estudiantil a las que nos encantaría reconocer gracias a su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en toda esta bonita etapa y como no también han estado presentes en los momentos más difíciles de que hemos pasado. Muchas permanecen junto a nosotros y otras solo en recuerdos, sin importar en donde estén anhelamos darles las gracias por formar parte de este recorrido.

Nuestros pilares fundamentales en toda la travesía; nuestros padres, para ellos el mayor de los méritos y reconocimientos, sin ustedes y su apoyo incondicional hoy no estaríamos redactando el presente, nuestros hermanos; compañeros de vida que entre discusión y discusión jamás se han apartado de nuestro lado, gracias a cada uno de los miembros de nuestras familias por tanto apego y consejos brindados, asimismo gracias por cada regaño que nos han empujado a superarnos cada día más.

A nuestra alma máter; la Universidad Estatal Amazónica por acogernos en este viaje, los testigos de triunfos y fracasos; adorados docentes. Como no agradecerle a quien ha sido nuestra paciente consejera y directora del proyecto Msc. Jessy por brindarnos la guía necesaria para alcanzar el objetivo, por último, pero no menos importantes un gran abrazo para nuestros compañeros con quienes hoy celebramos la llegada a la meta.

Leandry & Ana

RESUMEN

El incremento de la población humana ha sido un pilar fundamental en el desarrollo del mundo no obstante, el mismo es el responsable del deterioro de los ciclos vitales específicamente hablando del ciclo hídrico esto por la tala indiscriminada de bosques en las riberas de los afluentes de agua sea para venta o para el asentamiento humano, el presente trabajo de investigación tiene como finalidad el elaborar una propuesta de restauración ecológica para conservar la cuenca hídrica de la colina las Antenas, parroquia Veracruz provincia de Pastaza, para conseguir el objetivo es imprescindible la realización de un diagnóstico ambiental mediante el uso de técnicas de campo y de observación directa, la técnica de calicata es usada para verificar los horizontes y tipo de suelo que componen el área a tratar (una hectárea), el inventario florístico del sector ha sido fundamental para poder tener el conocimiento necesario a fin de realizar de la mejor manera la restauración, la técnica usada fueron entrevistas personales con la población longeva e la zona además de investigaciones bibliográficas en documentos y herbarios del Ecuador, la propuesta de restauración ecológica se basa en la selección de dos especies que gracias a sus raíces las cuales son entretejidas entre sí evitando la erosión hídrica causada por crecidas de caudal; se trata de la caña guadua (*Bambusa Vulgaria*) y el arbusto yutzu (*Calliandra angustifolia*) este último además es beneficioso para la salud; es usado como remedio natural contra diversas afecciones. Dentro de los resultados predomina el estado de bosque poco conservado debido mayoritariamente a la agricultura que no es rotativa causando deterioro del sustrato, además la implementación de ganadería extensiva, el bosque primario original, con 12 especies nativas encontradas en el área de estudio se propone la restauración ecológica con 12000 individuos de las cuales 8000 comprenden de *Calliandra angustifolia* y 4000 de *Bambusa Vulgaria*.

Palabras clave: RESTAURACIÓN, AMBIENTE, CUENCA, HIDROREGULADORA, ECOLOGÍA, YUTZU, GUADUA.

ABSTRAC

The increase of the human population has been a fundamental pillar in the development of the world, however, it is responsible for the deterioration of the vital cycles, specifically speaking of the water cycle, due to the indiscriminate cutting of forests on the banks of the water tributaries, either for sale or for human settlement, The present research work has the purpose of elaborating an ecological restoration proposal to conserve the water basin of Las Antenas hill, Veracruz parish, province of Pastaza. To achieve this objective, it is essential to carry out an environmental diagnosis through the use of field techniques and direct observation, The technique of calicata is used to verify the horizons and type of soil that compose the area to be treated (one hectare), the floristic inventory of the sector has been fundamental to have the necessary knowledge in order to carry out the restoration in the best way, the technique used were personal interviews with the long-lived population of the area in addition to bibliographic research in documents and herbariums of Ecuador, the proposal of ecological restoration is based on the selection of two species that thanks to their roots which are interwoven together avoiding water erosion caused by floods of water flow; These are the guadua cane (Bambusa Vulgaria) and the yutzu bush (Calliandra angustifolia), the latter is also beneficial to health; it is used as a natural remedy against various ailments. The results show a predominant state of poorly conserved forest, mainly due to non-rotational agriculture, which causes deterioration of the substrate, as well as the implementation of extensive cattle ranching. The original primary forest, with 12 native species found in the study area, is proposed to be ecologically restored with 12,000 individuals, of which 8,000 are Calliandra angustifolia and 4,000 are Bambusa Vulgaria.

key words: RESTORATION, ENVIRONMENT, WATERSHED, HYDRO-REGULATORY, ECOLOGY, YUTZU, GUADUA.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I 1

1. INTRODUCCIÓN 1

1.2 Planteamiento del problema 2

1.3. Objetivos 5

1.3.1 Objetivo general **5**

1.3.2 Objetivos específicos **5**

1.4. Justificación 5

CAPÍTULO II 7

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA. 7

2.1 Ambiente 7

2.2 Ecología 7

2.3 Restauración ecológica 7

2.4 Bosques naturales 8

2.5 Bosques tropicales del Ecuador 8

2.6 Bosques amazónicos del Ecuador 8

2.7 La deforestación en el Ecuador 8

2.8 Conservación ambiental 9

2.9. Conservación de cuencas: beneficios y ventajas a corto, mediano y largo plazo 9

2.10. Cuencas hidroFiguras 10

2.11 El uso del agua en américa latina y el caribe 10

2.12 Degradación y contaminación del agua 10

2.13 Combatir la deforestación para cuidar el agua 11

2.14 Marco legal 11

2.14.1 Constitución Política de la República del Ecuador **11**

2.14.2 Ley De Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento Del Agua **12**

2.14.3 Código Orgánico Del Ambiente **12**

2.14.4. Código Orgánico De Organización Territorial, Autonomía y Descentralización **13**

2.14.5 Ley Orgánica Para La Planificación Integral De La Circunscripción Territorial Especial Amazónica **13**

2.14.6Reglamento Ley De Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento Del Agua.. **13**

2.14.7. Reglamento Al Código Orgánico Del Ambiente **13**

CAPÍTULO III 15

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 15

3.1. Localización 15

3..2. Tipo de investigación 16

3.2.1 Enfoque cuantitativo **16**

3.2.2. Diseño descriptivo simple **16**

3.2.3. Diseño exploratoria – documental. **16**

3.3. Métodos de investigación 16

3.3.1 Método para diagnosticar el área de estudio mediante el método de observación. **17**

3.3.2 Método para el cálculo de parámetros ecológico **17**

3.3.3. Método para la verificación de los horizontes de suelo **21**

3.3.4. Método para la evaluación de la conservación de la cubierta vegetal **21**

3.3.5 Método para la realización del inventario y delimitación del área de estudio . **26**

3.3.6 Método para realizar la restauración **26**

3.3.7 Método de selección de especies **26**

3.3.8 Método de construcción del vivero transitorio **27**

3.3.9 Método del proceso de trasplante **30**

3.3.10 Método para la restauración ecológica **30**

CAPÍTULO IV 33

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS 33

4.1. Diagnóstico del área de estudio en a cuenca hídrica de la colina Las Antenas.. 33

4.1.1. Caracterización del suelo **40**

4.1.2. Localización de las zonas más erosionadas **40**

4.2. Inventario de flora en la zona de estudio de la colina Las Antenas y la cuenca del río Bobonaza. 41

4.2.1. Estructura del bosque **43**

4.2.2. Diversidad alfa **45**

4.2.3. Diversidad beta **46**

4.3. Establecimiento de la propuesta de restauración ecológica para la cuenca hídrica en la colina Las Antenas. **47**

4.3.1. Etapa preparatoria **48**

4.3.2. Etapa de restauración. **50**

CONCLUSIONES 54

RECOMENDACIONES 56

REFERENCIAS 57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3: Grado de representatividad de especies originales. 21
Tabla 2-3: Grado de representatividad de estratos originales. 22
Tabla 3-3: Grado de cobertura vegetal. 22
Tabla 4-3: Área ocupada por caminos. 23
Tabla 5-3: Frecuencia de uso de caminos. 23
Tabla 6-3: Extracción de recursos forestales. 23
Tabla 7-3: Cultivo agrícola. 23
Tabla 8-3: Área ocupadas para pastoreo. 24
Tabla 9-3: Ocurrencia de fuegos. 24
Tabla 10-*3:* Contaminación del agua. 24
Tabla 11-3: Grado de modificación. 24
Tabla 12-3: Índice de sinan tropismo 25
Tabla 13-3: Grado de cobertura de especies invasoras. 25
Tabla 14-3: Grado de conservación en la Colina Las Antenas. 25
Tabla 1-4: Grado de representatividad de estratos originales de la vegetación. 33
Tabla 2-4: Grado de cobertura vegetal. 35
Tabla 3-4: Área ocupada por caminos. 35
Tabla 4-4: Frecuencia de uso de caminos. 36
Tabla 5-4: Extracción de recursos forestales. 36
Tabla 6-4: Cultivo agrícola. 36
Tabla 7-4: Áreas ocupadas para pastoreo. 37
Tabla 8-4: Ocurrencia de fuegos. 37
Tabla 9-4: Contaminación de agua. 37
Tabla 10-4: Grado de modificación. 38
Tabla 11-4: Índice de sinan tropismo. 39
Tabla 12-4: Cobertura de especies invasoras. 39
Tabla 13-4: Evaluación de las matrices. 40
Tabla 14-4: Transectos realizados en la zona de estudio y total de especies identificadas por parcela. 42

Tabla 15-4: Inventario florístico de las especies vegetales por parcela en la Colina Las Antenas..... 42
Tabla 16-4: Grado de representatividad de especies originales. 43
Tabla 17-4: Estructura del bosque en la colina las antenas. 44
Tabla 18-4 : Similitud florística. 46
Tabla 19-4: Índice de Jaccard 46
Tabla 20-4: Inventario florístico detallado de la colina Las Antenas. 60
Tabla 21-4: Bitácora de especies en el área 61
Tabla 22-4: Especies originales del sector. 62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-3: Localización del área de estudio. 15

Figura 2-3: Distribución de las plántulas en el vivero. 28

Figura 3-3: Esquema del vivero transitorio. 29

Figura 4-3: Distribución en el trasplante de individuos. 30

Figura 1-4: Colina Las Antenas 2021. 34

Figura 2-4: Colina Las Antenas 1969. 34

Figura 3-4: Evaluación de las zonas muestreadas en la colina las Antenas. 41

Figura 4-4: Distribución de especies por rango. 45

Figura 5-4: Análisis de la composición florística. 47

Figura 6-4: Ejemplar de Bambusa Vulgaria. 48

Figura 7-4: Ejemplar de Calliandra Angustifolia. 49

Figura *8-4*: Inventario de especies en las orillas de la cuenca hídrica del rìo Bobonaza en la colina Las Antena. 63

Figura *9-4*: Mediciones del Diámetro a la altura del pecho en arboles jóvenes y en desarrollados. 63

Figura *10-4*: Vista panorámica de la zona de estudio en la colina Las Antenas, parroquia Veracruz. 63

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la deforestación es una amenaza latente puesto que es la destrucción a gran escala de bosques por acción antropogénica; cada año, millones de hectáreas se degradan o destruyen ya sea por tala indiscriminada o fuego, esto se produce a un ritmo acelerado, siendo el estimado anual 17 millones de hectáreas; existe muchas razones para la tala indiscriminada, entre ello se menciona la producción masiva de alimentos, puesto que al aumentar los cultivos, también se incrementa el pastoreo de ganado y con ello se visualiza los efectos negativos que presenta la pérdida de hábitat para millones de especies que dependen de los ciclos geoquímicos que presenta cada ecosistema. (Garciglia, 2014).

Este problema no solo afecta a la perdida de la biodiversidad sino también a la disminución y contaminación de ríos y lagos puesto que los árboles presentan servicios ambientales como la protección de las riberas de los ríos y de taludes, controlan la erosión y regulan los caudales hídricos que evitan la perdida de suelos fértiles; Ecuador según la (Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura, 2020) la tasa de deforestación se ha reducido de 129.943 ha/año del periodo 1900-2000 a 94.353 ha/año para el periodo 2014-2016, Ecuador busca la regeneración de bosques naturales a partir de áreas agropecuarias abandonadas o la recuperación de bosques muy degradados, incorporando de esta manera la reforestación y la restauración ecológica, partiendo de programas como REDD +, socio bosque y Propuestas de conservación ambientales con apoyo internacional (Castro, 2013).

La parroquia Veracruz ubicada en la provincia de Pastaza ha perdido un total de 6496.79 hectáreas de bosques amazónicos siendo esto 232.03ha/año de los cuales 2495.34 ha son destinadas para pastizales y 3594.25ha son mosaicos agropecuarios, en paralelo a esta pérdida, se suma la reducción del caudal del Río Bobonaza, de acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015-2025, los recursos hídricos han sufrido una fuerte disminución de caudales y pérdida de la biodiversidad acuática en menos de 6 años, este caudal es de suma importancia debido a que abastece a toda la parroquia, por ello la investigación se centra en proteger esta cuenca mediante una restauración ecológica, seguida

de una sucesión ecológica, para de esta forma crear un desarrollo sostenible y sustentable a futuro para el beneficio de la comunidad. (Garciglia, 2014).

1.2 Planteamiento del problema

La deforestación según el último informe de la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentacón y la Agricultura; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2020) arroja resultados verificables de 46 países tropicales y subtropicales que en total representan aproximadamente el 78% de la superficie forestal, la agricultura comercial a gran escala además del pastoreo y el cultivo de alimentos permanentes como la soja y la palma para la extracción de aceite son las causas mayoritarias de la deforestación ya que su rango de acción se establece en el 40% de bosques deforestados. Muchas veces este cambio en el uso de la tierra es el resultado de una degradación previa por extracción insostenible de un mineral o por monocultivos.

Tal como lo menciona el informe de los objetivos de desarrollo sostenible (Organización de Naciones Unidas , 2019) se estima que el 20% de la superficie terrestre ha sido degradada entre los años 2000 y 2015 por lo cual la asamblea general de las Naciones Unidas ha proclamado el decenio entre 2021 a 2030 como el decenio de las naciones unidas sobre la restauración de los ecosistemas, los objetivos principales son el prevenir, detener e invertir la degradación de los ecosistemas así como la concienciación sobre la importancia del mismo.

En Ecuador, según la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018) la degradación del suelo corresponde al proceso de transformación desde zonas llenas con vegetación natural hacia cultivos, pastizales u otros usos de igual modo también se manifiesta que se ha perdido suelo fértil; esto debido a las malas prácticas agrícolas sobre todo por el creciente aumento en el uso de productos químicos y la falta de rotación entre cultivos lo que perjudica negativamente al sector. El Ministerio del Ambiente y Agua del país presenta la situación actual en temas de degradación en donde se estima que cerca del 47% del territorio ecuatoriano está sujeto a procesos de degradación producido por supuesto por la acción del hombre y por agentes naturales, también destaca varias causas como el sobrepastoreo, aumento de la frontera agrícola, compactación del suelo, minería a cielo abierto, entre otras; además se establecen zonas en donde las afectaciones son

superiores, entre estas zonas están las provincias de Manabí, el Oro, Guayas, Santa Elena en la costa, Chimborazo, Loja, Tungurahua en la sierra y gran parte de la Amazonía ecuatoriana (Ministerio del Ambiente y Agua, 2015).

Pastaza a pesar de no estar considerada en las estadísticas del Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador como una de las zonas más afectadas, de acuerdo con el plan de ordenamiento territorial del (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza, 2019) se puede notar que las causas para la deforestación suelen ser socioeconómicas, siendo la expansión de la agricultura la principal, así como la construcción de infraestructura y el extractivismo de madera, se manifiesta también que dichas causas pueden combinarse. Los suelos de los bosques de la Amazonía ecuatoriana son húmedos gracias a la ubicación geográfica del país, no obstante, sin la protección del dosel arbóreo éstos tienden a secarse rápidamente evitando perpetuar el ciclo hidrológico y obstaculizando la salida de vapor de agua hacia la atmosfera.

El mismo ministerio asegura que en Pastaza los índices de deforestación presentan un decrecimiento considerable entre 2014 al 2016, sin embargo, en los dos años posteriores se ha incrementado en 2.130,52 hectáreas con respecto al periodo 14-16. La parroquia Veracruz (Indillama) en los años 1990-2000 contaba con 2.195,53 hectáreas deforestadas, pero ha logrado disminuirlas a 131,81 hectáreas en el periodo 2016-2018.

El constante crecimiento de las poblaciones y asentamientos humanos en todo el mundo y el desarrollo económico del que viene acompañado, son dos de las causas que desde hace mucho tiempo atrás se vienen reconociendo como los factores principales que determinan las alteraciones negativas que afectan la disponibilidad, calidad y cantidad de agua necesaria para las actividades y necesidades del ser humano. Los datos revelados por la UNESCO nos muestran que el consumo de agua se ha multiplicado por seis en el último siglo además que crece a un ritmo aproximado de un 1% anual (Quintero, 2020).

Los recursos hídricos están íntimamente relacionados con desastres graves como sequías, deslaves o deslizamientos de tierra y enfermedades ocasionadas por patógenos que usan el agua como medio de transmisión; éstos han ido en aumento desde inicios del siglo XXI, en la nota informativa emitida por el (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos; Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, s.f.)

sobre los problemas del agua se pone en manifiesto a los alcaldes, líderes locales y naciones e incluso a los responsables de la toma de decisiones administrativas que se deben reconocer con suma urgencia los problemas relacionados con el recurso hídrico además de exhortar a trabajar con tecnologías de innovación.

En el último decenio se han visualizado sequías más intensas y en número de días superiores que han afectado a la población; estas sequias están estrechamente vinculadas al aumento de la temperatura global y a la disminución de las precipitaciones anuales por lo que la implementación de programas de conservación en cuencas hídricas se vuelve una necesidad imperiosa año tras año (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2019)

Ecuador no está exento de la problemática hídrica, según datos proporcionados por (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2014) las regiones ecuatorianas costa y sierra presentan poca escasez de agua, no obstante; la amazonia presenta escasez económica del agua, esto según lo explica la UNESCO en su informe sobre agua y cambio climático, la escasez es debida a la falta de infraestructura física hídrica lo que podría garantizar el acceso al recurso. Además, se menciona: “El agua sostiene tanto los ecosistemas terrestres como bosques, pastizales etc. Como los de agua dulce; ríos, lagos y humedales, que proporcionan servicios importantes como el suministro de agua, purificación natural, entre otros” (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura; Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2020).

Las principales problemáticas que se han identificado son: la nula existencia de un diagnóstico del área de estudio en relación a la cuenca hídrica de la colina las antenas, es imprescindible la realización de un inventario de la flora existente en la zona de estudio antes mencionada y además realizarlo también en la cuenca del Río Bobonaza, un tercer problema es que no existe una propuesta de restauración ecológica para la cuenca hídrica en la colina las antenas.

Por todo lo expuesto anteriormente se permite formular la interrogante ¿Cómo diseñar una propuesta de restauración ecológica mediante un sistema de reforestación con plantas maderables para la conservación de las cuencas hídricas en la Colina “Las Antenas” de la parroquia Veracruz del cantón y provincia de Pastaza?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta de restauración ecológica para la conservación de la cuenca hídrica en la colina las antenas, parroquia Veracruz, provincia de Pastaza

1.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el área de estudio en la cuenca hídrica de la colina las antenas.
- Elaborar un inventario de flora en la zona de estudio de la Colina las Antenas y la cuenca del Río Bobonaza.
- Establecer la propuesta de restauración ecológica para la cuenca hídrica en la Colina Las Antenas.

1.4. Justificación

La parroquia Veracruz es una zona intervenida urbano – rural, con presencia de bosques secundarios e intervención humana enfocada en monocultivos, ganadería y pastizales; esta parroquia presenta dos importantes ríos, el Río Bobonaza, y el Río Sucio, estos se encargan de abastecer de agua a toda la población de Veracruz, sin embargo, el crecimiento poblacional en esta parroquia es acelerado, debido a que anualmente presenta una tasa de crecimiento del 3.18%, el prominente crecimiento se debe a la cercanía que tiene con la ciudad del Puyo, aun así; no se identifica que este crecimiento poblacional solo afecte la economía de la sociedad sino también a los servicios ecosistémicos que la naturaleza brinda, el crecimiento poblacional es una variable que perjudica los recursos hídricos ya años atrás existía un caudal de 184.33 l/s y hoy en día este caudal se ha reducido drásticamente.

La finalidad de la propuesta es delimitar una zona para la protección de las cuencas hídricas mediante la restauración ecológica en la parroquia Veracruz; según las estadísticas realizadas en el (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Veracruz, 2020), los recursos hídricos han sufrido una fuerte disminución en sus caudales y pérdida de biodiversidad acuática por lo cual se propuso plasmar la protección de las cuencas hídricas mediante la metodología propuestas por Mederero, (2016) la cual se basa en la reintroducción de especies nativas endémicas del lugar, que se adapten a las franjas de protección del cauce del río.

Así también es importante recalcar que Veracruz no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales por lo cual todas las aguas contaminadas son descargadas directamente a los cauces, la ganadería y la agricultura de pastizales también aportan a la contaminación del agua, la cual va dirigida al consumo directo de los habitantes de la parroquia y esto a su vez afecta la salud de los mismos ya sea por la ingesta de coliformes fecales incorporados por el ganado vacuno o el mal manejo de este recurso que en épocas de agosto denota una sequía intermitente.

Es necesario realizar un plan de restauración ecológica basada en el diagnóstico florístico y delimitación de la formación vegetal original así como transectos y parcelas para el muestreo de la vegetación para poder determinar las causas del deterioro y su grado de incidencia actual en el área a restaurar, así también es importante definir el grado de representatividad y estratificación de especies originales en la vegetación actual y se enmarcará en categorías de conservación sugerida por Fernández, (1994). Cabe recalcar que para que la restauración tenga un eje focal fuerte, es necesario la creación de viveros que sirvan de colecta y conservación de semillas, así también como las pruebas de germinación y producción de posturas por trasplante en bolsas o canteros.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.1 Ambiente

El ambiente también llamado medio ambiente según lo define la (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 1983) en la conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente dicta: "Medio ambiente es el conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos y sociales capaces de causar efectos directos o indirectos, en un plazo corto o largo, sobre los seres vivos y las actividades humanas". En términos generales el ambiente es la interacción entre los factores aire, agua o suelo con agentes abióticos y de toda una variedad de organismos animales o vegetales.

2.2 Ecología

"La ecología es la ciencia que estudia las relaciones entre los seres vivos entre sí y las relaciones de los seres vivos con su entorno físico de materia y energía" predica (Gonzáles, s.f) además el mismo autor destaca que la palabra ecología fue plasmada en el siglo anterior por el científico alemán Ernest Hackel utilizando el prefijo "eco" que significa casa en griego y la raíz logos que significa estudio, es decir, su significado es "estudio de la casa".

2.3 Restauración ecológica

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SER por sus siglas en inglés) define a la restauración ecológica como "el proceso de ayudar el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido". En otras palabras, la restauración ecológica es el hecho de recuperar de forma asistida todas o la mayoría de las dinámicas naturales de un ecosistema nativo (SER, 2004).

Los ecosistemas pueden regenerarse de forma natural o asistida, cuando lo realizan por sí solos, es decir; cuando no existen barreras que impiden su restauración es llamada restauración pasiva o sucesión natural, lo contrario ocurre cuando los ecosistemas no pueden regenerarse por sí solos o a su vez es muy lenta su recuperación esto se denomina restauración activa la cual consiste en ayudar o asistir al ecosistema para lograr su desarrollo (Vargas, 2007).

2.4 Bosques naturales

Los bosques naturales ecuatorianos son considerados entre los más megadiversos del mundo, actualmente se encuentran en una grave situación debido primordialmente a la tasa de deforestación que asciende a 65.880 hectáreas anuales, la cual es muy elevada con relación a su superficie incluso mayor a la tasa de deforestación de un gigante como Brasil ostentando la mayor en Latinoamérica; según el (Ministerio del Ambiente y Agua, 2013) nuestro país posee una gran diversidad de flora con un alto índice de endemismo en plantas vasculares la cual oscila entre 20.000 y 25.000 especies.

2.5 Bosques tropicales del Ecuador

La distribución de los bosques tropicales en suelo ecuatoriano según lo manifiesta el (Ministerio del Ambiente y Agua, 2013) se asienta entre las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas y en toda la región amazónica con especies que llegan a alcanzar hasta los 50m de altura. La regulación del ciclo del agua, el control de la erosión del suelo, la estabilización de taludes, la producción de oxígeno, el control de inundaciones y la absorción de dióxido de carbono son los múltiples beneficios que se obtienen de los bosques tropicales sanos. Un dato interesante es que en los bosques ecuatorianos se han catalogado más de 200 especies de árboles por hectárea lo cual es casi 10 veces más que los indagados en los bosques templados de Norteamérica.

2.6 Bosques amazónicos del Ecuador

Las áreas naturales de la amazonia ecuatoriana han sido afectadas descomunalmente por la expansión de la frontera agrícola y las actividades extractivistas de hidrocarburos pesados; adicionalmente la red vial se ha incrementado y ha facilitado los asentamientos indiscriminados de las personas a esto hay que sumarle la contaminación de las cuencas hídricas, solo por poner en perspectiva en la amplia cuenca del río Napo extensas áreas de bosque primario han sido paulatinamente redireccionadas a cultivos de naranjilla, palma africana y pastizales para ganadería (Ministerio de Ambiente y Agua (b), 2013).

2.7 La deforestación en el Ecuador

El (Ministerio del Ambiente y Agua, 2014) resalta que la deforestación fue y en la actualidad sigue siendo uno de los principales problemas ambientales, que coloca en peligro la conservación del patrimonio natural, esta amenaza no solo compromete la biodiversidad

o el recurso suelo sino también el valioso recurso hídrico. Esto potencia de sobremanera otras problemáticas asociadas como el aumento del riesgo de inundaciones por inestabilidad de taludes e incluso deslizamiento de estos ocasionando así pérdidas económicas y sociales.

Según el informe presentado a la Convención de la Lucha Contra la Desertificación y Sequía (UNCCD) con el cual Ecuador ha ratificado su participación en el 2012, manifiesta que las zonas más vulnerables en relación a los problemas de degradación y desertificación de tierras y por consiguiente sequía son las zonas rurales, esto se produce porque hacia éstas zonas los productos que sirven como fuente de alimentación se dan en los campos de cultivos sean estos agrícolas, pecuarios o ganaderos (Estrella g, José;, 2011).

2.8 Conservación ambiental

Es la acción realizada por la humanidad con el fin de cuidar, proteger y mantener los elementos de la naturaleza al igual que su propia existencia, es decir, esto implica el garantizar la conservación del planeta y sus ecosistemas. Se debe asegurar de un uso sostenible y racional de los recursos tales como aire, agua, suelo, flora, fauna, ríos, mares, lagos, océanos, ecosistemas y todos los componentes que conforman el medio ambiente (Pineda, s.f).

2.9. Conservación de cuencas: beneficios y ventajas a corto, mediano y largo plazo

Una adecuada conservación de cuencas asegura a los pueblos muchos beneficios teniendo en cuenta la variable tiempo, el autor (Recalde, 2018) manifiesta que a corto plazo (tres años aproximadamente) los beneficios que se pueden destacar son: la disminución de la contaminación del agua por agroquímicos, la disminución de las quemas de barbechos y rastrojos, un incremento en la aplicación de tecnologías y prácticas agropecuarias para el manejo de cuencas y los cambios en la producción de los cultivos por aplicación de fertilizantes. Los beneficios a mediano plazo (entre cuatro a ocho años aproximadamente) se pueden considerar: la diversificación de cultivos permanentes a los alrededores de la cuenca hídrica generando nuevos ingresos económicos, el mejoramiento en la fertilidad del suelo por el uso de prácticas conservacionistas y de mejoramiento, se podrá visualizar un incremento en la capacidad de retención de humedad en el suelo debido a su mayor cobertura vegetal finalmente una disminución en la erosión del suelo de igual manera por la mayor

cobertura vegetal que posee el suelo. Finalmente, a largo plazo (mayor a ocho años) podremos observar: un incremento en la biodiversidad de flora y fauna, la recuperación de áreas degradadas por efecto de reforestación, un incremento en la calidad y cantidad de agua, y por ende el mejoramiento de la estabilidad del suelo por efecto de las buenas prácticas forestales implementadas.

2.10. Cuencas hidrográficas

(Mateo Rodríguez, Bollo Manent, & Valdivia Fernández , 2008) afirman que: "las cuencas hidrográficas constituyen un tipo especial de sistema ambiental que puede definirse como un espacio físico organizado de acuerdo al escurrimiento de determinados flujos de agua", por su parte, (Reyes Trujillo, Ulises Barroso, & Carvajal Escobar, 2014) deducen que: "es el área de aguas superficiales o subterráneas que vierten a una red natural con una o varias corrientes superficiales de caudal continuo o intermitente". Ambas aclaraciones son totalmente ciertas, sin embargo, para efectos del presente trabajo se toma en cuenta la opinión del primer autor puesto que usando la técnica de observación directa de flora se pueden establecer directrices con el fin de dimensionar las especies hídricas acordes al ecosistema que lo rodea y así lograr una reforestación que cubra las necesidades del afluente.

2.11 El uso del agua en américa latina y el caribe

Un buen o mal manejo del suelo puede afectar positiva o negativamente al agua, tanto en su calidad como en su cantidad dentro de una cuenca; es lo que predica la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015) que de forma seguida manifiesta que el balance de la cuenca es altamente alterada por la deforestación existente, el cambio en la cobertura vegetal y por su puesto los cambios de uso del suelo, además dicta que en las tres últimas décadas la extracción del recurso agua se ha duplicado en américa latina y el caribe con ritmos superiores a los promedios mundiales.

2.12 Degradación y contaminación del agua

Dentro del mismo artículo la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015) pone en manifiesto dos problemáticas básicas en la región que están estrechamente relacionadas con el recurso hídrico, una de éstas es la disminución de la cantidad del agua la cual sucede cuando el consumo del recurso es superior al que se encuentra en las fuentes de recarga y el segundo siendo la perdida de la calidad o

contaminación del recurso es precedido por que las propiedades están amenazadas por organismos patógenos y su entorno lo cual produce un déficit en su pureza.

2.13 Combatir la deforestación para cuidar el agua

La (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016) ha realizado un llamado a los gobiernos centrales a intensificar la lucha del manejo de bosques a fin de reducir las tasas de deforestación, teniendo en cuenta que en los últimos decenios la pérdida de área natural de bosque ha disminuido de forma sustancial ya que entre 1900 y 2000 se talaban 4,45 millones de hectáreas de bosque por año en contraste con los años comprendidos entre 2010 y 2015 en los cuales las pérdidas vieron una estrepitosa caída hasta llegar a los 2,18 millones de hectáreas de bosque deforestadas; sin embargo, las estadísticas dictan que la extracción de agua se ha duplicado invirtiendo la gran mayoría (70%) en el riego para la agricultura.

2.14 Marco legal

Los instrumentos jurídicos vigentes contemplados en la Legislación Ambiental del país han servido de base referente para la elaboración del presente trabajo, en orden jerárquico se incorporan los siguientes:

2.14.1 Constitución Política de la República del Ecuador

Título II: Derechos.

Capítulo Segundo: Derechos del Buen Vivir.

Sección Primera: Agua y alimentación.

Sección segunda: Ambiente Sano.

Capítulo séptimo: Derechos de la Naturaleza.

Título VII: Régimen del Buen Vivir.

CAPÍTULO Primero: Inclusión Y Equidad.

Sección Novena: Gestión Del Riesgo.

Título VII: Régimen Del Buen Vivir.

Capítulo Segundo: Biodiversidad y Recursos Naturales.

Sección Primera: Naturaleza y Ambiente.

Sección Tercera: Patrimonio Natural y Ecosistemas.

Sección Quinta: Suelo.

Sección Sexta: Agua.

Sección Séptima: Biosfera, Ecología Urbana y Energías Alternativas.

2.14.2 Ley De Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento Del Agua

Título II: Recursos Hídricos.

Capítulo I: Definición, Infraestructura y Clasificación De Los Recursos Hídricos.

Artículo 12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes.

Título III: Derechos, Garantías y Obligaciones.

Capítulo III: Derechos de la Naturaleza.

Capítulo VI: Garantías Preventivas.

Sección Primera: Caudal Ecológico y Áreas De Protección Hídrica.

Sección Segunda: Objetivos De Prevención y Control De La Contaminación Del Agua.

CAPÍTULO VII: Obligaciones Del Estado Para El Derecho Humano Al Agua.

Sección Primera: De Las Obligaciones y La Progresividad.

2.14.3 Código Orgánico Del Ambiente

Libro Segundo: Del Patrimonio Natural.

Titulo Vi: Régimen Forestal Nacional.

Capítulo VI: Restauración Ecológica, Plantaciones Forestales y Sistemas Agroforestales.

2.14.4. Código Orgánico De Organización Territorial, Autonomía y Descentralización

CAPÍTULO IV: Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural.

Sección Primera: Naturaleza Jurídica, Sede y Funciones.

2.14.5 Ley Orgánica Para La Planificación Integral De La Circunscripción Territorial Especial Amazónica

Título II: Planificación Integral Para La Circunscripción Territorial Especial Amazónica.

CAPÍTULO II: Planificación Integral Para La Amazonia.

Sección IV: Aspectos Ambientales

Art. 57.- Agua y recursos hídricos¬

2.14.6Reglamento Ley De Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento Del Agua

Titulo Primero: Del Dominio Hídrico Público.

CAPÍTULO Primero: Extensión, Tipos y Definiciones.

Art. 54.- Dominio hídrico público natural y artificial. -

CAPÍTULO Segundo: Protección Del Dominio Hídrico Público.

Sección Segunda: Las Zonas De Protección Hídrica.

2.14.7. Reglamento Al Código Orgánico Del Ambiente

Título II: Conservación In Situ

Capítulo I: Sistema Nacional De Áreas Protegidas

Sección 3ª: Categorías De Manejo y Zonificación De Las Áreas Protegidas

Título VIII: Régimen Forestal

Capítulo V: Restauración Ecológica

Libro Sexto: Incentivos Ambientales.

Título II: Tipos, Formas Y Control De Incentivos Ambientales.

CAPÍTULO II: Tipos De Incentivos.

Sección 3ª: Incentivos Para La Conservación, Uso Sostenible, Procesamiento, Aprovechamiento Y Restauración De La Biodiversidad.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La colina las Antenas es una elevación natural pequeña de fácil acceso, localizada en la parroquia Veracruz, provincia del Pastaza, se ubica en las coordenadas 176369 – 9831679 UTM zona 18 (Figura 1), entre los 1000 y 1300 msnm, cuenta con tres fuentes hídricas: Río Bobonaza, Río Sucio y Río Taculín con una longitud de 242.24 km en el río principal, además presenta una extensión aproximada de 1000 hectáreas de las cuales 10000 m2 corresponden a la zona propuesta para la restauración ecológica; en la colina se presentan dos tipos de climas (lluvioso subtropical y muy húmedo tropical), la temperatura promedio mensual es de 21,1 °C y la precipitación media anual es de 4752,2 mm con una humedad relativa promedio anual del 88,4%. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Veracruz, 2020).



Figura 1-3: Localización del área de estudio.
Fuente: Realizado por Ana Rivadeneira

3..2. Tipo de investigación

3.2.1 Enfoque cuantitativo

Según Hernal, (2010) este método se basa en la medición de las características de los fenómenos sociales, derivado de un marco conceptual que debe basarse en la teoría y asumir la relación entre las variables estudiadas a través de la lógica deductiva. Es un método que le permite resumir y normalizar datos. Las variables analizadas bajo este método deben medirse con un instrumento que permita el uso de procedimientos estadísticos para obtener los datos numéricos a analizar.

3.2.2. Diseño descriptivo simple

El estudio se enmarca en una investigación de carácter descriptivo, este tipo de investigación según Morales, (2012) consiste en facilitar y medir la información recolectada para luego describir, analizar e interpretar sistemáticamente las características del fenómeno estudiado con base a la realidad del escenario planteado

3.2.3. Diseño exploratoria – documental.

Es necesario la utilización de estudios exploratorios analíticos, teóricos e históricos; de acuerdo con el análisis del proyecto la investigación exploratoria documental es un buen complemento en la fidelidad de la información, según Moguel (2005) toda la información se investiga a profundidad para encontrar inconsistencias y contradicciones utilizando varias fuentes al mismo tiempo, para así compararlas, siendo el propio investigador el que elige los datos bibliográficos a utilizar para que este coincida con la hipótesis, por ello se recomienda utilizar toda la información disponible para buscar datos secundarios de manera metódica.

3.3. Métodos de investigación

El proceso metodológico del proyecto propone diferentes etapas que son: identificación, evaluación y caracterización del área de recuperación en la colina Las Antenas, mismas que son afectadas por las actividades humanas que se han realizado; los datos se recolectan mediante procesos participativos y presenciales con la comunidad (entrevistas individuales).

3.3.1 Método para diagnosticar el área de estudio mediante el método de observación.

Para realizar un adecuado diagnóstico del área a tratar y cumplir con el primer objetivo específico es necesario observar el área de trabajo por ello se han marcado transectos en el área de estudio, se realizan recorridos in situ para evaluar, diagnosticar y determinar el estado de conservación de cada uno de los transectos de la zona alta de la microcuenca del Río Bobonaza, de esta manera se presentan fundamentos teóricos del comportamiento de las variables asociadas a la composición florística y estructura de la comunidad la cual actualmente solo se observa un relicto de lo que un día fue un bosque siempre verde piemontano del norte de la cordillera de los Andes (Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador, 2012).

3.3.2 Método para el cálculo de parámetros ecológico

3.3.2.1 Índice de valor de importancia ecológica (IVIE)

El índice de valor de importancia calculada mediante la ecuación (1), define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la abundancia relativa (2), frecuencia relativa (3) y la dominancia relativa (4)

$$\text{IVIE} = (\text{AR} + \text{FR} + \text{DR})/3 \quad (1)$$

Donde:

AR: abundancia relativa

FR: frecuencia relativa

DR: dominancia relativa

A continuación, se detallan las ecuaciones necesarias para la obtención de los parámetros necesarios y calcular IVIE:

Abundancia relativa

$$\text{AR} = \frac{\text{número de árboles por especie}}{\text{número de árboles totales}} * 100 \quad (2)$$

Frecuencia relativa

$$\text{FR} = \frac{\text{frecuencia de la especie}}{\text{frecuencia de todas las especies}} * 100 \quad (3)$$

Dominancia relativa

$$\text{DR} = \frac{\text{área basal de cada especie}}{\text{área basal de todas las especies}} * 100 \quad (4)$$

3.3.2.2 Índice de valor de importancia ecología ampliado

Mediante el uso de los valores de RNRI e IVIE se logra determinar el índice de valor de importancia ecológica ampliado, con ello podemos determinar la perennidad de la especie y su importancia fitosociológica en cada una de los individuos, esto tomando como referencia a (Finol, 1971) mediante la ecuación (5)

$$\text{IVIEA} = \text{IVIE} + \text{RNRI} \quad (5)$$

Donde:

IVIE: índice de valor de importancia

RNRI: porcentaje de la proporción de cada especie regenerada

3.3.2.3 Diversidad alfa y beta

Escala de diversidad alfa

La forma más sencilla y concreta de estimar la diversidad alfa es con la riqueza de especies que componen la comunidad, la medida no cuenta con uniformidad puesto que generalmente existen pocas especies con un alto grado de dominancia y muchos individuos con dominancia relativamente bajo por ello se realizan toma de muestras y conteos diurnos en compañía de la comunidad verificando el número de individuos por especie en el área a restaurar adicionalmente se implementa el uso del programa Biodiversity con el fin de conocer de primera mano la distribución de especies en la zona.

3.3.2.4 Riqueza específica

Índice Menhinick

El índice de diversidad de Menhinick (dmn) (6) al igual que el índice de Margalef se basa en la relación entre el número de especies y el número total de individuos observados, que aumenta al aumentar el tamaño de la muestra.

$$Dmn = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

Índice Margalef

El índice de Margalef (dmg) (7) es una forma sencilla de medir la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies de la vegetación. Mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra (Margalef, 1969).

$$Dmg = \frac{s-1}{\ln n} \quad (7)$$

Dónde:

S = número total de especies

N = número total de individuos

3.3.2.5 Estructura (Dominancia y Equidad)

Índice de equidad de Shannon – Weaner

El índice de Shannon- Wiener (h´) (8) tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (9). Su fórmula es:

$$\sum pi * \ln pi \quad (8)$$

Dónde:

P_i= probabilidad de la especie i respecto al conjunto.

$$Pi = \frac{ni}{n} \quad (9)$$

Dónde:

N_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos de la muestra

Índice de Simpson

El índice de dominancia de Simpson (dsi) (10) considera la probabilidad que dos individuos de la población seleccionados al azar sean de la misma especie. Indica la relación existente entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especie. Dada por la siguiente expresión:

$$\Lambda = \sum pi^2 \quad (10)$$

Dónde:

Pi =abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Escala de diversidad beta

La diversidad beta ha sido usada para expresar el reemplazo espacial en la identidad de las especies entre dos o más áreas y es una medida en la diferencia de la composición de especies entre dos o más ensamblajes locales o regionales (Koleff, 2005). La similitud florística entre los sitios de estudio se obtuvo mediante el índice de similitud de jaccard y sorensen para el análisis cualitativo de presencia - ausencia de especies, los cuales permiten contribuir al mejor entendimiento de las estructuras (Magurran, 1988; Koleff, 2005), se realizó un análisis de conglomerado jerárquico a partir de los incides de los índices de similitud de Jaccard y Sorencen, lo cual permitió la clasificación de las parcelas por su composición florística utilizando el programa Bio-diversity Professional (Mcaleece, 1997), según la ecuación (11) y (12)

Índice de Jaccard:

$$Ij=\frac{c}{a+b-c} \quad (11)$$

Índice de Sorensen

$$Is = \frac{2c}{a+b} \quad (12)$$

Dónde:

A= número de especies en el sitio a

B= número de especies en el sitio b

C= número de especies presentes en ambos sitios a y b.

3.3.3. Método para la verificación de los horizontes de suelo

Usando el método de la calicata y observación directa se ha podido determinar el perfil de suelo en su estado natural, la excavación se realiza a dos metros de profundidad, un metro y medio en la parte más ancha y 80 centímetros en la parte inferior más angosta con una frecuencia de 1 calicata cada 300 metros lineales aproximadamente, al estar junto a una cuenca hídrica es imposible no encontrar agua subterránea por infiltración antes de los dos metros por ello se procedió a analizar mediante la observación directa el perfil de suelo resultante tomando en cuenta la coloración, altura de cada horizonte y textura de los mismos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015).

3.3.4. Método para la evaluación de la conservación de la cubierta vegetal

Para evaluar el grado de conservación de la cubierta vegetal se debe tener en cuenta factores como el grado de cobertura vegetal, el grado de representatividad de estratos originales de la vegetación, el grado de representatividad de especies originales y el grado de modificación.

Para el grado de representación de especies originales según lo manifiesta Matos, J (2006) se pueden considerar como especies originales de una comunidad vegetal a:

- Especies no sin antrópicas propias de esa vegetación.
- Endemismos locales no sin antrópicos.

Una vez se obtenido el número de especies originales los resultados se analizan con la Tabla 1:

Tabla 1-3: Grado de representatividad de especies originales.

Grado de representatividad de especies originales en la vegetación actual	Presencia de especies originales en la vegetación actual	Valor
Alta	>65%	3
Alta - media	65 – 41%	2
Media - baja	40 – 15%	1
Bajo o inexistente	15 – 0%	0

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Leandry Alava

En el grado de representatividad de estratos originales de la vegetación se debe tener en cuenta la existencia de los estratos característicos de la vegetación actual y una vez realizadas las valoraciones se pueden interpretar los resultados mediante la Tabla 2:

Tabla 2-3: Grado de representatividad de estratos originales.

Grado de representatividad de la estratificación original en la vegetación actual	Presencia de estratos originales en la vegetación actual	Valor
Alta	Todos los estratos originales incluyendo los principales	3
Alta – baja	La mayoría de los estratos originales incluyendo los principales	2
Media – baja	Irregularidad de los estratos originales incluyendo los principales	1
Bajo o inexistente	Algunos estratos aislados incluyendo los principales o ausencia total de estratificación	0

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Leandry Alava

El grado de cobertura vegetal se evalúa realizando un análisis del porcentaje que ocupa la vegetación original en el área de estudio, se realiza comparando fotos aéreas desde las más antiguas a las más actuales con el objetivo de establecer los cambios que han sucedido en el tiempo, los resultados se interpretarán según la siguiente Tabla 3:

Tabla 3-3: Grado de cobertura vegetal.

Categorías	Características	Valor
Muy alto	Cuando la cobertura de la vegetación ocupa más del 55% del área del territorio	3
Alto	Cuando la cobertura de la vegetación ocupa del 55 al 35% del área total del territorio	2
Medio	Cuando la cobertura de la vegetación abarca entre el 35 y el 15% del área total del territorio	1
Bajo	Cuando la cobertura de la cubierta vegetal ocupa menos del 15%	0

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Leandry Alava

El grado de modificación de un área puede manifestarse de diversas formas ya que las causas que los provocan son distintos, hay que tener presente todas las modificaciones existentes como la presencia de caminos, frecuencia del uso de estos, extracción de recursos, ocurrencia de fuegos, intensidad y duración de fuegos, tala, cultivos agrícolas, pastoreo, incidencia de vegetación secundaria o introducida, contaminación de aguas, etc. Para este análisis se pueden usar matrices creadas por el investigador que evalúen cada factor modificante y permita traducir los caracteres cualitativos a valores cuantitativos.

Tabla 4-3: Área ocupada por caminos.

% de ocupación	Valor asignado
0 – 10	5
11 – 20	4
21 – 30	3
31 – 40	2
41 – 50	1
	0

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Leandry Alava

Tabla 5-3: Frecuencia de uso de caminos.

Frecuencia	Valor asignado
Siempre	0
Frecuentemente	1
A veces	2
Nunca	3

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Leandry Alava

Tabla 6-3: Extracción de recursos forestales.

Grado de extracción	Valor asignado
Extracción intensa	0
Medianamente intensa	1
Poca extracción	2
No hay extracción	3

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Leandry Alava

Tabla 7-3: Cultivo agrícola.

% De ocupación	Valor asignado
0 – 10	5
11 – 20	4
21 – 30	3
31 – 40	2
41 – 50	1
	0

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Leandry Alava

Tabla 8-3: Área ocupadas para pastoreo.

% de ocupación	Valor asignado
0 – 10	5
11 – 20	4
21 – 30	3
31 – 40	2
41 – 50	1
	0

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Leandry Alava

Tabla 9-3: Ocurrencia de fuegos.

Intensidad y duración	Valor asignado
Intenso y duradero	0
Intenso no duradero	1
Mediano intenso y duradero	2
Mediano intenso no duradero	3
No hubo fuegos	4

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Leandry Alava

Tabla 10-*3:* Contaminación del agua.

Grado de contaminación	Valor asignado
Alto	0
Medio – alto	1
Medio – bajo	2
Bajo	3

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Leandry Alava

Tabla 11-3: Grado de modificación.

Suma de los valores	Grado de modificación	Valor
1-4	Muy alto	0
5- 14	Alto	1
15- 20	Medio	2
	Bajo	3

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Leandry Alava

La fórmula presentada por Ricardo et al, (1995) indica el índice de sinan tropismo (13) el cual es otro elemento que puede aportar criterios para la evaluación del grado de conservación del ecosistema, se detalla en la siguiente formula:

$$Is = \frac{N1-N2}{N-N3} \quad (13)$$

Donde:

Is = Índice de Sinan tropismo

N1= Número de especies sin antrópicas nativas (apófitas)

N2= Número de especies sin antrópicas “Aliens” (antropófitas)

N = Número total de especies del inventario florístico

N3= Número de especies de origen desconocido (parapófitas)

Los resultados se interpretan mediante la clave de la tabla:

Tabla 12-3: Índice de sinan tropismo

Índice de sinan tropismo	Valor asignado
Ls0,5 indica que el ecosistema está en buen estado de conservación	3
Ls0,5 indica que el ecosistema se encuentra estático o en transición dependiendo de los agentes que interactúan con el ecosistema en el futuro	2
Ls0,5 y aproximadamente más de 0, muestra que el ecosistema sufre un severo impacto sin antrópico	1
Ls0 indica que la vegetación original está completamente destruida	0

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Leandry Alava

Se debe señalar que este índice, por sí solo, no permite determinar el grado de conservación del ecosistema estudiado, ya que no tiene en cuenta la abundancia de las especies sin antrópicas existentes (por ejemplo, marabú) y muestra ambigüedad cuando el índice es igual a 0,5. Para solucionar este problema, proponemos valorar este aspecto mediante el uso de la siguiente matriz, que evalúa la cobertura de especies invasoras en el área de estudio.

Tabla 13-3: Grado de cobertura de especies invasoras.

Grado de cobertura de especies invasoras	% que representa del área total evaluada	Valor
Alta		0
Alta a media	41 – 65%	1
Media a baja	16 – 40%	2
Baja o inexistente	0 – 15%	3

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Leandry Alava

Teniendo en cuenta la suma del valor asignado a cada uno de los parámetros evaluados con este método, y su traducción mediante una matriz general se podrá definir el grado de conservación de la cubierta vegetal de la zona evaluada, como ejemplifican las tablas siguientes.

Tabla 14-3: Grado de conservación en la Colina Las Antenas.

	Colina las antenas	
	Índice	Evaluación
Grado de estratificación	Medio – baja	1
Grado de modificación	Alto	1
Grado de cobertura	Medio	1
Grado de ssp originales	Media - baja	1

Cobertura de especies invasoras	Media – baja	2
Índice de sinan tropismo	0.25	1
Total, de puntos acumulados		7
Resultado		Poco conservado

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Leandry Alava

3.3.5 Método para la realización del inventario y delimitación del área de estudio

Bordeando el cauce del Río Bobonaza se miden 25 metros hacia el exterior de cada marguen del mismo y 1000 metros de forma lineal dando como resultado 10000 metros lineales (una hectárea) los cuales son la zona de estudio planteada para la propuesta de restauración dado que según (Meredos & Domingo, 2006) lo mínimo a restaurar son cinco hectáreas sin embargo para facilitar y agilizar el proceso en honor al tiempo y circunstancias en conjunto se ha decidido realizarlo en una hectárea, para la realización del inventario florístico se ha dividido el área en 6 transectos de 16m de ancho por 100m de largo, esto con el fin de facilitar la identificación de las especies representativas mediante recorridos diurnos usando el método de observación directa en compañía de un poblador conocedor de las especies del área, estos datos se contrastan con bases de datos de diversos herbarios del Ecuador.

3.3.6 Método para realizar la restauración

El método de restauración a emplearse es el uso de plántulas producidas en un vivero transitorio, de este modo se aumentan las posibilidades de supervivencia de las plántulas ya que estarán adaptadas al ambiente una vez sean trasplantadas, existen varias ventajas en el uso de este método entre las cuales destacamos: nos permite seleccionar las especies más idóneas, nos permite mantener un control de calidad y vigor que se introducirán al ambiente, con ello también controlamos la densidad, esparcimiento y distribución espacial de las plantas dentro de las parcelas, se facilita el deshierbe, fertilización, control de plagas, etc.

3.3.7 Método de selección de especies

Conocer las características del sitio a reforestar es parte fundamental del proyecto por ello los recorridos diurnos han dado una perspectiva amplia de las mismas, la selección de las especies se han dado gracias a sus propiedades de enraizamiento protegiendo así las orillas de los ríos y esteros evitando la erosión hídrica a la cual están propensas; la *Bambusa Vulgaris* (caña guadua) y *Calliandra angustifolia* (yutzu), según lo expresado por

(Marchesini g, 2018) la especie *Bambusa Vulgaris* crece particularmente en áreas tropicales donde la humedad está en alrededor del 80% y donde, gracias a su sistema raizal sirve de sostén del suelo previniendo el empobrecimiento de las orillas y la consiguiente inestabilidad en momentos de subida del caudal, su crecimiento exponencial es rápido ya que en promedio crece 17cm por día. Por su parte la *Calliandra angustifolia* por su sistema de raíces es ideal para darle sostén a las orillas de las cuencas minimizando así el riesgo de deslaves reteniendo la tierra y oxigenándola además de incorporar materia orgánica al suelo aumentando el sustrato y finalmente también hay beneficios adicionales como leña, forraje, etc.

No se han seleccionado especies de crecimiento lento ya que requieren condiciones estables y con menos limitaciones la cuales no han sido encontradas actualmente por ser un área ampliamente degradada por la ganadería extensiva, posteriormente se pueden incorporar especies primarias a medida que se vaya restaurando el área.

3.3.8 Método de construcción del vivero transitorio

El método a emplearse para la siembra como ya se ha mencionado requiere un vivero transitorio para su construcción se tomarán en cuenta diversas áreas dentro de su composición: área de envasado y sembrado, área de germinación, área de crecimiento y bodega. Antes que nada, se deberá realizar un acondicionamiento y limpieza del terreno, es decir, la remoción total de piedras y cubierta vegetal tanto herbácea y arbustiva (los árboles pueden quedar en pie ya que nos beneficia la sombra que producen), toda esta limpieza puede realizarse de forma manual con machetes, hachas, palas, picos, etc. O a su vez con la utilización de maquinaria pesada.

El control de plagas y enfermedades es necesario de manera estricta ya que con esto nos aseguraremos que las plántulas puedan desarrollarse de forma eficaz, se realiza una fumigación exhaustiva del sustrato antes de empezar la germinación esto con el fin de eliminar la mayoría de los hongos patógenos y malas hierbas presentes en el sitio adicional a la fumigación y con la finalidad de minimizar el uso de herbicidas y plaguicidas se desarrollarán deshierbes manuales permanentes. La nivelación del suelo no es un problema ya que el sustrato tiene una pendiente adecuada de 0. 5º aproximadamente, finalmente para la protección de fuertes ventiscas que puedan producirse en la zona, grillos y diversas

especies animales invasoras se plantea el cercamiento total del área de vivero con malla saran o polisombra.

El área de envasado y sembrado es la primera parada de nuestras plántulas, en esta parte del proceso se llenan las fundas de polietileno negras con el sustrato recogido en el área con el fin que maximizar la adaptación de las futuras plántulas una vez trasplantadas, finalizado el llenado de las bolsas se introduce dos semillas de *Calliandra angustifolia* y se riega con agua obtenida de la fuente hídrica cercana.

Realizado el proceso anterior las bolsas pasan al área de germinación a ras de piso en lotes de 10x50 bolsas por lo cual se debe dividir el área en 16 espacios con una distancia de un metro entre cada una. Cuando las plántulas germinen pasan al área de crecimiento la cual consta de camas a una altura de un metro de elevación, se emplea caña guadua por ser un material ecológico, fácil de manipular, económico, moldeable y estable físicamente; en esta área permanecerán hasta que tengan una altura aproximada de 40cm (Figura 2).

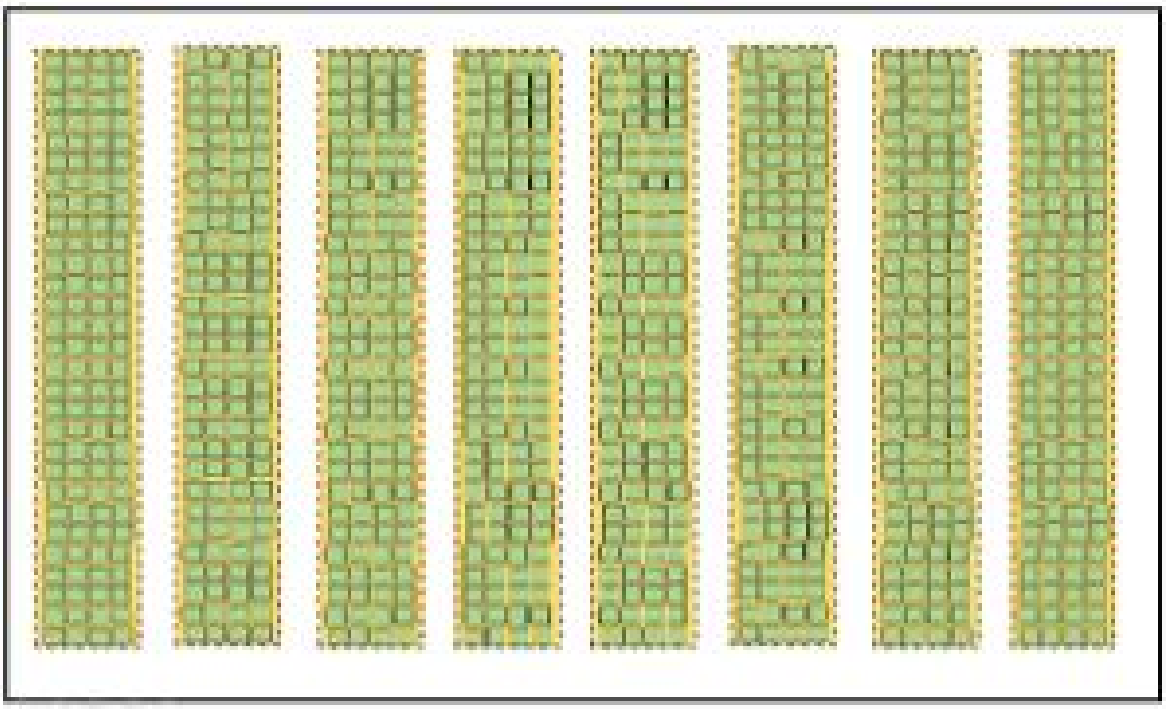


Figura 2-3: Distribución de las plántulas en el vivero.
Fuente: Realizado por Leandry Alava

En el área de bodega se almacenarán las herramientas necesarias para la construcción y mantenimiento del vivero mientras esté en funcionamiento tales como picos, palas, machetes, guantes, regaderas, mangueras, recipientes, bolsas excedentes, carretillas, etc. El riego se realizará pasando un día, se usa una regadera manual para mantener hidratadas las plántulas evitando la muerte de estas, en la Figura 3 se muestra el esquema de distribución de las diferentes áreas del vivero, cabe recalcar que las especies elegidas estarán en partes distintas del vivero.

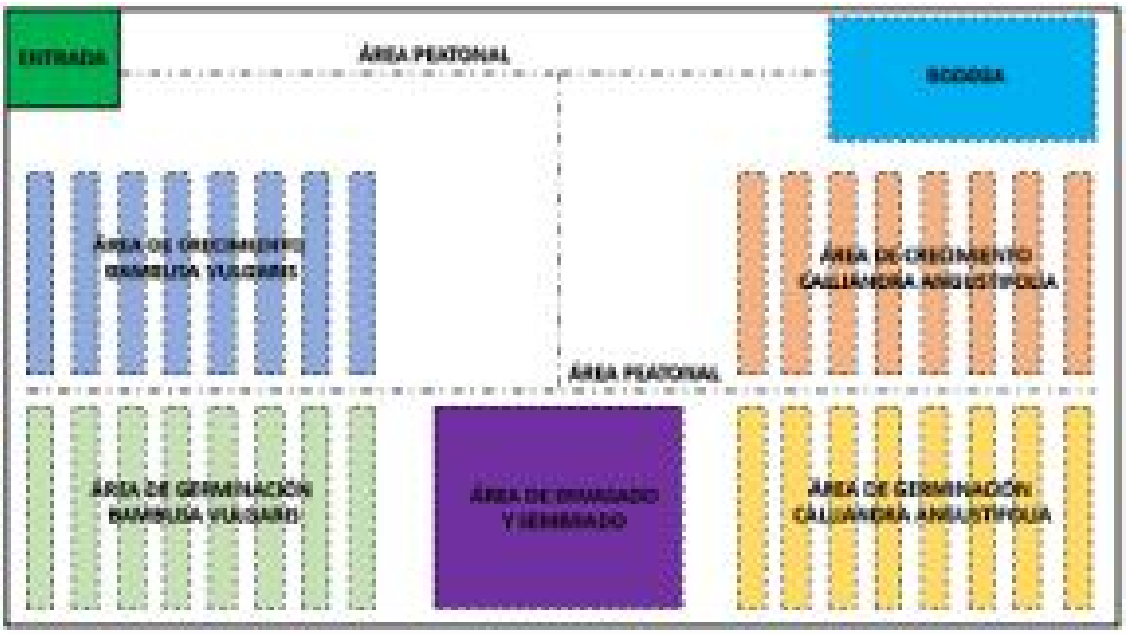


Figura 3-3: Esquema del vivero transitorio.
Fuente: Realizado por Leandry Alava

Para iniciar con la germinación de las plántulas las semillas se obtendrán mediante recolecciones diurnas en áreas en el paseo turístico del Río Puyo en el cual se observa abundancia de la especie *Calliandra angustifolia* mientras que las semillas de *Bambusa Vulgaris* se recolectarán en el parque de la guadua ubicado en el hostal posada real.

La producción de plántulas alcanza los 12000 individuos y está planificada para un tiempo de 10 semanas, en dicho tiempo los individuos tendrán la altura y vigor necesarios para poder ser trasplantados; del total de plántulas planificadas 8000 corresponden a *Calliandra angustifolia* de las cuales el 50% serán sembradas al margen derecho y el otro 50% al marguen izquierdo y 4000 individuos *de Bambusa Vulgaris* dispuestas en el mismo porcentaje, se plantea la siembra de dos individuos de *Calliandra angustifolia* en cinco

metros teniendo en cuenta que en la mitad se sembrará dos individuos de *Bambusa Vulgaris* (Figura 4).

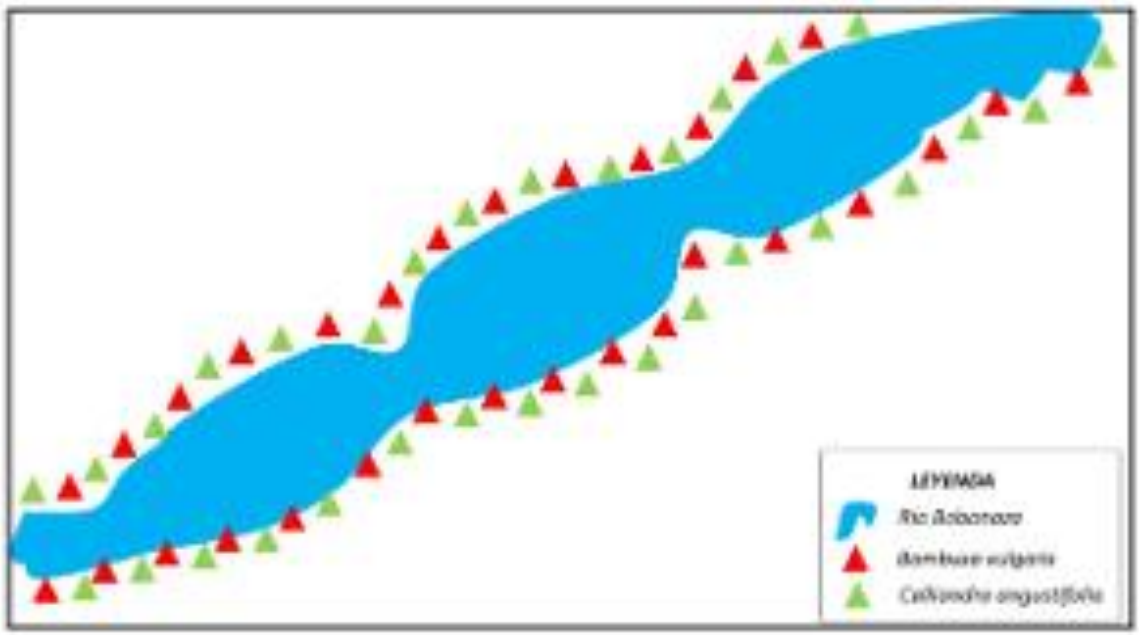


Figura 4-3: Distribución en el trasplante de individuos.
Fuente: Realizado por Leandry Alava

3.3.9 Método del proceso de trasplante

Al ser un área ampliamente devastada por la ganadería es necesario un deshierbe en forma de corona para cada plántula en un rango de 50 cm a la redonda esto para evitar la competencia entre las malas hierbas y las especies, en cada corona de realiza el trasplante cuando la altura de la especie sea igual o superior a 40 cm excavando un hueco lo suficientemente profundo como para que la totalidad de las raíces ingresen se coloca un puñado de abono orgánico para brindarle minerales extras al individuo y facilitar su adaptación al medio natural, una reposición de individuos es necesaria en caso de muertes por lo cual el vivero debe tener los suficientes individuos para solventar el gasto extra que se puede ocasionar.

3.3.10 Método para la restauración ecológica

El método para realizar la restauración ecológica según Jackson et al. (1995) se basa en cuatro etapas diferentes: descriptiva, preparatoria, restauración, monitoreo y evaluación; cada una de estas etapas permitirán recuperar las condiciones ambientales (vegetación, flora,

fauna, clima, agua, suelo y microorganismos) de un ecosistema perturbado; las cuales son descritas a continuación:

3.3.10.1 Etapa descriptiva

Esta etapa es crucial porque recolecta datos existentes en la región, capacita a los participantes y realiza investigaciones en estas áreas, mientras que se desconoce la gestión futura. Un aspecto muy importante es que, en esta etapa del proceso de desarrollo, la información obtenida se logra mediante el diseño o rediseño de las metas del proyecto, estrategias de gestión y metas, es decir, hacia dónde ir. Esperamos promover el resultado final de la restauración del ecosistema. Creemos que es imposible, puede definir el problema antes de comprender completamente el ecosistema.

3.3.10.2Etapa preparatoria

Una vez que se determinan las características regionales y se conocen los principales problemas, se comienza a tomar medidas para resolver el problema y preparar el área donde comenzará la recuperación. Nuestras acciones sugeridas para esta etapa son:

- Control, eliminación o disminución de las causas de deterioro de la zona a restaurar.
- Creación de viveros y producción de posturas.
- Preparación del terreno.
- Toma de medidas contra incendio.
- Toma de medidas contra la erosión.
- Control de plagas forestales.

3.3.10.3 Etapa de restauración

En esta etapa, se adoptarán técnicas y métodos definidos por el trabajo esto asegurará el éxito de la operación anterior. Las tareas que nos proponemos para lograr este objetivo son:

- Preparación de la tierra.
- Plantación y reposición.
- Mantenimiento de plantaciones.
- Tratamiento a plantaciones.
- Enriquecimiento.

- Muestreo y control de la fauna natural.
- Muestreo de la fauna establecida.
- Reintroducción de fauna.

3.3.10.4 Etapa de monitoreo y evaluación

Esta fase se inicia desde el momento en que se realiza la primera operación de recuperación, debe definir indicadores de éxito que permitan evaluar el proceso de recuperación. Jordan et al. (1987) proponen cinco criterios para evaluar si la restauración se ha realizado con éxito los cuales son tomados en cuenta para el presente proyecto, estos son:

- Sustentabilidad: el ecosistema restaurado debe ser capaz de mantener su equilibrio y auto sustentarse sin acciones antrópicas.
- Invasibilidad: es común que los ecosistemas degradados sean invadidos por especies exóticas, a medida que el ecosistema es más natural esta invasión disminuye.
- Retención de nutrientes: los flujos de nutrientes y la retención de estos en ecosistemas restaurados deben alcanzar los niveles de ecosistemas naturales conservados.
- Interacciones bióticas: la recuperación de relaciones interespecíficas ya estudiadas en etapas anteriores debe servir de base para evaluar la recuperación de estas en ecosistemas restaurados, dígase polinizadores, presencia de micorrizas, bacterias nitrificantes, otra fauna asociada, etc.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Diagnóstico del área de estudio en la cuenca hídrica de la colina Las Antenas.

De acuerdo con los recorridos diurnos y el método de observación en la zona de estudio además de apoyo bibliográfico del libro de "Ecosistemas del Ecuador Continental" se identificó que el ecosistema corresponde a un Bosque siempre verde del norte de la Cordillera de los Andes, sin embargo, en la actualidad solo existe un fragmento del mismo puesto que la mayor parte son pastizales y presentan un estrato inferior, conformado por arbustos, arboles jóvenes y hierbas altas, así como claros que fueron usados como potreros ganaderos. (Tabla 1-4).

Tabla 15: Grado de representatividad de estratos originales de la vegetación.

Grado de representatividad de la estratificación vegetal	Presencia de estratos originales en la vegetación actual	Valor
Alta	Todos los estratos originales incluyendo los principales	3
Alta – baja	La mayoría de los estratos originales incluyendo los principales	2
Media – baja	Irregularidad de los estratos originales incluyendo los principales	1
Bajo o inexistente	Algunos estratos aislados incluyendo los principales o ausencia total de estratificación	0

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Ana Rivadeneira

Se determinó el estrato arbustivo y herbáceo en grandes proporciones, así como zonas de copas dosel, escasas o muy dispersas, sin embargo, la capa de materia orgánica presenta un alto porcentaje en relación con los estratos originales, dando como resultado que el grado de representatividad de la estratificación original en la vegetación actual es media- baja, de acuerdo a las irregularidades de los estratos originales incluyendo los principales (Tabla 20-4).

En la identificación del grado de cobertura vegetal se utilizó la comparación del sitio de estudio mediante los programas Google earth, Google maps y Geo portal de Arcom, tomando como muestra, una foto actual del 2020 y una foto antigua de 1969 como se puede

observar en la Figura 5 y 6. Además de la recolección de información con los habitantes longevos de la comunidad y técnicos del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Veracruz.



Figura 5-4: Colina Las Antenas 2021.
Fuente: Google Earth



Figura 6-4: Colina Las Antenas 1969.

Fuente: Google Earth

Tabla 16: Grado de cobertura vegetal.

Categorías	Características	Valor
Muy alto	Cuando la cobertura de la vegetación ocupa más del 55% del área del territorio	3
Alto	Cuando la cobertura de la vegetación ocupa del 55 al 35% del área total del territorio	2
Medio	Cuando la cobertura de la vegetación abarca entre el 35 y el 15% del área total del territorio	1
Bajo	Cuando la cobertura de la cubierta vegetal ocupa menos del 15%	0

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Ana Rivadeneira

Mediante el análisis descrito en la comparación de las imágenes de 1969 y 2021 además de las diferentes salidas de campo con recorridos diurnos, se determinó que la cobertura vegetal se encuentra en la categoría media, ya que del total de la cobertura de la vegetación que abarca la investigación, está en un rango del 35 y el 15%.

El porcentaje descrito anteriormente está en relación con el grado de modificación que ha sufrido el territorio, por ello a continuación se nombraran las causas que provocan todas las modificaciones.

Tabla 17: Área ocupada por caminos.

% de ocupación	Valor asignado
0 – 10	5
11 – 20	4
21 – 30	3
31 – 40	2
41 – 50	1
> 50	0

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Ana Rivadeneira

Tabla 18: Frecuencia de uso de caminos.

Frecuencia	Valor asignado
Siempre	0
Frecuentemente	1
A veces	2
Nunca	3

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Ana Rivadeneira

Tabla 19: Extracción de recursos forestales.

Grado de extracción	Valor asignado
Extracción intensa	0
Medianamente intensa	1
Poca extracción	2
No hay extracción	3

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Ana Rivadeneira

Tabla 20: Cultivo agrícola.

% de ocupación	Valor asignado
0 – 10	5
11 – 20	4
21 – 30	3
31 – 40	2
41 – 50	1
> 50	0

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Ana Rivadeneira

Tabla 21: Áreas ocupadas para pastoreo.

% de ocupación	Valor asignado
0 – 10	5
11 – 20	4
21 – 30	3
31 – 40	2
41 – 50	1
> 50	0

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Ana Rivadeneira

Tabla 22: Ocurrencia de fuegos.

Intensidad y duración	Valor asignado
Intenso y duradero	0
Intenso no duradero	1
Mediano intenso y duradero	2
Mediano intenso no duradero	3
No hubo fuegos	4

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Ana Rivadeneira

Tabla 23: Contaminación de agua.

Grado de contaminación	Valor asignado
Alto	0
Medio – alto	1
Medio – bajo	2
Bajo	3

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Ana Rivadeneira

Matriz general de evaluación de la modificación

Tabla 24: Grado de modificación.

Suma de los valores	Grado de modificación	Valor
1-4	Muy alto	0
5- 14	Alto	1
15- 20	Medio	2
> 20	Bajo	3

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Ana Rivadeneira

El testimonio de viejos conocedores del área aporta una gran valor y validación respecto a los resultados de la matriz de grado de modificación, debido a que estos habitantes corroboran que el grado de modificación de la colina Las Antenas es alto, en vista que según manifiestan anteriormente existía mayor biodiversidad de flora y fauna además de agua libre de contaminación y con un caudal superior al actual.

Para identificar el grado de especies originales se parte de la clasificación de cada especie sintrópica inventariada en el área de estudio y del uso de la fórmula propuesta por Ricardo et al. (1995) (Tabla 11-4).

$$\mathrm{Ls} = \frac{\mathrm{n1} - \mathrm{n2}}{\mathrm{n} - \mathrm{n3}}$$

$$\mathrm{Ls} = \frac{6 - 4}{12 - 4}$$

$$\mathrm{Ls} = 0.25$$

Tabla 25: Índice de sinan tropismo.

Índice de sinan tropismo	Valor asignado
Ls>0,5 indica que el ecosistema está en buen estado de conservación	3
Ls=0,5 indica que el ecosistema se encuentra estático o en transición dependiendo de los agentes que interactúan con el ecosistema en el futuro	2
Ls<0,5 y aproximadamente más de 0, muestra que el ecosistema sufre un severo impacto sin antrópico	1
Ls>0 indica que la vegetación original está completamente destruida	0

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Ana Rivadeneira

De acuerdo a las especies originales encontradas se determinó un índice de Sinan tropismo de 0.25 lo cual indica que el ecosistema sufre un severo impacto sin antrópico debido a que las especies que habitan en el ecosistema presentan problemas en adaptarse a las condiciones creadas o modificadas por la actividad del ser humano.

Tabla 26: Cobertura de especies invasoras.

Grado de cobertura de especies invasoras	% que representa del área total evaluada	Valor
Alta	> 65%	0
Alta a media	41 – 65%	1
Media a baja	16 – 40%	2
Baja o inexistente	0 – 15%	3

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Ana Rivadeneira

Estos datos son corroborados en conjunto con el análisis del grado de cobertura de especies invasoras (Tabla 12-4) encontrándose en un rango de 16 – 40 % lo cual determina que las especies invasoras es media a baja lo cual implica una de las causas principales de la pérdida de biodiversidad debido a que los pastizales que rodean el área de estudio están sometidos al pastoreo de ganado doméstico.

Tabla 27: Evaluación de las matrices.

		Colina Las Antenas
	Índice	**Evaluación**
Grado de estratificación	Medio – baja	1
Grado de modificación	Alto	1
Grado de cobertura	Medio	1
Grado de ssp originales	Media - baja	1
Cobertura de especies invasoras	Media – baja	2
Índice de sinan tropismo	0.25	1
Total, de puntos acumulados		7
Resultado		**Poco conservado**

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Ana Rivadeneira y Leandry Alava

La suma de todos los datos expuestos anteriormente dio como resultado que el ecosistema se encuentra poco conservado (Tabla13-4) ya que manifiestan una significativa alteración, la cual se caracteriza por una débil tendencia hacia su restablecimiento, con un predominio consecuente de las especies secundarias y un deterioro espacial alto ocasionado por una acentuada influencia de las actividades económicas. Esto también se manifiesta en la disminución de la estabilidad ecológica de la condición natural catalogada como baja.

4.1.1. Caracterización del suelo

Los suelos de la provincia de Pastaza, parroquia Veracruz son muy arcillosos y muy húmedos, presentan un porcentaje del 78.6% perteneciente al orden de inceptisoles seguido de los entisoles y histosoles en pequeñas cantidades, además se observó que presentan áreas húmedas y subhúmedas, con reacción acida para ser productivos por lo cual requieren encalados y productos fertilizantes, además se encuentran en una topografía inclinada con un saturación básica inferior del 40% y su porcentaje de saturación bases mayor al 60%.(Gonzáles et al., 2019)

4.1.2. Localización de las zonas más erosionadas

Las zonas más erosionadas se encuentran a las orillas del cauce del río Bobonaza y son causadas por acción antropogénica debido a que estas zonas presentan siembra de pastizales y grandes hectáreas de potreros para la ganadería , lo cual provoca la tala

indiscriminada, compactación del suelo, erosión, eutrofización, contaminación del agua y alteración del ciclo del agua subterráneas y superficiales, además de otros factores perjudiciales como son las excretas de los animales, las hormonas y los fertilizantes.

Estos resultados permitirán definir la estrategia para la restauración ecológica, partiendo del análisis comparativo con los resultados del estudio de los suelos sobre los que se desarrolla la vegetación original.

4.2. Inventario de flora en la zona de estudio de la colina Las Antenas y la cuenca del río Bobonaza.

En el inventario florístico se identificó un total de 12 familias, distribuidas en 19 especies y 708 individuos en una hectárea de muestreo dividida en 6 parcelas (Tabla 15-4), la Figura 3-4. La tabla general del inventario de las especies vegetales se encuentra ubicada en el (Anexo 1 Tabla 21-4) al igual que el listado de especies originales del sector (Tabla 22-4).



Figura 7-4: Evaluación de las zonas muestreadas en la colina las Antenas.

Fuente: Realizado por Leandry Alava y Ana Rivadeneira

Tabla 28: Transectos realizados en la zona de estudio y total de especies identificadas por parcela.

N°	Área por Parcela	Especies por individuos
1	1650 m2	143
2	1650m2	124
3	1650m2	113
4	1650m2	149
5	1650m2	83
6	1750m2	96

Fuente: Elaboración propia
Elaborado por: Ana Rivadeneira

Tabla 29: Inventario florístico de las especies vegetales por parcela en la Colina Las Antenas

N°	Familia	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	Total
1	Myrtaceae	9	5	14	8	3	1	40
2	Melastomataceae	15	7	11	25	12	0	70
3	Winteraceae	3	2	1	4	0	0	10
4	Aracaceae	14	9	15	20	0	40	98
5	Fabaceae	25	16	7	10	12	1	71
6	Rutaceae	1	7	2	4	0	13	27
7	Malvaceae	7	20	6	16	16	29	94
8	Dennstaedtiaceae	45	20	31	36	25	7	164
9	Boraginaceae	2	6	8	0	0	0	16
10	Urticaceae	13	26	14	25	15	0	93
11	Meliaceae	2	0	0	0	0	1	3
12	Asteraceae	7	6	4	1	0	4	22
	Total	143	124	113	149	83	96	708

Fuente: Elaboración propia
Elaborado por: Ana Rivadeneira

Estos datos permitieron determinar que el área de estudio esta florísticamente en decadencia ya que el grado de representatividad de las especies originales determinada en la vegetación actual es baja o inexistente por el grado de representatividad de las familias comparados con el total de familias determinadas en el libro de "Ecosistemas del Ecuador Continental" y el total de individuos encontrados en el muestreo en relación a la hectárea de estudio.

Tabla 30: Grado de representatividad de especies originales.

Grado de representatividad de las especies originales vegetación actual	Presencia de especies originales en la vegetación actual	Valor
Alta	> 65%	3
Alta – media	65-41	2
Media – baja	40-15	1
Baja o inexistente	15-0	0

Fuente: (Meredos & Domingo, 2006)
Elaborado por: Ana Rivadeneira

4.2.1. Estructura del bosque

En la Tabla 31 se muestran los parámetros estructurales determinados por el IVIE, RNNI E IVIEA. Los valores del IVIE como resultado de la abundancia, frecuencia y dominancia relativa indicaron que *Miconia Calvensens* con (11,83%) presenta la mayor importancia ecológica, seguido de *Cecropia Peltata* (11,66%), también se incluyen en este grupo *Schizolobium Parahybum* con (11.11%), *Iriartea Deltoidea* (9.73%), y finalmente *Ochroma Pyramidale* con (9.25%), sin embargo la especie menos representativa es *Cedrela Odorata* con (3.67%) presentando el menor valor; las especies que presentaron mayor índice de importancia acumulativa coinciden con las de mayor valor de RNRI, con lo cual se concluye que *Cecropia Peltata* (23.71%) es la de mayor importancia ecológica, seguido de *Miconia Calvensens* (22.39%), *Schizolobium Parahybum* (19.90%), *Ochroma Pyramidale* (19.36%) e *Iriartea Deltoidea* (17.73%).

Tabla 31 Estructura del bosque en la colina las antenas.

N	Nombre científico	Nombre común	IVIE	RNRI	IVIEA
1	*Miconia Calvensens*	Miconia	11.83	10.55	22.39
2	*Cecropia peltata*	Guarumo	11.66	12.05	23.71
3	*Schizolobium parahybum*	Pachaco	11.11	8.79	19.90
4	*Iriartea deltoidea*	Chonta pambil	9.73	8.00	17.73
5	*Ochroma pyramidale*	Balsa	9.25	10.11	19.36
6	*Cedrelinga cateniformis*	Chuncho	7.73	6.59	14.32
7	*Theobroma cacao*	Cacao	6.97	5.19	12.16
8	*Citrus aurantifolia*	Limón mandarina	6.12	6.76	12.89
9	*Pollalesta discolor*	Pigue	5.76	6.32	12.08
10	*Winteraceae*	Ficha canela	5.50	4.39	9.89
11	*Psidium guajava*	Guayaba	5.46	4.74	10.20
12	*Bactris gasipaes*	Chonta duro	4.78	5.01	9.79
13	*Pourouma cecropiifolia*	Uva de monte	4.60	2.28	6.88
14	*Inga edulis*	Guabilla	4.50	3.16	7.66
15	*Cordia alliodora*	Laurel	3.83	4.04	7.87
16	*Cedrela odorata*	Cedro	3.67	2.02	5.69

Fuente: Elaboración propia
Elaborado por: Ana Rivadeneira y Leandry Alava

Estos resultados discrepan con IVIE dado que tanto en RNNI como en IVIA la mayor importancia ecológica presenta *Cecropia Peltata* demostrando que es la especie que presenta mayor regeneración natural. Estos datos concuerdan con el análisis de Carbo Rivera, (2015) en la recuperación de la microcuenca mediante la reforestación con especies nativas que presentaron mayor índice de importancia, tales como *Nectandra sp., Triplaris Cumingiana y Cecropia Peltata,* por su importancia en la dinámica de los ecosistemas vegetales además de ser especies de fácil adaptación a condiciones especiales del ecosistema , por otra parte, es importante mencionar que la tabla donde se detalla los parámetros de diámetro, AR,FR, DR Y RN se encuentra en el (Anexo 1).

4.2.2. Diversidad alfa

Se determinó mediante análisis estadísticos en el programa Biodiversity que el índice de Menhinick, en las seis parcelas de estudio presenta una valoración baja con 1.08; lo cual concuerda con los resultados del índice de Margalef con 1.62. Estos resultados reafirman que no existe una buena abundancia de las especies además presentan una distribución heterogénea puesto que al determinar el índice de Shannon con un valor de 0.82 se evidenció que la comunidad presenta baja biodiversidad, demostrando que el bosque tiene una diversidad ausente como se muestra en la Figura 4-4.

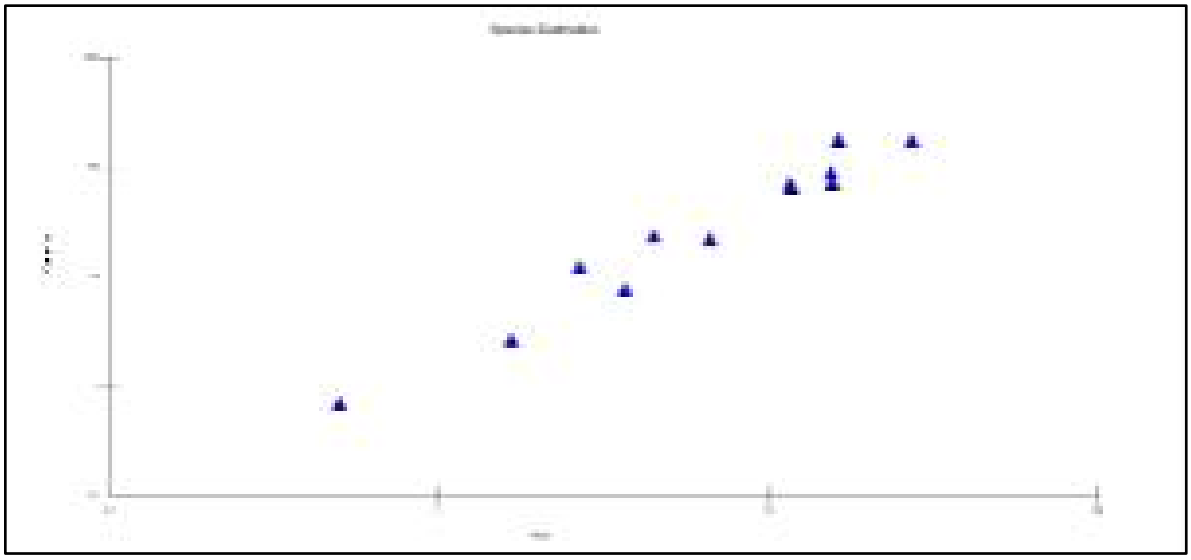


Figura 8-4: Distribución de especies por rango.
Fuente: Software Biodiversity

4.2.3. Diversidad beta

La similitud florística entre las parcelas de acuerdo a los valores del índice de Jaccard resulto alta con 77% (Tabla 18-4 y 19-4). A partir de la unidad euclidianas de1 1%. El índice de similitud sorensen mostró una formación de 5 grupos, donde las parcelas 1,2, 3, 4 y 5 presentan mayor homogeneidad en la estructura florística con una similitud mayor del 77.34, en la Figura 5-4 se presenta el dendrograma resultante del análisis de clasificación de las parcelas por su composición florística.

Tabla 32 : Similitud florística.

Step	Clusters	Distancia	Semejanza	Joined 1	Joined 2
1	5	22.65625	77.34375	1	3
2	4	26.0273972	73.9726028	1	4
3	3	27.4725266	72.5274735	1	2
4	2	29.4685993	70.5314007	1	5
5	1	55.4545441	44.5454559	1	6

Fuente: Software Biodiversity
Elaborado por: Ana Rivadeneira y Leandry Alava

Tabla 33: Índice de Jaccard

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6
Muestra 1	*	65.9176	77.3438	73.9726	63.7168	30.1255
Muestra 2	*	*	68.3544	72.5275	70.5314	44.5455
Muestra 3	*	*	*	73.2824	67.3469	34.4498
Muestra 4	*	*	*	*	69.8276	40.8163
Muestra 5	*	*	*	*	*	27.933
Muestra 6	*	*	*	*	*	*

Fuente: Software Biodiversity
Elaborado por: Ana Rivadeneira y Leandry Alava

El dendrograma muestra la separación clara de 6 grupos, con diferentes valores de agrupación. La parcela 1 se han aglomerado en todos los grupos por ser muestras similares, el análisis de Cluster agrupa los elementos tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos. En este caso el análisis se realizó con una matriz de dominancia de especies, por lo cual podemos decir que estas agrupaciones son

efecto de presencia de especies similares entre parcelas y además del valor de dominancia de las mismas.

El programa analizo la distancia y la similitud compuesta por las parcelas 1y 3, 4 y 2, estos grupos representan las parcelas con agrupación de especies y las parcelas 5 y 6 con una mayor similitud con todas las especies. Todos los análisis se desarrollaron mediante el programa Bio Diversity Pro 2.0 (McAleece et, al., 1997).

4.2.4. Análisis de datos con el software Biodiversity

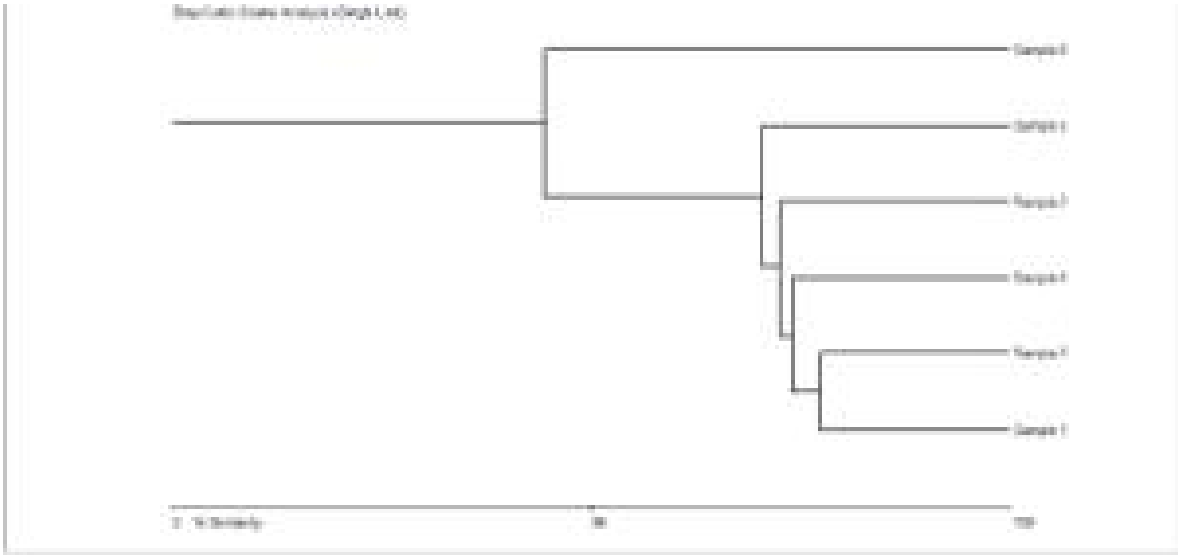


Figura 9-4: Análisis de la composición florística.
Fuente: Software Biodiversity

4.3. Establecimiento de la propuesta de restauración ecológica para la cuenca hídrica en la colina Las Antenas.

Se proponen acciones divididas en 3 etapas, preparatoria, restauración, monitoreo y muestreo, con el objetivo de que cada grupo de trabajo proyecte la restauración ecológica de una forma organizada; el análisis que se realizó en el inventario florístico permite identificar las especies que presentaron mayor nivel de importancia ecológico para la restauración, siendo estas, *Miconia Calvensens*, *Cecropia Peltata y Schizolobium Parahybum*, sin embargo, la distribución de las especies es ineficiente, debido a que el rango de agrupamiento no es abundante, además, estas especies no presentan propiedades físico - químicas eficientes

para la protección de la cuenca hídrica del río; por ello se propone restaurar el sitio con dos especies endémicas del ecosistema, que se encuentran en el inventario de especies originarias.

4.3.1. Etapa preparatoria

De acuerdo a los datos de la estructura del bosque se propone una restauración con dos especies endémicas del ecosistema originario, las cuales de acuerdo a sus características físicas contribuirán a la restauración del ecosistema para la protección de la cuenca hídrica del río Bobonaza, además estas especies producen semillas en cantidades suficientes en comparación con otras especies hidro reguladoras para la recolección y germinación en los viveros. Dada esta importancia se las clasifico de la siguiente manera.

4.3.1.1 Especies con las que se va a reforestar para la protección de microcuenca río Bobonaza

Bambusa Vulgaria



Figura 10-4: Ejemplar de Bambusa Vulgaria.
Fuente: (Permatree.org, 2017)

Nombre científico: *Bambusa Vulgaria*

Familia: *Poaceae*

Nombre común: Guadua o tacuara

Descripción botánica: Árbol pionero nativo de la Amazonía ecuatoriana, curvado en la copa, con ramas espinosas, principalmente entre los nudos basales. Los entrenudos son

huecos y la longitud es de 20 a 45 cm. La longitud de la parte media es la más larga y la longitud de la parte de la base es la más corta. Cada tallo tiene de 60 a 85 nudos.

Propiedades: Capacidad de absorber y depurar agua, así como el incremento de magnesio y otros minerales además puede almacenar hasta 80 litros de agua

Utilidades: Servicios ambientales como la protección de riberas de los ríos y de taludes, controlar la erosión, regular caudales hídricos, embellecimiento del paisaje en cuanto biodiversidad de flora además también se utiliza como indicador de sustentabilidad en la construcción.

Calliandra angustifolia



Figura 11-4:12 Ejemplar de Calliandra Angustifolia.
Fuente: (iNaturalist.org, 2020)

Nombre científico: *Calliandra Angustifolia*

Familia: *Fabaceae*

Nombre común: Plumerillo, plumerillo rosado, Yutzo

Descripción botánica: Arbusto inerme, ramificado, cerca de 2-3 m de altura y 8 m de ancho, con ramas delgadas. Follaje de persistente a semi persistente, verdoso claro

Propiedades: Ornamental

Utilidades: Evitan la erosión del suelo, arbusto inerme, ramificado, cerca de 2-3 m de altura y 8 m de ancho, con ramas delgadas, follaje de persistente a semi persistente, se desarrolla en las orillas del río y protege las riberas del río.

4.3.1.2. Descripción sistemática y cualitativa de especies seleccionadas.

- Se implementará cuadrantes en cada orilla del Río Bobonaza de 25m de ancho por 200m de largo, el cual tendrá una separación de 10m de la orilla del río siendo este el ancho mínimo de la faja forestal hidro reguladora para ríos de segundo orden

- Se propone restaurar el sitio con un total de 8000 individuos repartidos en 4000 individuos a cada lado de la ribera del río.

Para poder tener el total de los individuos por especie se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

a. Área total a ocupar de las especies *Calliandra angustifolia y Bambusa Vulgaria* en su tiempo de maduración hasta su etapa final de crecimiento el cual es de 2.5 metros respectivamente.

B. Tomando en cuenta este parámetro se fijó la distancia a separar entre cada especie siendo 5m lineales para la especie *Calliandra angustifolia* y 2.5 metros para *Bambusa Vulgaria*, con esto se evitará la invasión de espacio entre una especie y otra.

- Al momento de emplear la siembra en el vivero se tomará en cuenta a dos individuos por plántula debido a la tasa de mortalidad y la selección natural en la siembra; el total de individuos será de 4000 *Bambusa Vulgaris* y 8000 *Calliandra angustifolia* dando una sumatoria total de 12000 plántulas.

4.3.2. Etapa de restauración.

En esta etapa se busca adecuar las condiciones de la tierra y mantenimiento de la planta para su trasplantación, promoviendo así la acción de auto recuperación que permitan sostener su condición a futuro para que el mismo sea más resiliente en su estructura, composición de especies y procesos ecológicos.

4.3.2.1. Preparación de la tierra

Se ha optado por escoger la preparación manual de la tierra ya que es menos agresiva contra el medio y le da mayor importancia y enfoque a la regeneración natural debido a que se realiza una preparación micro localizada, otra razón es que es la opción optima par áreas con pendientes del 10% en adelante y para hacer enriquecimiento bajo dosel," Las Antenas" poseen pendientes dominantes que varían entre 5 a 40%. La forma manual de preparación de la tierra que se plantea es por "terrazas individuales" ya que son importantes en áreas con pendiente entre 10 % y 50 %, evita la erosión, para su construcción se utilizan picos y como ventaja se encuentra en una zona de frecuentes precipitaciones para que así el suelo se compacte y no se lleve la postura después de plantada.

4.3.2.2. Plantación y reposición

Para este segmento se presenta el método de siembra de postura en bolsas posterior a las 10 semanas de germinación puesto que las plantan alcanzan su punto más alto de 40cm para su trasplantación ya que se encuentra en condiciones óptimas y esto permite su agilización. Es importante que la forma de plantación sea elevada es decir que se encuentre a una altura de 10cm del suelo, en un marco de madera o bloques compactos enriquecido de compost debido a la humedad que posee el suelo, de esta forma el suelo no se compacta y las raíces pueden crecer más fácilmente.

4.3.2.3. Mantenimiento a la plantación

El tipo de mantenimiento preferencial para este sector es el ruedo con machete ya que al cortar los penachos de las hiervas no solo se impide que florezcan, sino que sus raíces siguen fijas en el suelo y siguen evitando la erosión del suelo, adicional se establece una distancia prudente del resto de la vegetación para que esta no compita con el espécimen al cuidado.

4.3.2.4. Tratamiento a plantaciones

Los tratamientos escogidos para esta restauración son limpias en cuanto a la remoción de árboles jóvenes de la misma edad y a su vez cortas sanitarias, con el afán de impedir la propagación de plagas dentro del rodal, removiendo árboles que sean susceptibles a ataques de dichos organismos

4.3.4.5. Etapa de monitoreo y muestreo

Los indicadores que se tomaron en cuenta para monitoreo del proyecto y progresivo éxito de la restauración son los siguientes:

- Sustentabilidad: Se realizará monitoreos en el ecosistema restaurado para verificar que este sea capaz de mantener su equilibrio y auto sustentarse sin acciones antrópicas, puesto que se busca que éste presente un equilibrio con los recursos de su entorno

- Invasibilidad: Se realizará visitas y monitoreos durante los primeros meses en el ecosistema para descartar invasiones por especies exóticas y así verificar que a medida que el ecosistema sea más resiliente, cualquier tipo de invasión disminuya

- Productividad: Los niveles de biomasa se genera de acuerdo al flujo de energía que se produzca, esto se realizará con el modelo Universal del flujo de energía para determinar cuál fue la cantidad de peso seco total es decir hojarasca madera muerta, madera caída, madera en pie etc., que sea producidos por el ecosistema restaurado, serán verificados mediante medición de variables lineales de volumen y masa de los árboles puesto que estos deben ir alcanzando los niveles del ecosistema natural, a medida que estos se recuperan.

- Retención de nutrientes: Se analizarán los flujos de nutrientes y la retención de los mismos en el suelo mediante análisis de muestras en laboratorios para medir los macroelementos primarios y secundarios para determinar el estado de conservación del suelo en las riberas del río durante los primeros 6 meses puesto que el ecosistema debe alcanzar los niveles de un ecosistema natural conservado.

- Interacciones bióticas: Todos los monitoreos que se realicen tanto a las plántulas como a los componentes físicos que los rodean deben servir como base para evaluar la recuperación, siendo estos registrados en matrices de control y agendas de campo que permitan verificar los ecosistemas restaurados, siendo estos, identificación cuantitativa y cualitativa de las plantas, análisis de crecimiento de las plántulas, tasa de mortalidad. natalidad, análisis de suelo, agua y fauna.

Los monitoreos se realizara mediante un plan de manejo ambiental de manera semanal sobre un período de tiempo acumulado de un año, así también se toman datos sobre tendencias que en un momento determinado pueden ser evidentes o medibles, estos monitoreos deben responder a los objetivos planteados en el proyecto, de forma que sean más bien específicos que generales, legibles, cuantificables y medibles de forma directa o indirecta, pero que brinden información efectiva para el desarrollo exitoso del trabajo.

Las personas encargadas de los monitoreos serán las personas que participaron en el acompañamiento del diagnóstico del proyecto, ya que de esta forma se disminuirá el margen de error así también la selección del sitio a monitorear se realizara de forma aleatoria para minimizar el margen de error en los resultados; en otros es necesario tener una muestra sistemática integral del área.

Se agrega también en el monitoreo el muestreo del establecimiento de la fauna nativa o invasora, el exceso o defecto de especies vegetales regeneradas, la recuperación fisonómica de la vegetación, la presencia de especies vegetales invasoras, secundarias y plagas, la recuperación de la dinámica del ecosistema mediante el método de Battelle Columbus, así como el análisis del ecosistema mediante una matriz de Leopold.

CONCLUSIONES

- En la matriz del diagnóstico se evaluó el grado de estratificación, modificación y cobertura dando como resultados índices medio y medio bajo, así también, se analizó el grado de especies originales e invasoras con resultados, medio – bajo. Con lo cual se concluye que la caracterización de estudio en base al riesgo y colapso del ecosistema presenta un valor de 7 para el estado de conservación del bosque, lo que define al ecosistema como, poco conservado, ya que manifiesta una significativa alteración, la cual se caracteriza por una débil tendencia hacia su restablecimiento, mientras que el grado de modificación es alto, lo cual indicó que existe una alteración en el ecosistema dada por el pastoreo, el cultivo agrícola, la extracción de recursos forestales, la frecuencia de uso de caminos y el área ocupada por los mismos.

- El presente proyecto de investigación proporcionó información cuantitativa y cualitativa de la diversidad florística, identificándose en 6 parcelas, 12 familias, 19 especies y 708 individuos, siendo los de mayor importancia ecológica las especies *Miconia Calvensens, Cecropia Peltata y Schizolobium Parahybum*, de las familias *Melastomataceae*, *Urticaceae y Fabaceae* respectivamente, sin embargo, la distribución de las especies es ineficiente, debido a que el rango de agrupamiento no es abundante.

- De acuerdo a los resultados se elaborara una propuesta de restauración ecológica con un vivero de 12000 plántulas en la etapa de germinación, y 8000 en la etapa de crecimiento con las especies *Calliandra angustifolia* y *Bambusa Vulgaris* angustifolia; la forma de plantación será manual en terrazas individuales por las condiciones de la colina, además el método de siembra de postura se realizara en bolsas posterior a las 10 semanas de germinación para colocarla en una plantación elevada para que las raíces puedan crecer fácilmente, así también, se propone el mantenimiento de ruedo con machete y el tratamiento a la plantación mediante limpias para evitar la propagación de plagas dentro del rodal removiendo árboles que sean susceptibles a ataques de dichos organismos, para el monitoreo de la propuesta se enmarcan cinco indicadores importantes como son: sustentabilidad, invasibilidad

productividad, retención de nutrientes e interacciones bióticas, las personas encargadas de los monitoreos serán las personas que participaron en el acompañamiento del diagnóstico del proyecto durante el periodo de un año.

RECOMENDACIONES

- Es importante que la toma de datos en el campo se realice de forma correcta con la ayuda de equipos tecnológicos; se recomienda el uso de un dron puesto que estos equipos permiten visualizar el estado de conservación del ecosistema vía aérea además permiten analizar grandes extensiones de terreno.

- Se recomienda se realice la restauración ecológica con especies nativas del inventario florístico, para de esta forma evitar invasiones de plántulas y fauna que puedan atraer vectores o amenazas al ecosistema, además, es importante que se verifique la abundancia absoluta de las especies para determinar, especies vulnerables.

- Se sugiere implementar con los moradores del sector el Calvario, campañas de creación de viveros con funciones de restauración y que a la vez su mantenimiento, sirva para la educación ambiental además de fomentar la predisposición de los moradores para colaborar en los proyectos de restauración, desplegando actividades orientadas a conseguir este propósito.

- Se recomienda a los estudiantes y docentes continuar con la investigación para la protección de la cuenca hídrica de la parroquia Veracruz debido a que la disminución progresiva del caudal podría causar severos problemas a futuro por ellos es importante prevenirlo mediante estudios de agua, suelo, flora y fauna, posterior a la realización de la propuesta.

REFERENCIAS

Carbo rivera, e. A. (2015). Diversidad, estructura de especies forestales y su influencia en la regeneración natural de la microcuenca del estero macul. Año 2013. Propuesta de recuperación (master's thesis, quevedo: uteq).

Castro, M., Sierra, R., Calva, O., Camacho, J., López, F., & Lozano, P. (2013). Zonas de Procesos Homogéneos de Deforestación del Ecuador: Factores promotores y tendencias al 2020. *Obtenido de https://www. researchgate. net*.

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Veracruz. (2020). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Veracruz.

Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la provincia de Pastaza al año 2025*. Dirección de Planificación del GADPPz, Pastaza. Obtenido de https://pastaza.gob.ec/planificacion/pdot_pastaza_2019_final.pdf

Garciglia, R. S. (2014). Deforestación. *Saber Más: Revista de divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, (14), 31-32.

González, V., Bravo, C., Romero, M., Andrade-Yucailla, S., Andino, M., Valle, A., ... & Andrade-Yucailla, V. (2019). Evaluación de la calidad de los suelos en cultivares de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en la parroquia Fátima provincia de Pastaza. *Ciencia y Tecnología*, *12*(2), 15-22.

Marapi, R. (2013). La deforestación de los bosques: un proceso indetenible. *La Revista Agraria*, *157*(6-7).

Meredos, J. M., & Domingo, D. (2006). *ABC de la restauración ecológica.* La Habana: Editorial Freijóo. Obtenido de https://ueaeduec-my.sharepoint.com/personal/jpguerrero_uea_edu_ec/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fjpguerrero%5Fuea%5Fedu%5Fec%2FDocuments%2FArchivos%20de%20chat%20de%20Microsoft%20Teams%2FABC%20%2D%20Restauraci%C3%B3n%20Ecol%C3%B3gica%2Epdf&par

Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador. (2012). Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf

Ministerio del Ambiente y Agua. (17 de Diciembre de 2015). Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/lineas-de-accion-del-ecuador-para-la-lucha-contra-la-desertificacion-fueron-presentadas/

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). Obtenido de http://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s02.htm

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentacón y la Agricultura; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2020). *El estado de los bosques del mundo.* Roma. Obtenido de https://doi.org/10.4060/ca8642es

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (24 de 11 de 2014). *www.un.org*. Obtenido de https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas psobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019.* París. Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367304

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura; Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. (2020). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020.* París. Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000373611&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_95d4b81a-d273-4c2c-901e-0e719f97fb85%3F_%3D373611spa.pdf&locale=es&multi=true&ark=/ark:/48223/p

Organización de Naciones Unidas . (2019). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.* Asuntos Económicos y Sociales, Nueva York. Obtenido de https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019_Spanish.pdf

Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos; Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. (s.f.). Obtenido de zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/789-spa-ed3-res17.pdf

Quintero, J. (22 de Marzo de 2020). El agua, parte del problema, pero también de la solución ante el cambio climático. *Noticias ONU*. Obtenido de https://news.un.org/es/story/2020/03/1471492

ANEXOS

Anexo 1: Tablas

Tabla 34: Inventario florístico detallado de la colina Las Antenas.

N°	Familia	Nombre científico	Nombre común	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	TOTAL
1	*Myrtaceae*	*Psidium guajava*	Guayaba	1	4	0	8	0	1	14
		Miconia impetiolaris	Lengua de vaca	8	1	14	0	3	0	26
2	*Melastomataceae*	*Miconia Calvensens*	Miconia	15	7	11	25	12	0	70
3	*Winteraceae*	*Winteraceae*	Ficha canela	3	2	1	4	0	0	10
4	*Aracaceae*	*Xanthosoma sagittifolium*	Papa china	1	0	0	0	0	39	40
		Bactris gasipaes	Chonta duro	4	5	3	5	0	0	17
		Iriartea deltoidea	Chonta pambil	9	4	12	15	0	1	41
5	*Fabaceae*	*Inga edulis*	Guabilla	3	1	0	0	2	0	6
		Cedrelinga cateniformis	Chuncho	6	5	4	8	2	0	25
		Schizolobium parahybum	Pachaco	16	10	3	2	8	1	40
6	*Rutaceae*	*Citrus aurantifolia*	Limón mandarina	1	7	2	4	0	13	27
7	*Malvaceae*	*Ochroma pyramidale*	Balsa	5	20	6	16	0	18	65
		Theobroma cacao	Cacao	2	0	0	0	16	11	29
8	*Dennstaedtiaceae*	*Pteridium aquilinum*	Helecho común	45	20	31	36	25	7	164
9	*Boraginaceae*	*Cordia alliodora*	Laurel	2	6	8	0	0	0	16
10	*Urticaceae*	*Pourouma cecropiifolia*	Uva de monte	2	0	0	4	0	0	6
		Cecropia peltata	Guarumo	11	26	14	21	15	0	87
11	*Meliaceae*	*Cedrela odorata*	Cedro	2	0	0	0	0	1	3
12	*Asteraceae*	*Pollalesta discolor*	Pigue	7	6	4	1	0	4	22
	Total			**143**	**124**	**113**	**149**	**83**	**96**	**708**

Fuente: Elaboración propia

E**laborado por:** Leandry Alava y Ana Rivadeneira

Tabla 35: Bitácora de especies en el área

N	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	DAP	TOTAL	AR	FA	FR	DA	DR	IVIE	RN	RNRI	IVIA
1	*Miconia Calvensens*	*Miconia*	15	7	11	25	12		42	70	14.64	5	10.42	0.14	10.44	11.83	25.06	10.55	22.39
2	*Cecropia peltata*	*Guarumo*	11	26	14	21	15		32.8	87	18.20	5	10.42	0.08	6.37	11.66	28.62	12.05	23.71
3	*Schizolobium parahybum*	*Pachaco*	16	10	3	2	8	1	45.9	40	8.37	6	12.50	0.17	12.47	11.11	20.87	8.79	19.90
4	*Iriartea deltoidea*	*Chonta pambil*	9	4	12	15		1	41.5	41	8.58	5	10.42	0.14	10.20	9.73	18.99	8.00	17.73
5	*Ochroma pyramidale*	*Balsa*	5	20	6	16		18	25.1	65	13.60	5	10.42	0.05	3.73	9.25	24.01	10.11	19.36
6	*Cedrelinga cateniformis*	*Chuncho*	6	5	4	8	2		35.7	25	5.23	5	10.42	0.10	7.54	7.73	15.65	6.59	14.32
7	*Theobroma cacao*	*Cacao*	2				16	11	38.1	29	6.07	3	6.25	0.11	8.59	6.97	12.32	5.19	12.16
8	*Citrus aurantifolia*	*Limón mandarina*	1	7	2	4		13	19.7	27	5.65	5	10.42	0.03	2.30	6.12	16.07	6.76	12.89
9	*Pollalesta discolor*	*Pigue*	7	6	4	1		4	19.5	22	4.60	5	10.42	0.03	2.25	5.76	15.02	6.32	12.08
10	*Winteraceae*	*Ficha canela*	3	2	1	4			32	10	2.09	4	8.33	0.08	6.06	5.50	10.43	4.39	9.89
11	*Psidium guajava*	*Guayaba*	1	4		8		1	29.4	14	2.93	4	8.33	0.07	5.12	5.46	11.26	4.74	10.20
12	*Bactris gasipaes*	*Chonta duro*	4	5	3	5			20.4	17	3.56	4	8.33	0.03	2.46	4.78	11.89	5.01	9.79
13	*Pourouma cecropiifolia*	*Uva de monte*	2			4			37.6	6	1.26	2	4.17	0.11	8.37	4.60	5.42	2.28	6.88
14	*Inga edulis*	*Guabilla*	3	1			2		31.8	6	1.26	3	6.25	0.08	5.99	4.50	7.51	3.16	7.66
15	*Cordia alliodora*	*Laurel*	2	6	8				17.9	16	3.35	3	6.25	0.03	1.90	3.83	9.60	4.04	7.87
16	*Cedrela odorata*	*Cedro*	2					1	32.4	3	0.63	2	4.17	0.08	6.21	3.67	4.79	2.02	5.69
		Total	89	103	68	113	55	50		478	100	48	100	1.33	100.00	112.50	237.50		

Fuente: Elaboración propia

Elaborado por: Leandry Alava y Ana Rivadeneira

Tabla 36: Especies originales del sector.

N	*FAMILIA*	*NOMBRE CIENTIFICO*	*NOMBRE COMÚN*
1	*Piperaceae*	*Piper sp.*	
2	*Piperaceae*	*Piper aduncum*	Matico
3	*Urticaceae*	*Pourouma cecropiifolia*	Uva de monte
4	*Urticaceae*	*Cecropia peltata*	Guarumo blanco
5	*Dennstaedtiaceae*	*Hypolepis sp.*	Helecho
6	*Meliáceas*	*Cedrela odorata*	Cedro
7	*Lauraceae*	*Persea americana*	Aguacate
8	*Fabaceae*	*Schizolobium parahybum*	Pachaco
9	*Euphorbiaceae*	*Croton lechleri*	Sangre de drago
10	*Fabaceae*	*Calliandra Angustifolia*	Yutzo
11	*Poaceae*	*Bambusa Vulgaria*	Guadua
12	*Bixaceae*	*Bixa Orellana*	Achote
13	*Fabaceae*	*Inga edulis*	Guabilla
14	*Aquifoliaceae*	*Ilex guayusa*	Guayusa
15	*Sapotaceae*	*Pouteria caimito*	Caimito
16	*Rutaceae*	*Citrus x paradisi*	Toronja
17	*Asteráceas*	*Stenopadus andicola*	Amor ciego
18	*Poaceae*	*Guadua angustifolia*	Caña guadua
19	*Fabaceae*	*Cedrelinga cateniformis*	Chuncho
20	*Sapotaceae*	*Chrysophyllum sanguinolentum*	Caimito
21	*Burseraceae*	*Dacryodes peruviana*	Copal
22	*Lecythidaceae*	*Eschweilera coriácea*	Cocos de monos
23	*Meliaceae*	*Guarea kunthiana*	Tucuta
24	*Meliaceae*	*Guarea persistens*	Sacha limón
25	*Arecaceae*	*Iriartea deltoidea*	Yunyuna
26	*Arecaceae*	*Wettinia maynensis.*	Kuyuhuemo
27	*Dicksoniáceas*	*Lophosoria quadripinnata*	Helecho
28	*Rubiaceae*	*Rudgea skutchii*	Milecilla
29	*Lauraceae*	*Nectandra laure*	Canela
30	*Nyctaginaceae*	*Neea divaricata*	Huisha micuna
31	*Lauraceae*	*Ocotea longifolia*	Laurel
32	*Myristicaceae*	*Otoba parvifolia*	Cuangare
33	*Sapotaceae*	*Pouteria torta,*	Nispero
34	*Arecaceae*	*Socratea exorrhiza*	Palmito
35	*Araceae*	*Bactris gasipaes*	Chontaduro

36	*Malvaceae*	*Ochroma pyramidale*	Balsa
37	*Combretaceae*	*Terminalia amazonia*	Roble
38	*Combretaceae*	*Buchenavia sp*	Muli capacho
39	*Rubiaceae*	*Elaeagia pastoensis*	Planta de barniz
40	*Humiriaceae*	*Humiriastrum sp*	Chanul
41	*Bignoniaceae*	*Jacaranda copaia*	Escobillo

Fuente: (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Veracruz, 2020)

Elaborado por: Leandry Alava y Ana Rivadeneira

Anexo 2: Fotografías



Figura 13-*4*: Inventario de especies en las orillas de la cuenca hídrica del río Bobonaza en la colina Las Antena.



Figura 14-*4*: Mediciones del Diámetro a la altura del pecho en arboles jóvenes y en desarrollados.



Figura 15-*4*: Vista panorámica de la zona de estudio en la colina Las Antenas, parroquia Veracruz.