



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE LOJA**

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADOS EN LA SUPERFICIE  
BOSCOSA POR AMPLIACIÓN Y ASFALTADO DE LA VÍA  
PANAMERICANA, PARROQUIA CASANGA, CANTÓN PALTAS,  
PROVINCIA DE LOJA**

Tesis de grado previa a la  
obtención del título de  
Ingeniera Forestal

**AUTORA:**

María Alejandra Ambuludí Gómez

**DIRECTORA:**

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg.Sc.

Loja-Ecuador

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTADO AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

Yo Johana Muñoz Chamba en calidad de directora de tesis

CERTIFICO:

Que el trabajo de tesis titulado "IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADOS EN LA SUPERFICIE BOScosa POR AMPLIACIÓN Y ASFALTADO DE LA VÍA PANAMERICANA, PARROQUIA CASANGA, CANTÓN PALTAS, PROVINCIA DE LOJA" de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería Forestal María Alejandra Ambuludí Gómez, con número de cédula 0704408038, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad de acuerdo al cronograma aprobado; por tal razón autorizo su presentación y publicación.

Loja, 21 de octubre de 2019

Atentamente.,



.....  
Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc.  
**DIRECTORA DE TESIS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

Ing. Zhofre Huberto Aguirre Mendoza Ph.D.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS**

**CERTIFICA:**

En calidad de presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada "**IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADOS EN LA SUPERFICIE BOScosa POR AMPLIACIÓN Y ASFALTADO DE LA VÍA PANAMERICANA, PARROQUIA CASANGA, CANTÓN PALTAS, PROVINCIA DE LOJA**" de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería Forestal María Alejandra Ambuludí Gómez, con cédula N° 0704408038, se informa que la misma ha sido revisada e incorporadas todas las observaciones realizadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación. Por lo tanto, autorizo la versión final de la tesis y la entrega oficial para la sustentación pública.

Loja, 23 de octubre de 2019

Atentamente,

  
.....  
Ing. Zhofre Huberto Aguirre Mendoza, Ph. D.

**PRESIDENTE**

  
.....  
Ing. María Marleny Chacón Vera, Ph. D.

**VOCAL**

  
.....  
Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba, Mg.Sc.

**VOCAL**

## AUTORÍA

Yo, María Alejandra Ambuludí Gómez declaro ser la autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepo y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual,

Autora: María Alejandra Ambuludí Gómez

Firma:  .....

Cédula: 0704408038

Fecha: 24 de octubre de 2019

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA PARA  
LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

Yo, María Alejandra Ambuludí Gómez, declaro ser autora, de la tesis titulada "IMPACTOS AMBIENTALES OCASIONADOS EN LA SUPERFICIE BOScosa POR AMPLIACIÓN Y ASFALTADO DE LA VÍA PANAMERICANA, PARROQUIA CASANGA, CANTÓN PALTAS, PROVNCIA DE LOJA" como requisito para optar al grado de: Ingeniera Forestal, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización» en la ciudad de Loja, a los 21 días del mes de octubre del dos mil diecinueve, firma la autora.

Firma:



Autora: María Alejandra Ambuludí Gómez

Número de cédula: 0704408038

Dirección: Loja, El Rosal

Teléfono: 0986821714

Correo electrónico: alezzitaambuludi@gmail.com

Celular: +593-986821714

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

Director de Tesis: Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, Mg. Sc

Tribunal de grado: Ing. Zhofre Huberto Aguin-e Mendoza, Ph. D.      Presidente

Ing. María Marleny Chachón Vera, Ph. D.      Vocal

Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba, Mg. Sc      Vocal

## **AGRADECIMIENTO**

Al finalizar mi trabajo de investigación con éxito, como instancia principal manifiesto de todo corazón mis más sinceros agradecimientos a todas esas personas que me brindaron su apoyo, sus conocimientos, su ayuda absoluta y sobre todo su amistad durante todo el proceso académico y de realización de la tesis, a cada uno de ellos, ¡Gracias!

A **Dios**, padre celestial por sus bendiciones y por ser la luz en mi vida; brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito una meta importante en mi vida.

A **mis padres**, Gonzalo Ambuludí y Carmen Gómez, quienes siempre están pendientes de encomendarme en sus oraciones y pedir por mí, para que cada día sea mejor tanto en mis actividades académicas como en las personales; a ellos que me han enseñado a luchar en la vida inculcándome valores, principios, constancia y perseverancia.

A **mis hermanos**, por confiar y creer en mí, y siempre estar con esas palabras de motivación cuando estoy a punto de rendirme; y como no agradecerles a mis **abuelos, tíos y demás familiares** por todo el apoyo brindado en cada etapa de mi vida.

A **la Universidad Nacional de Loja**, que a través de la carrera de Ingeniería Forestal me abrió sus puertas, dándome la oportunidad de estudiar en tan prestigiosa institución y formarme como profesional con conocimientos técnico-prácticos, inculcados por su planta docente, quienes guiaron día a día mi formación académica profesional; y especialmente agradezco al Dr. Zhofre Aguirre y técnicos del herbario “Reinaldo Espinosa” por su gran aporte en conocimientos profesionales.

Finalmente, agradezco a quien aparte de ser mi tutora se convirtió en mi amiga, la Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba, por el tiempo dedicado, la paciencia infinita y la asesoría académica de excelencia para culminar el presente trabajo, sin su respaldo no hubiese podido culminar esta importante fase de mi vida.

*Gracias, infinitas.*

*María Alejandra Ambuludí Gómez*

## **DEDICATORIA**

Con todo el amor y cariño dedico el éxito y satisfacción del presente trabajo de investigación a:

Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento, el cual es muy importante dentro de mi formación profesional.

Mis padres Gonzalo Ambuludí y Carmen Gómez por el amor, enseñanzas y apoyo incondicional a lo largo de mi vida, especialmente en esta etapa tan importante, a mis hermanos José, Jefferson y Mirely, por haberme acompañado y apoyado en todos los momentos de mi vida; a mi tío Rommel y su esposa Alexandra por darme la acogida en su hogar y permitir que me sienta como en casa; a mis abuelos por enseñarme el amor más grande y honesto que puede existir; y demás miembros de mi familia y amigos, quienes de una u otra forma han contribuido en el desarrollo del presente proyecto y en cada paso de mis días, por sus consejos y palabras de aliento que me han ayudado a seguir y a crecer como persona.

*María Alejandra Ambuludí Gómez*

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	página
<b>PORTADA</b> .....	<b>i</b>
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>ii</b>
<b>APROBACIÓN</b> .....	<b>iii</b>
<b>AUTORÍA</b> .....	<b>iv</b>
<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>viii</b>
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xv</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1. Bosque seco .....	3
2.1.1. Composición florística del bosque seco .....	3
2.2. Parámetros estructurales de la vegetación del bosque seco.....	4
2.3. Diversidad específica.....	5
2.4. Cobertura vegetal y su importancia.....	5
2.5. Cambio en la cobertura y uso de suelo .....	6
2.5.1. Estudios similares al cambio de cobertura y uso del suelo .....	7
2.6. Impacto ambiental .....	7
2.6.1. Impactos Directos .....	8
2.6.2. Impactos ambientales indirectos.....	9
2.6.3. Camino .....	9
2.7. Bancos de semillas .....	9
2.7.1. Tipos de banco de semillas .....	10



2.7.2.	Formación del banco de semillas del suelo .....	11
2.8.3.	Estudios similares al banco de semillas.....	11
2.9.	Legislación Ambiental.....	11
2.9.1	Constitución de la República del Ecuador, Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008.....	11
2.9.2.	Ley de Gestión Ambiental.....	13
2.9.3.	Ley Orgánica de la Salud .....	14
2.9.4.	Código Penal .....	14
2.9.5.	Código Orgánico Ambiental- COA.....	15
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
3.1.	Área de estudio .....	21
3.2.	Caracterización y evaluación del componente flora de la zona de influencia directa e indirecta del tramo que conduce al centro poblado Casanga .....	23
3.2.1.	Caracterización del componente flora, en la zona de influencia directa e indirecta ..	23
3.2.2.	Evaluación de parámetros estructurales de la vegetación .....	25
3.3.	Determinación de los impactos ambientales generados en la superficie boscosa por ampliación y asfaltado en el tramo que conduce hacia el centro poblado Casanga y sus implicancias .....	26
3.3.1.	Cambio de cobertura vegetal y uso del suelo .....	26
3.3.2.	Cambios en la composición florística de las zonas evaluadas .....	28
3.3.3.	Cambios de los bancos de semilla del suelo de la superficie boscosa.....	29
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
4.1.	Caracterización y evaluación del componente flora de la zona de influencia directa e indirecta del tramo que conduce al centro poblado Casanga .....	32
4.1.1.	Composición florística y diversidad .....	32
4.1.2.	Parámetros estructurales de la vegetación .....	35
4.2.	Determinación de los impactos ambientales generados en la superficie boscosa por ampliación y asfaltado del tramo que conduce al centro poblado Casanga y sus implicancias. ....	36
4.2.1.	Cambio de cobertura vegetal y uso del suelo .....	36
4.2.2.	Cambios de la composición florística de las zonas evaluadas .....	38
4.2.3.	Cambios de los bancos de semilla del suelo.....	40

<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
5.2.	Caracterización y evaluación del componente flora.....	43
5.3.	Impactos ambientales generados .....	44
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>50</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>56</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>página</b>
Figura 1. Mapa de límites administrativos y políticos de la parroquia Casanga.....	22
Figura 2. Ubicación de transectos para la caracterización y evaluación del componente flora para la zona de afección (ZA) y zona referencial (ZR), año 2019.....	24
Figura 3. Diseño de muestreo para la recolección de los bancos de semilla en la zona de influencia directa e indirecta. ....	29
Figura 4. Proceso de obtención de muestras de suelo: a) extracción de la muestra de suelo; b) preparación de muestras; c) clasificación y etiquetado de las muestras en bandejas. ....	30
Figura 5. Germinación existente del banco de semillas del suelo referente a cada bandeja.....	31
Figura 6. Curva de acumulación de especies en función al número de transectos, en donde cada unidad de muestreo equivale a 2 500m <sup>2</sup> . ....	33
Figura 7. Representación del número de individuos por familias botánicas en relación a las zonas de estudio.....	34
Figura 8. Comparación de coberturas de la parroquia Casanga; a) año 2000, b) año 2018. ....	37
Figura 9. Dendrograma de agrupamiento de especies vegetales presentes en las dos zonas evaluadas. ....	39
Figura 10. Potencial germinativo de las especies en los bancos de semilla para la zona referencial (ZR), zona de afección (ZA). ....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Contenido</b>	<b>página</b>
Tabla 1. Hoja de campo para el registro de la diversidad florística en la zona de afección y referencial.....	25
Tabla 2. Parámetros estructurales considerados para el análisis de la diversidad florística de la zona de afección y zona referencial en el área de estudio. ....	25
Tabla 3. Leyenda de cobertura vegetal y uso del suelo para la parroquia Casanga. ....	27
Tabla 4. Rangos de interpretación del índice de Sorensen.....	28
Tabla 5. Riqueza de los estratos arbóreo y arbustivo del área de estudio para la zona directa e indirecta al tramo que conduce al centro poblado Casanga. ....	32
Tabla 6. Índice de valor de importancia simplificado (IVI %) de las diez especies con valores altos en la zona de afección (ZA) y de referencial (ZR) de la parroquia Casanga. ....	35
Tabla 7. Cambio de cobertura y uso de suelo, del periodo 2000-2018, en la parroquia Casanga. ....	36
Tabla 8. Análisis ANOVAM de comparación de conglomerados. ....	38
Tabla 9. Diversidad florística de las áreas de estudio de la parroquia Casanga.....	40
Tabla 10. Especies encontradas en los bancos de semilla para cada zona de estudio. .....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Contenido</b>	<b>página</b>
Anexo 1. Parámetros estructurales de las especies registradas en la zona de afección al tramo que conduce al centro poblado Casanga.....	56
Anexo 2. Cálculo del índice de Diversidad de Shannon de individuos registrados en la zona de afección del tramo que conduce al centro poblado Casanga.....	57
Anexo 3. Parámetros estructurales de las especies registradas en la zona referencial del tramo que conduce al centro poblado Casanga.....	58
Anexo 4. Cálculo del índice de Diversidad de Shannon de individuos registrados en la zona referencial del tramo que conduce al centro poblado Casanga. ....	59
Anexo 5. Registro florístico del resultado de los bancos de semilla referente al área de estudio (Zona referencia ZR y de afección ZA) del tramo que conduce al centro poblado Casanga. ....	60
Anexo 6. Vista panorámica de las zonas de estudio donde se desarrolló la investigación. ....	61
Anexo 7. Identificación de especies en el Herbario “Reinaldo Espinosa” de la UNL. ....	62
Anexo 8. Prueba T para muestras Independientes. ....	63

**Impactos ambientales ocasionados en la superficie boscosa por  
ampliación y asfaltado de la vía Panamericana, parroquia  
Casanga, cantón Paltas, provincia de Loja**

## RESUMEN

La Evaluación de Impactos Ambientales en la actualidad es uno de los métodos más efectivos para evitar las agresiones al ambiente, conservar y recuperar los recursos naturales en la realización de proyectos para bien de las comunidades y así mantener la biodiversidad y conservar los ecosistemas. Por ello, en la presente investigación se realizó un estudio sobre los impactos ambientales que se presentan en la superficie boscosa ocasionados por la ampliación y asfaltado de la vía panamericana, en el tramo que inicia desde el cruce de la panamericana que conduce a los cantones fronterizos Céllica y Macará (km 68 E35) hacia el centro del poblado Casanga en una extensión de 3,15 km. La zona de estudio, está localizado al Sur Oeste del cantón Paltas, a 26 km de la cabecera cantonal Catacocha.

La metodología empleada permitió obtener información sobre la composición florística de dos áreas de estudio (Zona Referencial y Zona de Afección), en cada zona se instalaron cuatro transectos de 2 500 m<sup>2</sup> (10 000 m<sup>2</sup> del área total de muestreo) que permitieron evaluar su estado de conservación; además, se analizó los cambios ocurridos en la cobertura vegetal, en la composición florística y en el banco de semillas del suelo como posibles impactos directos ocasionados por la ampliación de la vía.

Los resultados muestran que la zona referencial es la que presenta el mayor número de familias, especies e individuos en comparación a la zona de afección. Entre las principales familias botánicas se caracteriza la presencia de especies pertenecientes a las Fabaceae, la cual se encuentra en ambas zonas de estudio, mientras que la familia Apocynaceae se caracteriza por estar presente únicamente en la zona de afección. En lo que respecta al cambio de cobertura vegetal y uso de suelo de un periodo de 18 años, se evidencia un cambio del 20 % en la mayoría de los usos de suelo. Se muestra la alteración de la composición florística de las zonas evaluadas, ya que existen especies que prefieren determinada zona para desarrollarse, el coeficiente de similitud de Sorensen muestra que comparten un 31,58 %, por lo que se trata de dos sitios medianamente parecidos lo que se comprueba con el análisis de conglomerados realizado. En el banco de semillas del suelo se evidencia la germinación de especies que crecen en determinada zona por lo que puede atribuirse a un impacto directo de la vía. Los impactos identificados permitirán a los tomadores de decisiones generar las estrategias ambientales que contribuyan a la conservación de la biodiversidad de los bosques secos de la parroquia Casanga.

**Palabras clave:** Bosque seco, composición florística, banco de semillas, regeneración, cobertura y uso del suelo, impacto ambiental, SIG.

## SUMMARY

The Environmental Impact Assessment today is one of the most effective methods to prevent environmental aggression, conserve and recover natural resources in the realization of projects for the good of communities and thus maintain biodiversity and conserving ecosystems. For this reason, a study was carried out in this research on the environmental impacts that occur on the forested area caused by the expansion and asphalt of the Pan American way, in the section that begins from the crossing of the pan-American that leads to the Celica and Macará border cantons (km 68 E35) towards the center of the village Casanga in an area of 3.15 km. The study area is located to the south west of the canton Paltas, 26 km from the Cantonal Catacocha.

The methodology used allowed information on the floristic composition of two study areas (Referential Zone and Condition Zone), in each area four transects of 2 500 m<sup>2</sup> (10 000 m<sup>2</sup> of the total sampling area) were installed that allowed to evaluate their conservation status; In addition, changes in plant cover, floristic composition and soil seed bank were analyzed as potential direct impacts caused by the widening of the track.

The results show that the reference area has the largest number of families, species and individuals compared to the condition zone. Among the main botanical families is characterized the presence of species belonging to the Fabaceae, which is found in both study areas, while the Apocynaceae family is characterized by being present only in the area of condition. With regard to the change in plant cover and land use over an 18-year period, a 20 % change in most land uses is evident. The alteration of the floristic composition of the assessed areas is shown, as there are species that prefer a certain area to develop, the Sorensen similarity coefficient shows that they share 31,58 %, so these are two sites medium-like what is checked with the cluster analysis performed. In the soil seed bank, the germination of species that grow in a certain area is evidenced so it can be attributed to a direct impact of the pathway. The identified impacts will allow decision makers to generate environmental strategies that contribute to the conservation of the biodiversity of the dry forests of the Casanga parish.

**Key words:** Dry forest, floristic composition, seed bank, regeneration, coverage and land use, environmental impact, GIS.



## **1. INTRODUCCIÓN**

Ecuador es un país megadiverso con una superficie territorial de 256 370 km<sup>2</sup>, de los cuales, el 52,33 % (134 472, 401 km<sup>2</sup> aproximadamente) están bajo cobertura forestal; sin embargo, han estimado como dato oficial para el país que la tasa anual de cambio de cobertura boscosa en Ecuador continental es de -0,37 %, entre el periodo 2008- 2014, lo cual corresponde a una deforestación anual promedio de 47 497 ha/año, las cuales han sido provocadas por actividades antrópicas, entre las que destacan la explotación aurífera y la apertura de caminos (MAE, 2015).

La evaluación de la cubierta vegetal de una zona es vital para determinar el estado de conservación de un ecosistema, y al no ser protegida afecta a los servicios que esta presta; por consiguiente, toda actividad directa, que afecte de manera negativa a la cobertura vegetal requiere ser investigada para conocer la consecuencia de dicha actividad, y con ello desarrollar planes de gestión y protección del ecosistema en general (WRI, 2002).

Sin embargo la gestión ambiental de las superficies boscosas, incluyendo la evaluación, monitoreo y fiscalización, se ha visto afectada de manera negativa por la intensificación de la explotación, exportación y traslado de materias primas; esto, no solamente ha afectado la eficiencia energética del ecosistema, sino también ha impedido el avance de actividades de recuperación de dichas superficies, como el saneamiento, el manejo de residuos sólidos urbanos y la implementación de áreas protegidas (Gudynas, 2010).

Gudynas (2010) evidenció que la calidad del ambiente se ve afectada por actividades antrópicas, como la apertura y la modificación o ampliación de vías y carreteras; y que, esto ha provocado graves impactos, tanto de tipo ambiental (contaminación de cuerpos de agua, del aire y del suelo) como de tipo social (enfermedades a pobladores, desconcierto y molestias a la ciudadanía, y problemas legales que afectan la imagen de las empresas involucradas en la gestión ambiental); asimismo, Barber et al., (2011) demostraron que la contaminación principal que causa la apertura de vías es la contaminación por la emisión de gases producidos por los motores de los vehículos que hacen uso del combustible diésel o gasolina, además del impacto negativo que ocasiona el ruido vehicular sobre el comportamiento de la fauna.

En la parroquia Casanga, perteneciente al cantón Paltas, provincia de Loja, en septiembre del 2017 se han realizado modificaciones importantes en el tramo que inicia desde el cruce de la panamericana que conduce a los cantones fronterizos Célica y Macará (km 68 E35) hacia el

centro del poblado Casanga en una extensión de 3,15 km, que incluyen principalmente la ampliación y el asfaltado. Estas actividades han provocado la destrucción de la cobertura vegetal natural de la zona, lo que a su vez significa la alteración del equilibrio ecológico del ecosistema, mismo que podría verse reflejado en la destrucción de los hábitats de las especies y la consecuente pérdida de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos que esta ofrece.

La magnitud de los efectos dañinos provocados por la ampliación de las vías, hasta ahora no ha sido documentada mediante la investigación científica, por lo que existe muy poca información disponible al respecto, razón por la cual en la presente investigación se evaluaron los impactos que ha provocado la ampliación y asfaltado del tramo que conduce al centro poblado Casanga sobre la superficie boscosa del sector, con lo cual se busca generar información base que contribuya a desarrollar estrategias técnicas ambientales y apoyar al Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) parroquial en el mantenimiento y cuidado del ambiente. Para ello, los objetivos propuestos en la investigación fueron:

Objetivo general:

- Contribuir al manejo de los recursos naturales a través de la evaluación de impacto Ambiental, generado por la ampliación de la vía panamericana “Casanga”.

Objetivos específicos:

- Caracterizar y evaluar el componente flora de la zona de influencia directa e indirecta de la vía panamericana.
- Determinar los impactos ambientales generados en la superficie boscosa por ampliación y asfaltado de la vía panamericana y sus implicancias.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Bosque seco**

Los bosques secos son bosques nativos que tienen dos apariencias de vegetación considerando las épocas; la primera apariencia es muy frondosa o espesa en la época de lluvias y la segunda es vegetación defoliada, es decir sus hojas caen en época seca al menos un 50 % de su vegetación (López, 2001). En Ecuador los bosques secos se ubican en el centro y sur de la región occidental de los Andes. Empiezan en el sur de Esmeraldas, continuando en Manabí, Guayas, El Oro y Loja (Aguirre y Kvist, 2005); también se extienden en los valles secos de la región interandina, donde la precipitación se distribuye de dos a tres meses y el resto de meses son secos (López, 2001). La importancia de los bosques, en general consiste en proporcionar variedad de beneficios para el ambiente, las personas y la fauna, pues desde el punto de vista ecológico ayuda a mantener un equilibrio para contrarrestar problemas de contaminación, de erosión de los suelos, así como un equilibrio en el viento o el agua. De igual forma, el área del bosque seco es considerada zona de interés biológico por ser un ecosistema singular, muy amenazado y poco conocido, con presencia de especies endémicas y un importante grado de diversidad local y regional en una superficie relativamente reducida (Mittermeier et al., 2005).

#### **2.1.1. Composición florística del bosque seco**

La composición de un bosque está determinada por las abundancias de familias, los géneros y las especies que se registren dentro del mismo en el momento de la realización de un inventario; esta información se utiliza específicamente para caracterizar al bosque en su estructura (Louman y Quiroz, 2001). Asimismo, la diversidad en la composición florística es influenciada por dos factores como el clima y el sistema orográfico; el clima hace referencia a todas sus manifestaciones de temperatura, vientos, humedad ambiental y radiación, pues estos elementos son manifestaciones de la energía procedente del sol y, finalmente el sistema orográfico y el suelo comprende a todas las características físicas, químicas y microbiológicas (López, Ramírez y Zamora, 2012).

La composición florística del bosque seco, según Gentry (1995), cuenta con un grupo variable que lo distingue de los demás tipos de bosques, entre los que destacan las familias: Bignoniaceae, Rubiaceae, Sapindaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Capparaceae y Fabaceae; de las cuales está comprendida por los géneros *Albizia* sp., *Calliandra* sp., *Copaifera* sp., e *Inga* sp. Primack (2001) manifiesta que la composición y la estructura de los bosques secos que incluyen parámetros como la densidad, el área basal, la altura del dosel

y tipos de estratos, varían; dependiendo en gran, parte al tipo y sucesos que hayan sufrido estos bosques, en los que la influencia antrópica es uno de los de mayor importancia, frente a la cual, estos bosques son considerados como ecosistemas de una alta capacidad de resiliencia. Por ello presentan una diversidad biológica interesante, sin embargo, estas zonas son de gran cuidado ya que están expuestas a continuos procesos antrópicos que han degradado y modificado los hábitats existentes.

Muñoz, Erazo y Armijos (2017) demostraron que la composición florística de los bosques secos tiene gran singularidad ya que se ve dada por la heterogeneidad de las especies que pueden llegar a ser identificadas, lo que lleva a evidenciar la existencia tanto en riqueza como en abundancia. En este los autores registraron especies y familias que son propias del bosque seco tales como: Boraginaceae, Mimosaceae, Bignoniaceae, Bombacaceae y Fabaceae, representadas potencialmente por las especies: *Handroanthus chrysanthus*, *Ceiba trichistandra* y *Erioteca ruizi*.

Por otro lado, Aguirre, Aguirre y Muñoz (2017) mencionan que la provincia de Loja cuenta con cinco tipos de cobertura en lo referente al bosque seco tales como: bosque seco denso con una superficie de 36 052 ha (3,26 %), bosque seco semidenso con 105 491 ha (9,55 %), 44 007 ha de bosque seco ralo (3,99 %), 82 145 ha matorral seco alto (7,44 %) y para matorral seco bajo 50 968 ha (4,62 %).

## 2.2. Parámetros estructurales de la vegetación del bosque seco

Busca establecer cómo están distribuidos los individuos en el espacio disponible, es también una forma práctica de observar cómo y dónde están compitiendo los árboles y si existen estratos menos agresivos que otros (Lamprecht, 1990). Una vez hecho el inventario del bosque con los datos obtenidos se calcula la densidad absoluta (D), frecuencia relativa (Fr) dominancia relativa (DR) y el índice de valor importancia (IVI). Además, se puede evaluar la diversidad relativa de familias y diversidad relativa de géneros (Aguirre, 2013).

$$\text{Diversidad relativa de cada familia (DvR)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de especies por familia}}{\text{N}^\circ \text{ Total de especies}} * 100$$

$$\text{Densidad (D)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos de una especie o por todas las especies}}{\text{Total área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa (DR)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos por especie}}{\text{N}^\circ \text{ Total de individuos}} * 100$$

$$\text{Frecuencia (Fr)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de parcelas en la que se repite las especies}}{\text{N}^\circ \text{ Total de parcelas}} * 100$$

$$\text{IVI Simplificado} = \text{DR} + \text{FR}$$

### 2.3. Diversidad específica

Según Aguirre (2013), la diversidad específica es la riqueza y abundancia de un ecosistema; es decir, el número de especies (riqueza) que pueden expresarse como la cantidad de tipo (variedades, especies, categorías) de uso de suelo por unidad de espacio y finalmente el número de individuos (abundancia) de cada especie que existen en un determinado lugar. Existen tres tipos de diversidad tal como es:

**Diversidad alfa:** es la riqueza de especies de una comunidad, hábitat o sitio en particular, misma que se encuentra expresada a través del índice de riqueza de una zona; se la mide mediante el conjunto de especies, grupos taxonómicos y por estratos.

**Diversidad beta:** es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades de un ecosistema; es expresada por el grado de similitud y disimilitud.

**Diversidad gamma:** es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que forman un ecosistema, es el resultado de la diversidad alfa y beta.

### 2.4. Cobertura vegetal y su importancia

La vegetación es el conjunto de plantas de varias especies que se encuentran ocupando una determinada zona o región geográfica; que son propias de un periodo geológico y que habitan un ecosistema determinado, teniendo su propia composición y estructura florística, que forman un tipo o categoría de cobertura vegetal, de la cual existen varios hábitos de crecimiento o formas de vida, que a su vez determinan el grado de cobertura que la vegetación puede presentar sobre una superficie determinada de territorio (Sarmiento, 2000). Mientras que la flora hace referencia al elemento florístico en particular denominado especie y/o el número de especies diferentes que pueden encontrarse en un tipo de vegetación (Aguirre, 2017).

Según Yaguana y Lozano (2009), la importancia de la cobertura vegetal puede ser valorizada desde tres diferentes ámbitos, así: productivo, protector y ecológico. El productivo se refiere al conjunto de especies maderables, medicinales, ornamentales, así como las fibras y los frutos silvestres, que son usadas para satisfacer sus necesidades del ser humano. Dentro del aspecto protector, la vegetación cumple las funciones de proteger fuentes hídricas, retención del suelo y evitar la erosión, de igual forma es importante en la captura de CO<sub>2</sub>, un gas de

efecto invernadero que se encuentra naturalmente en la atmósfera y que las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles y otros procesos, aumentan significativamente su concentración en la atmósfera contribuyendo al calentamiento global del planeta. En el ámbito ecológico facilita el hábitat de muchas especies de flora y fauna; además cumple un papel fundamental en la cadena trófica, al ser el elemento primario de la vida.

Desde otra perspectiva, la vegetación es el componente fundamental para la belleza escénica, servicio ambiental fundamental para el futuro económico de los países poseedores de una rica biodiversidad (Aguirre, 2017). Las funciones de la cubierta vegetal en la regulación y protección del recurso hídrico son vitales para mantener el suministro de agua para el consumo, ya que cerca del 25 % de la población mundial depende de una forma o de otra del agua de los bosques tropicales. La cubierta forestal afecta a la cantidad de agua disponible en una cuenca y en muchas regiones, la deforestación de bosques incrementará la pérdida de agua debido a la reducción del volumen de agua que se transpira a la atmósfera (WRI, 2002).

## **2.5. Cambio en la cobertura y uso de suelo**

En los últimos tiempos el cambio de uso de suelo y de cobertura vegetal se ha considerado como uno de los factores más importantes en el cambio global de los ecosistemas terrestres, han sufrido grandes transformaciones, esto debido a la conversión del uso del suelo, sucesos que se los conoce como deforestación, los cuales se han asociado a los impactos ambientales (Bocco et al., 2001). Por otro lado Chen y Yang (2008) manifiestan que los cambios de cobertura y uso del suelo son las relaciones existentes entre el hombre y el ambiente o también la relación entre los procesos que están ligados al avance en cuanto a la economía social y el ambiente.

El cambio de uso de suelo se viene formando debido a la expansión de hábitos realizados por el ser humano, considerando que el desarrollo de los sistemas urbanos, progresos de conexiones entre poblaciones y el crecimiento en cuanto a la movilidad de la población han venido modificándose en lo referente al patrón organizacional del territorio, relacionando al cambio del uso de suelo como el reemplazo de un tipo de cobertura por otro como es el caso de bosque a expansiones agrícolas o infraestructura, produciendo cambios de biodiversidad, productividad; todo esto para satisfacer las necesidades personales, trayendo consigo efectos como la potencialidad de los procesos erosivos que a la vez generan un grave deterioro en cuanto a la fertilidad del suelo, en la calidad del agua y, sobretodo, en la pérdida de hábitats.

Como consecuencia de estos efectos, también se perjudica el abastecimiento de bienes y servicios ambientales, añadiendo a esto la pérdida de conectividad hidrológica y que a su vez va modificando el transporte de materia, energía y organismos dentro del ciclo hidrológico (Balderas et al., 2014).

### **2.5.1. Estudios similares al cambio de cobertura y uso del suelo**

Álvarez, Muñoz y Aguirre (2015), en un estudio enfocado en el cambio de uso de suelo del cantón zapotillo (bosque seco), en la que para el año 2000 obtuvieron como resultados una superficie de 103 573,14 ha en lo que se refiere a la cobertura vegetal natural representando el 85,46 % del área cantonal, caso contrario sucedió para el año 2010, donde disminuyó en un porcentaje en un 4,58 % representando una superficie territorial de 96 961,21 ha, lo que constituye el 80,88 % del total superficial, concluyendo que la disminución de la cobertura natural durante el periodo evaluado existe un aumento en la superficie ocupada por la categoría bosque denso que haciendo referencia a datos porcentuales corresponde al 1,85 % y en superficie a 2 241,43 ha, demostrando que existió cambio de usos del suelo, existiendo cambios significativos en cuanto a cultivos con un cambios del 4,97 % representando un 6 025,73 ha a nivel cantonal; así lo afirma Veliz (2015), donde demuestra que el uso de suelo enfocado a las actividades agropecuarias se incrementó de una manera significativa, estos cambios de cobertura se debe a que existen avances antrópicos, en el caso del cantón Zapotillo se debe a la influencia del Canal de Riego, ya que en la actualidad esta infraestructura riega el 7 % del total de las áreas cultivadas. Por otro lado, Morocho (2019), evidencia que durante el periodo 1998-2012 la categoría de tierra agropecuaria incrementó en un 7,60 % en cuanto a superficie, mientras que el bosque seco disminuyó en un 8,25 % del área total, resultados que demuestran que durante el periodo de análisis la agricultura viene siendo la principal actividad económica que ha ocasionado los principales cambios en las coberturas.

### **2.6. Impacto ambiental**

Hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales (Bartra y Virhuez, 2014). Uno de los impactos ambientales con mayor relevancia es la fragmentación, que ocurre cuando un hábitat se reduce y se subdivide en dos o más fragmentos, el cual, por lo general tiene asociación al cambio de cobertura y uso del suelo, por otro lado, ocurre cuando el área es atravesada por una vía, una

carretera, un canal, una línea de transmisión u otra obra de infraestructura que divida el área (Primack, 1998), y cuya área afectada de modo directo puede ser relativamente pequeña. Este segundo tipo de fragmentación del hábitat tiene dos efectos principales que amenazan la perseverancia de las especies, como son el efecto barrera y el efecto de borde (Arroyave et al., 2006).

Así mismo la fragmentación viene asociada al efecto barrera, mismo que se genera por una respuesta de comportamiento asociado a la apertura o modificaciones de las grandes carreteras (D'Amico, Román y Clevenger, 2015); este efecto barrera tiende a crear metapoblaciones, las cuales están definidas como grupo de poblaciones que resulta de la división de una población grande y continua en subpoblaciones pequeñas y parcialmente aisladas, mismas que fluctúan ampliamente en el tiempo y tienen una mayor probabilidad de extinción que las poblaciones grandes (Primack, 1998), algunas tienen un tamaño tan pequeño que no consiguen ser viables, esto como consecuencia de que no se dan los procesos reproductivos, mismo que pueden causar posibles extinciones locales (Forman, y Alexander, 1998).

El efecto de borde se refiere al grado de contraste, densidad y variedad de vida, tanto faunística como florística existentes en la zona de transición o zona límite entre las comunidades vegetales colindantes (Arroyave et al., 2006). El término fue usado por primera vez en 1933 por Leopold, para explicar la alta riqueza de especies cinegéticas registrada en los bordes. Desde entonces se formó un concepto, que incluyó los efectos negativos de borde sobre la comunidad forestal y ha sido ampliamente estudiado para el diseño de zonas de amortiguamiento en áreas naturales protegidas (López, 2004).

Según estudios realizados por León (2015), existe bastante presión en los bosques secos puesto que hay mucha actividad ganadera, tala de árboles para obtención de madera, daños edáficos como la erosión incitada por el sobre pastoreo, también la erosión eólica, hídrica, y erosión provocada por las actividades agrícolas y construcción desempeñadas por los campesinos, deteriorando la vegetación del bosque.

### **2.6.1. Impactos Directos**

Los impactos directos son aquellos que son producidos mediante la interacción directa de una actividad con un componente social, económico o ambiental. Un impacto común es la construcción de las vías terrestres o caminos, que se vienen dando desde la fase de construcción de las mismas, y durante toda su vida útil. Los impactos más importantes



relacionados con la construcción son aquellos que corresponden a la limpieza y nivelación del terreno como: pérdida de la cubierta vegetal, exclusión de otros usos para la tierra; modificación de patrones naturales de drenaje; cambios en la elevación de las aguas subterráneas; deslaves, erosión y sedimentación de ríos; degradación del paisaje o destrucción de sitios culturales; e interferencia con la movilización de animales silvestres, ganado y residentes locales. Muchos de estos impactos pueden surgir no sólo en el sitio de construcción sino también en las canteras y áreas de almacenamiento de materiales que sirven al proyecto (Neffa, Biafore, Cardelli y Gioia, 2005).

### **2.6.2. Impactos ambientales indirectos**

Los impactos indirectos son aquellos que normalmente son producidos lejos de una actividad o pueden ser el resultado de una vía o carretera de impacto compleja, también son conocidos como impactos secundarios o incluso de tercer nivel. Una amplia gama de impactos indirectos negativos ha sido atribuida a la construcción. Muchas de las cuales son principalmente socioculturales. Éstos incluyen: la degradación visual debido a la colocación de carteles; la urbanización no planificada, así como la alteración de la tenencia local de tierras debido a la especulación (Neffa et al., 2005).

### **2.6.3. Camino**

Se llama así a una franja de terreno convenientemente preparada de acuerdo con las características técnicas dotadas de obras tales, que por ellas puedan transitar los vehículos a velocidades determinadas, en las mejores condiciones de seguridad y economía (Cal, Mayor y Cárdenas, 1996).

- Diferencia entre Camino y Carretera

El camino se acostumbra a llamar así, a las vías rurales y la carretera es el nombre que se le aplica a los caminos modernos, destinadas al movimiento de un gran número de vehículos (Cal, Mayor y Cárdenas, 1996).

### **2.7. Bancos de semillas**

Una de las maneras de identificar los impactos y/o efectos de las vías es enfocarse en el tipo de vegetación que se desarrolla en los márgenes de las vías, por ello es necesario estudiar los bancos de semillas pues esta metodología permite entender los cambios en la vegetación comparando zonas de afectación; los bancos de semillas son el resultado de un proceso dinámico donde influyen factores internos de las semillas como los de su entorno, es decir, es la reserva de las semillas las cuales son viables, y potencialmente capaces de germinar y

establecerse en un sitio (Domínguez y Romero, 2017). Por otro lado, la importancia de los bancos de semillas ha sido reconocida desde antiguo por los agricultores, hortelanos y jardineros que han tenido que ingeniar diversos métodos para controlar las “malas hierbas” y su reserva casi inagotable de semillas en el suelo.

Domínguez y Romero (2017) menciona que un ecólogo de apellido Darwin en el año 1968, fue el primer ecólogo que estimó el banco (contó con asombro 537 plántulas en tres cucharadas de lodo), pero no fue hasta comienzos de este siglo cuando Brenchley realizó los primeros estudios sistemáticos sobre bancos de plantas arvenses en la estación experimental de Rothamsted, en Inglaterra (hubo otros estudios anteriores, pero con menor repercusión), luego de algunos años, Chippindale y Milton estudiaron por primera vez la ecología del banco en prados ingleses y destacaron la diferencia notable, en composición y abundancia de especies, respecto a la vegetación dominante de gramíneas perennes, estos estudios del banco de semillas refuerza la forma de entender la dinámica en cuanto a la sucesión y el potencial de regeneración del ecosistema, ya que se pueden evaluar aspectos importantes como la disponibilidad de propágulos (brote susceptible a la propagación) de especies nativas, la diversidad de especies con mecanismos regenerativos que aportan a la sucesión, y la existencia o no de barreras bióticas a la restauración.

### **2.7.1. Tipos de banco de semillas**

Según Bedoya, Estévez y Castaño (2010) existen varios tipos de banco de semillas las cuales presentan varias alternativas para persistir en el tiempo y la condición determinada por las estrategias de regeneración que las especies presentan, no obstante, las semillas sobre la superficie del suelo no persisten por largos periodos, y su entierro claramente favorece la persistencia; los tipos de banco de semillas pueden ser:

**Transitorios:** compuestos por semillas de corta viabilidad y no dormantes, en el cual, ninguna de las semillas persiste viable por más de un año

**Persistentes:** los que presentan semillas con dormancia facultativa, contiene semillas viables por más de un año

**Pseudo-persistentes:** compuestos por semillas no dormantes que se dispersan continuamente durante el año,

**Transitorios estacionales:** en esta categoría se incluyen los compuestos por semillas que tienen dormancia estacional.

**Transitorios retardados:** compuestos por semillas con germinación retardada no asociada con condiciones adversas estacionales.

### **2.7.2. Formación del banco de semillas del suelo**

Existen factores que favorecen la formación de los bancos de semilla tales como los rasgos de historia que abarcan la polinización biótica, la fructificación y/o semillas cíclicas y las semillas compactas, pequeñas que cuenten con defensas químicas y físicas contra depredadores y patógenos; otro de los factores que favorecen son las condiciones ambientales es decir la estacionalidad ambiental, variaciones interanuales de las condiciones climáticas, perturbaciones naturales o antrópicas (Cuevas y Arroyo, 1999).

### **2.8.3. Estudios similares al banco de semillas**

En un estudio realizado en los bosques secos de la provincia de Loja, referente a la regeneración natural Aguirre (2014), demuestra que a causa del pisoteo de ganado, competencia y condiciones climáticas extremas la riqueza y abundancia de especies va disminuyendo, bajando la capacidad regenerativa de los bosques, evidenciando que las especies con mayor capacidad de regenerarse a pesar de las causas antes mencionadas son *Caesalpinia glabrata*, *Acacia macracantha*, *Geoffroea spinosa*, *Prosopis juliflora* y *Chloroleucon mangense*, las cuales son especies abundantes y características del bosque seco, estudios que concuerdan con las investigaciones realizadas por Delgado (2018), donde demuestra que la regeneración en los bancos de semilla que fueron extraídos del bosque seco se ve medianamente limitado a causa del pastoreo, lo que estaría causando restricción en la repoblación de los bancos de semilla, al reducir la disponibilidad de las fuentes de semilla, ya que al mantenerse estas condiciones de perturbación, las especies pioneras o generalistas tienen beneficio en este ámbito dando paso al reemplazo y/o eliminación de especies propias del lugar (endémicas) y así obteniendo resultado de especies no gramíneas de germinación epigea.

## **2.9. Legislación Ambiental**

### **2.9.1 Constitución de la República del Ecuador, Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008.**

Según la Constitución de la República del Ecuador, 2008 siendo pionera en el tema ambiental al hablarnos del derecho de la población a vivir en un ambiente sano libre de contaminación, en los artículos 12, 14 y 15. Además consagra los “Derechos de la naturaleza” en el Capítulo Séptimo Artículos 71 al 74; 282 y 415.

Derechos del buen vivir.

Agua y alimentación

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Ambiente Sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, suma kawsay. - Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.- Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

Derechos de las comunidades, pueblos y nacionalidades

Art. 57.- Se reconoce y garantizará a las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, Conservar y promover sus prácticas de manejo de la biodiversidad y de su entorno natural. El Estado establecerá y ejecutará programas, con la participación de la comunidad, para asegurar la conservación y utilización sustentable de la biodiversidad.

Art. 71.-La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 72.-La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

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

Art. 282.- El Estado normará el uso y acceso a la tierra que deberá cumplir la función social y ambiental. Un fondo nacional de tierra, establecido por ley, regulará el acceso equitativo de campesinos y campesinas a la tierra.

Art. 415.- El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes.

### **2.9.2. Ley de Gestión Ambiental**

Publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 418 del 10 de septiembre de 2004. Previo a su actual status de codificada, la expedición de la Ley de Gestión Ambiental (D.L. No. 99-37: 22-07-99 R.O. No. 245: 30-07-99) norma la gestión ambiental del Estado. Así mismo, entre otros aspectos relevantes, se establece como autoridad ambiental nacional el Ministerio de Medio Ambiente que actúa como instancia rectora, coordinadora y reguladora del “Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental”.

La ley determina que la autoridad ambiental nacional será ejercida por el Ministerio del Ambiente, que deberá actuar como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, además, en el Capítulo II, De la Evaluación de Impacto Ambiental y del Control Ambiental, en sus Artículos 19 y 20, se señala que:

Art. 19.- “Las obras públicas privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio”.

Art. 20.-Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo.

### **2.9.3. Ley Orgánica de la Salud**

Publicada en el Registro Oficial Suplemento 423 del 22 de diciembre del 2006, menciona los siguientes artículos:

Art. 95.- La autoridad sanitaria nacional en coordinación con el Ministerio de Ambiente, establecerá las normas básicas para la preservación del ambiente en materias relacionadas con la salud humana, las mismas que serán de cumplimiento obligatorio para todas las personas naturales, entidades públicas, privadas y comunitarias. El Estado a través de los organismos competentes y el sector privado está obligado a proporcionar a la población, información adecuada y veraz respecto del impacto ambiental y sus consecuencias para la salud individual y colectiva.

Art. 118.- Los empleadores protegerán la salud de sus trabajadores, dotándoles de información suficiente, equipos de protección, vestimenta apropiada, ambientes seguros de trabajo, a fin de prevenir, disminuir o eliminar los riesgos, accidentes y aparición de enfermedades laborales.

Art. 119.- Los empleadores tienen la obligación de notificar a las autoridades competentes, los accidentes de trabajo y enfermedades laborales, sin perjuicio de las acciones que adopten tanto el Ministerio del Trabajo y Empleo como el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

### **2.9.4. Código Penal**

CAPITULO X. A de los delitos contra el medio ambiente

Art. 437 A.-Quien, fuera de los casos permitidos por la ley, produzca, introduzca, deposite, comercialice, tenga en posesión, o use desechos tóxicos peligrosos, sustancias radioactivas,

u otras similares que por sus características constituyan peligro para la salud humana o degraden y contaminen el medio ambiente, serán sancionados con prisión de dos a cuatro años. Igual pena se aplicará a quien produzca, tenga en posesión, comercialice, introduzca armas químicas o biológicas.

Art. 437 B.-El que infringiere las normas sobre protección del ambiente, vertiendo residuos de cualquier naturaleza, por encima de los límites fijados de conformidad con la ley, si tal acción causare o pudiere causar perjuicio o alteraciones a la flora, la fauna, el potencial genético, los recursos hidrobiológicos o la biodiversidad, será reprimido con prisión de uno a tres años, si el hecho no constituyere un delito más severamente reprimido.

Art. 437 C.- La pena será de tres a cinco años de prisión cuando: a) Los actos previstos en el artículo anterior ocasionen daños a la salud de las personas o a sus bienes; b) El perjuicio o alteración ocasionados tengan carácter irreversible; c) El acto sea parte de actividades desarrolladas clandestinamente por su autor, o, d) Los actos contaminantes afecten gravemente recursos naturales necesarios para la actividad económica.

Art. 437 D.-Si a consecuencia de la actividad contaminante se produce la muerte de una persona, se aplicará la pena prevista para el homicidio intencional, si el hecho no constituye un delito más grave.

#### **2.9.5. Código Orgánico Ambiental- COA**

Publicada en Registro Oficial Suplemento 983 de 12 de abril del 2017, referente a los impactos ambientales, menciona los siguientes artículos:

#### **LIBRO PRIMERO DEL REGIMEN INSTITUCIONAL**

#### **CAPITULO II**

#### **INSTRUMENTOS DEL SISTEMA NACIONAL DESCENTRALIZADO DE GESTION AMBIENTAL**

Art. 19.- Sistema Único de Información Ambiental. El Sistema Único de Información Ambiental es el instrumento de carácter público y obligatorio que contendrá y articulará la información sobre el estado y conservación del ambiente, así como de los proyectos, obras y actividades que generan riesgo o impacto ambiental. Lo administrará la Autoridad Ambiental Nacional y a él contribuirán con su información los organismos y entidades del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y del Estado en general, así como las personas, de conformidad con lo previsto en este Código y su normativa secundaria. El Sistema Único de Información Ambiental.

## TITULO III - CONSERVACION EXSITU

### CAPITULO II- DE LA INTRODUCCION Y CONTROL DE LAS ESPECIES EXOTICAS

Art. 67.- regulación de especies exóticas. La introducción al territorio nacional y el manejo de las especies exóticas se realizará sobre la base de una evaluación de riesgo sobre los posibles impactos a la biodiversidad y bajo los parámetros establecidos en instrumentos internacionales.

### CAPITULO II

#### DE LA BIOSEGURIDAD

Art. 76.- Medidas de precaución y restricción. La conservación y el uso sostenible de la diversidad requerirán la aplicación de medidas de precaución y restricción para actividades que puedan causar impactos adversos en la vida silvestre y la salud humana.

## TITULO V

### SERVICIOS AMBIENTALES

Art. 87.- Seguimiento y evaluación. La Autoridad Ambiental Nacional establecerá mecanismos de evaluación y seguimiento de la generación de los servicios ambientales y de las acciones que se realicen por parte de los particulares

### CAPITULO V

#### MANEJO Y CONSERVACION DE BOSQUES NATURALES

Art. 109.- Disposiciones generales para el manejo forestal sostenible. Las disposiciones generales deberán orientarse a:

1. Mejorar los rendimientos productivos de los recursos y productos forestales; para lo cual la tasa de aprovechamiento no puede exceder la capacidad de recuperación del bosque;
2. Respetar los ciclos mínimos de corta;
3. Conservar la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y el paisaje;
4. Establecer la responsabilidad compartida en el manejo;
5. Mantener la cobertura boscosa;
6. Proteger y recuperar los recursos hídricos;
7. Prevenir, evitar y detener la erosión o degradación del suelo;
8. Facilitar las condiciones para el acceso a los recursos forestales y sus beneficios a los bosques de propiedad del Estado, bajo las regulaciones que se determinen según la categoría de manejo y uso; y,
9. Prevenir y reducir los impactos ambientales y sociales.

Art. 110.- Fomento. Se fomentarán los usos o actividades que utilicen menores cantidades del



recurso forestal, por productos de mayor valor agregado, la búsqueda de materiales alternativos de menor impacto, la capacitación a los usuarios y la investigación de las condiciones de producción.

Las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades recibirán asistencia técnica por parte del

Estado de manera prioritaria en las áreas protegidas, de conformidad con el plan de manejo del área y según las características de las especies.

## LIBRO TERCERO- DE LA CALIDAD AMBIENTAL

### TITULO I

#### DISPOSICIONES GENERALES

Art. 158.- **Ámbito.** El presente libro regula los instrumentos, procedimientos, mecanismos, actividades, responsabilidades y obligaciones públicas y privadas en materia de calidad ambiental.

Art. 159.- **Carácter sistémico de las normas ambientales.** Las normas ambientales serán sistémicas y deberán tomar en consideración las características de cada actividad y los impactos que ellas generan.

El diseño, la elaboración y la aplicación de las normas ambientales deberán garantizar la calidad de los componentes físicos del ambiente, con el propósito de asegurar el buen vivir y los derechos de la naturaleza.

Art. 162.- **Obligatoriedad.** Todo proyecto, obra o actividad, así como toda ampliación o modificación de los mismos, que pueda causar riesgo o impacto ambiental, deberá cumplir con las disposiciones y principios que rigen al Sistema Único de Manejo Ambiental, en concordancia con lo establecido en el presente Código.

Art. 165.- **Competencias de los Gobiernos Autónomos Descentralizados.** Las competencias referentes al proceso de evaluación de impactos, control y seguimiento de la contaminación, así como de la reparación integral de los daños ambientales deberán ser ejercidas por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, Metropolitanos y Municipales, a través de la acreditación otorgada por la Autoridad Ambiental Nacional, conforme a lo establecido en este Código.

Art. 166.- **De la competencia exclusiva de la Autoridad Ambiental Nacional.** La Autoridad Ambiental Nacional tendrá competencia exclusiva para emitir las autorizaciones administrativas de:

1. Proyectos específicos de gran magnitud, declarados de interés nacional por la Asamblea Nacional o el Gobierno Nacional; así como proyectos de alto impacto o riesgo ambiental, declarados expresamente por la Autoridad Ambiental Nacional;
2. Proyectos o actividades ubicados dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, zonas  
  1. intangibles y dentro del Patrimonio Forestal Nacional, con excepción de las áreas de plantaciones forestales y sistemas agroforestales de producción;
  2. Aquellos proyectos correspondientes a los sectores estratégicos establecidos en la Constitución;
  3. Proyectos, obras o actividades promovidos por el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial; y,
4. Todos los casos en los que no exista una autoridad ambiental acreditada.

### CAPITULO III

#### DE LA REGULARIZACION AMBIENTAL

Art. 172.- Objeto. La regularización ambiental tiene como objeto la autorización de la ejecución de los proyectos, obras y actividades públicas, privadas y mixtas, en función de las características particulares de estos y de la magnitud de sus impactos o riesgos ambientales.

Art. 173.- De las obligaciones del operador. El operador de un proyecto, obra y actividad, pública, privada o mixta, tendrá la obligación de prevenir, evitar, reducir y, en los casos que sea posible, eliminar los impactos y riesgos ambientales que pueda generar su actividad. Cuando se produzca algún tipo de afectación al ambiente, el operador establecerá todos los mecanismos necesarios para su restauración.

Art. 174.- Catálogo de actividades. La Autoridad Ambiental Nacional elaborará y actualizará el catálogo de actividades, de los proyectos, obras o actividades existentes en el país que deban regularizarse, en función de la magnitud del impacto o riesgo ambiental que puedan generar. La periodicidad de las actualizaciones del catálogo de actividades se sujetará a criterios técnicos.

### CAPITULO IV

#### DE LOS INSTRUMENTOS PARA LA REGULARIZACION AMBIENTAL

Art. 178.- De las guías de buenas prácticas ambientales. Los operadores de actividades cuyo impacto no es significativo, no tendrán obligación de regularizarse. En este caso, la Autoridad Ambiental Nacional dictará guías de buenas prácticas.

Art. 179.- De los estudios de impacto ambiental. Los estudios de impacto ambiental deberán ser elaborados en aquellos proyectos, obras y actividades que causan mediano y alto impacto

o riesgo ambiental para una adecuada y fundamentada evaluación, predicción, identificación e interpretación de dichos riesgos e impactos.

Art. 180.- Responsables de los estudios, planes de manejo y auditorías ambientales. La persona

natural o jurídica que desea llevar a cabo una actividad, obra o proyecto, así como la que elabora el estudio de impacto, plan de manejo ambiental o la auditoría ambiental de dicha actividad, serán solidariamente responsables por la veracidad y exactitud de sus contenidos, y responderán de conformidad con la ley.

Art. 183.- Del establecimiento de la póliza o garantía por responsabilidades ambientales. Las autorizaciones administrativas que requieran de un estudio de impacto ambiental exigirán obligatoriamente al operador de un proyecto, obra o actividad contratar un seguro o presentar una garantía financiera. El seguro o garantía estará destinado de forma específica y exclusiva a cubrir las responsabilidades ambientales del operador que se deriven de su actividad económica o profesional.

Art. 184.- De la participación ciudadana. La Autoridad Ambiental Competente deberá informar a la población que podría ser afectada de manera directa sobre la posible realización de proyectos, obras o actividades, así como de los posibles impactos socioambientales esperados y la pertinencia de las acciones a tomar. La finalidad de la participación de la población será la recolección de sus opiniones y observaciones para incorporarlas en los Estudios Ambientales, siempre que ellas sean técnica y económicamente viables.

## CAPITULO V

### CALIDAD DE LOS COMPONENTES ABIOTICOS Y ESTADO DE LOS COMPONENTES BIOTICOS

Art. 190.- De la calidad ambiental para el funcionamiento de los ecosistemas. Las actividades que causen riesgos o impactos ambientales en el territorio nacional deberán velar por la protección y conservación de los ecosistemas y sus componentes bióticos y abióticos, de tal manera que estos impactos no afecten a las dinámicas de las poblaciones y la regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos, o que impida su restauración.

Art. 192.- De la calidad visual. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados competentes controlarán que las obras civiles que se construyan en sus circunscripciones territoriales guarden armonía con los lugares donde se las construya en especial de los espacios públicos, con el fin de minimizar los impactos visuales o los impactos al paisaje, de conformidad con la normativa expedida para el efecto.

## TITULO III - CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

### CAPITULO I

#### DEL OBJETO Y EL ALCANCE

Art. 199.- Objeto. Las acciones de control y seguimiento de la calidad ambiental tienen como objeto verificar el cumplimiento de la normativa y las obligaciones ambientales correspondientes, así como la efectividad de las medidas para prevenir, evitar y reparar los impactos o daños ambientales.

Art. 217.- Aplicación de la Responsabilidad extendida del Productor sobre la gestión de sustancias químicas. Los productores tienen la responsabilidad de la gestión del producto en todo el ciclo de vida del mismo. Esta responsabilidad incluye los impactos inherentes a la selección de los materiales, del proceso de producción y el uso del producto, así como lo relativo al tratamiento o disposición final del mismo cuando se convierte en residuo o desecho luego de su vida útil o por otras circunstancias.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Área de estudio**

El área de estudio está localizada al noroeste de la cabecera cantonal Catacocha, a 26 km, específicamente el tramo que inicia desde el cruce de la panamericana que conduce a los cantones fronterizos Célica y Macará (km 68 E35) hacia el centro del poblado de Casanga en una extensión de 3,15 km (Figura 1).

De acuerdo a la información del INEC (2010), la parroquia Casanga tiene una superficie de 5 230,16 ha, presenta una temperatura media anual de 17°C y una precipitación promedio anual de 1 250 a 1 500 mm, a una altitud promedio de 1 100 msnm. Los límites de la parroquia Casanga son: norte: con las parroquias de Lauro Guerrero y Cangonamá; al sur: con la parroquia de Catacocha; al este: con las parroquias de Yamana y Catacocha; oeste: con la parroquia de Guachanamá.

La parroquia Casanga, está integrada por ocho barrios: Guaypirá, La Sota, Zapotepamba, Sabanilla, Buena Esperanza, El Naranjo, Macandamine y Piedra Punta, sectorizados por afinidad político-administrativa en cuatro sectores y la correspondiente área urbana de la cabecera parroquial (Parroquia Casanga, 2015-2019).

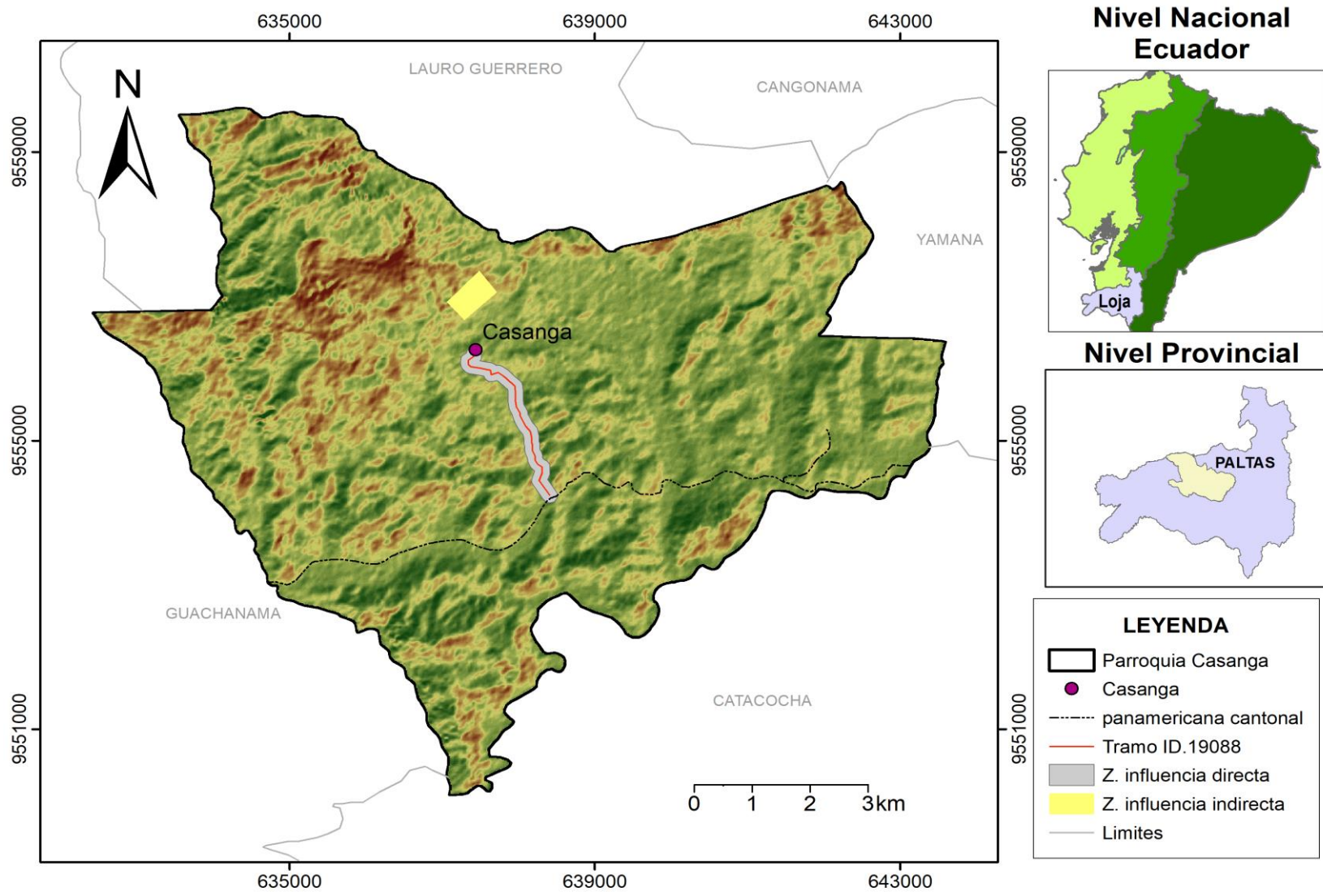


Figura 1. Mapa de límites administrativos y políticos de la parroquia Casanga

Fuente: Información de CITIAB

### **3.2. Caracterización y evaluación del componente flora de la zona de influencia directa e indirecta del tramo que conduce al centro poblado Casanga**

La identificación de las zonas de influencia en el área de estudio permitió observar cuáles son los sitios de mayor o menor alteración debido a la ejecución de las actividades constructivas del tramo que conduce al centro poblado Casanga.

Se procedió a realizar un reconocimiento del área del proyecto empleando la metodología de García (2010), el cual expresa que el área de influencia directa en proyectos viales, corresponde a un radio de 100 metros a partir de los límites del área construida, este radio de amplitud es considerable debido a que los componentes ambientales relevantes (físicos, biológicos, sociales) podrían verse comprometidos a menor o mayor grado con respecto a las actividades que se realizan. Mientras que, para la determinación de la zona de influencia indirecta, el mismo autor sugiere considerar áreas que sobrepasen los 100 m de distancia a cada margen de la vía, distancias que fueron utilizadas para la diferenciación de las zonas de influencia directa e indirecta en esta investigación.

#### **3.2.1. Caracterización del componente flora, en la zona de influencia directa e indirecta**

Se realizó un recorrido por la zona de estudio con el propósito de incluir los diferentes estratos o tipos de cobertura y que podrían sugerir cambios en la vegetación, y tras observar homogeneidad en la estructura y composición florística se procedió a instalar transectos de ubicados al margen de la vía, los cuales permitieron conocer la diversidad vegetal, composición florística y especies dominantes.

La representatividad de la diversidad florística fue analizada con la curva de acumulación de especies, donde se instalaron ocho transectos, de los cuales cuatro pertenecen a la zona de influencia directa que se denominará zona de afección (ZA) y cuatro a la zona de influencia indirecta que se denominará zona referencial (ZR). Cada transecto de muestreo abarca un área total de 2 500 m<sup>2</sup> (100 m por 25 m) metodología utilizada por González et al. (2017), cada transecto fue instalado de forma perpendicular a la vía, formando un ángulo de 90°, cada vértice de las parcelas fue marcado con estacas y delimitadas con piola plástica, luego, se georreferenció cada punto tal cual se muestra en la figura 2.

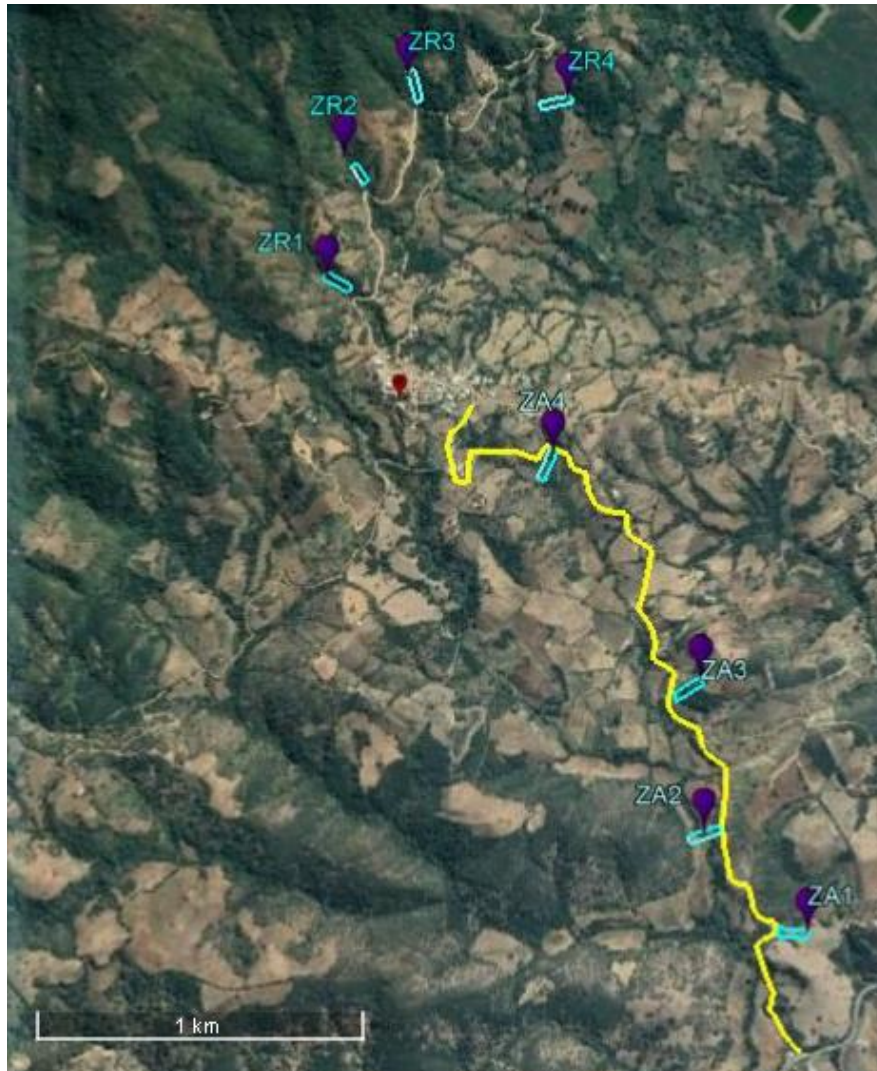


Figura 2. Ubicación de transectos para la caracterización y evaluación del componente flora para la zona de afección (ZA) y zona referencial (ZR), año 2019.

Fuente: Insumos de Google Earth.  
Elaboración: El autor.

Para el muestreo de la vegetación en cada transecto se utilizó una hoja de campo diseñada como se indica en la Tabla 1, en la cual se recopiló la siguiente información: nombre común de la especie, nombre científico, familia botánica, número de individuos y el hábito de crecimiento según la clasificación sugerida por Llambí et al., (2012); así mismo para las especies que no pudieron ser identificadas en el campo, se acudió a la recolección de muestras botánicas, las cuales fueron llevada al Herbario “Reinaldo Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja para su identificación.



Tabla 1. Hoja de campo para el registro de la diversidad florística en la zona de afección y referencial.

Transecto:			Coordenadas:	
Familia	Especie		Número individuos	Habitado de crecimiento
	Nombre común	Nombre científico		

Fuente: Aguirre (2013), adaptada para los fines de la presente investigación.

### 3.2.2. Evaluación de parámetros estructurales de la vegetación

Para la evaluación del componente flora se utilizaron parámetros ecológicos de la zona de estudio, todos los datos recopilados en el campo, se sistematizaron en hojas electrónicas y por medio de estas se determinaron las variables que se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros estructurales considerados para el análisis de la diversidad florística de la zona de afección y zona referencial en el área de estudio.

Parámetro	Modelo	Descripción	Interpretación
Densidad (D)	$D = \frac{N^{\circ} \text{ total de individuos de una especie}}{\text{Total área muestreada}}$	El número de los individuos de una especie o de todas las especies por unidad de área o superficie	Los índices con valores altos de densidad, indican que la especie es más abundante en el sitio
Densidad relativa (DR)	$DiR = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos por especie}}{N^{\circ} \text{ Total de individuos}} * 100$	Es el número total de individuos de una especie expresada como una proporción del número total de individuos de todas las especies	Especie con mayor densidad relativa es la que tiene el porcentaje más alto
Frecuencia (Fr)	$Fr = \left[ \frac{N^{\circ} \text{ de parcelas en la que se repite las especies}}{(N^{\circ} \text{ Total de parcelas})} \right] 100$	Número e ocurrencia de una especie en el área de muestreo	Permite conocer las veces que se repite una especie en un determinado muestreo.
IVI Simplificado	$IVI = DR + FR$	Estima el estado de conservación de una especie.	La especie que tiene el IVI más alto significa entre otras cosas que es dominante ecológicamente

Fuente: Aguirre (2013), adaptada para los fines de la presente investigación.

## Índice de Diversidad

Para determinar la diversidad de especies se utilizó el índice de Shannon, el cual, según Aguirre (2013), es el que tiene gran acercamiento al concepto de riqueza de especies; se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo. Este índice en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Siendo así que de 0 a 1,35 se considera diversidad baja; de 1,36 a 3,5 diversidad media y  $>$  a 3,6 diversidad alta. Para estimar en principio el índice de diversidad de especies se emplea la fórmula de Shannon:

$$H' = - \sum Pi * \ln \ln Pi$$

Dónde:

H = Diversidad de especies.

Pi = es la proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N obteniendo pi de la división del número de individuos de una especie con la sumatoria del número total de individuos de todas las especies; realizando la misma operación para cada una de las especies.

Ln (pi) = logaritmo natural de pi.

### **3.3. Determinación de los impactos ambientales generados en la superficie boscosa por ampliación y asfaltado en el tramo que conduce hacia el centro poblado Casanga y sus implicancias**

Con el propósito de determinar los impactos ambientales cuantitativos generados en la superficie boscosa por ampliación y asfaltado de la vía panamericana (tramo que conduce al centro poblado Casanga) y sus implicancias se procedió a caracterizar tres potenciales impactos:

- Cambio de cobertura vegetal y uso del suelo.
- Cambios en la composición florística de la superficie boscosa
- Cambio de los bancos de semilla de suelo de la superficie boscosa.

#### **3.3.1. Cambio de cobertura vegetal y uso del suelo**

La detección de cambios de la cobertura vegetal y uso de suelo, se realizó a partir del análisis de imágenes satelitales en un período de 18 años; esto para que al obtener los mapas de los

años 2000 y 2018 se pudieran obtener resultados lo más cercanos a las verdaderas modificaciones de la cubierta del suelo.

Para el análisis de los cambios de cobertura y uso de suelo en el periodo determinado se utilizó el software QGIS, en el cual se procesaron las imágenes satelitales de mediana resolución del sensor Landsat, que fueron obtenidas de la USGS “Science for a Changing World” (<https://earthexplorer.usgs.gov/> ). Para el año 2000, se utilizó las imágenes del Satélite Landsat7 y para el año 2018 las del satélite Landsat8. Se realizó el procesamiento en tres etapas: pre-procesamiento, procesamiento y, evaluación y post procesamiento.

### **Pre-procesamiento**

Con la herramienta Semi Automatic Plugin del software QGIS se realizó la corrección radiométrica, geométrica y atmosférica DOS1 y el Pansharpenig para las escenas de los años 2000 y 2018, la cual fue trabajada con una resolución de imagen de 15 píxeles.

### **Procesamiento**

Consistió en la obtención de información que contiene cada imagen, a través de la creación de ROIs (Regions of Interest) basándose en las Coberturas del MAE nivel 1 se adaptó las categorías aplicadas en el estudio (Tabla 3). Se utilizaron cuatro categorías para el análisis, que, al identificar la composición de bandas de cada imagen, se definieron las coberturas, misma que son imprescindibles para la realización de la clasificación supervisada, en la cual este es el clasificador de Máxima Probabilidad, ya que presentó mejor visibilidad y calidad la clasificación.

Tabla 3. Leyenda de cobertura vegetal y uso del suelo para la parroquia Casanga.

<b>Nivel 1</b>	<b>Categorías</b>
Bosque	Bosque
Vegetación arbustiva y herbácea	
Tierra agropecuaria	Tierra agropecuaria
Erial	Vía
Zonas antrópicas	Zona antrópica o antrópico
Otras coberturas	
Sin información	

Fuente: MAGAP-MAE (2015), adaptada para los fines de la presente investigación

## Post procesamiento y Evaluación

El al post procesamiento, se procedió a realizar la edición de cada ráster con el fin de identificar los píxeles mal clasificados y permutar a la cobertura a la cual pertenecen, y finalmente, se determinó la cobertura en hectáreas para cada año.

### 3.3.2. Cambios en la composición florística de las zonas evaluadas

Para determinar los impactos presentes en la vegetación producidas por la ampliación del tramo, se procedió a determinar la similitud o disimilitud entre las muestras, para ello se utilizó el índice de Sorensen, en el que se consideró las especies que tienen en común las dos zonas y el número de especies totales presentes en cada una, calculando con la fórmula expuesta por Aguirre (2013):

$$Ks = \frac{2c}{(a + b)} 100$$

Dónde:

$Ks$  = Índice de Similitud de Sorensen.

$a$  = número de especies de la muestra 1

$b$  = número de especies de la muestra 2

$c$  = número de especies en común.

Para mayor entendimiento, se utilizó el cuadro de interpretación, asignado por Aguirre (2013), mismo que se puede apreciar en la Tabla 4.

Tabla 4. Rangos de interpretación del índice de Sorensen

Significancia	Rango	Significancia
No parecidos	0 a 0,33	Disimiles o diferentes florísticamente
Medianamente parecidos	0,34 a 0,66	Medianamente disimiles florísticamente
Muy parecidos	0,67 a 1	Similares florísticamente

Fuente: Aguirre (2013), adaptada para los fines de la presente investigación.

Además, se procedió a realizar un análisis de conglomerados con el propósito de observar si las diferencias presentadas por el índice de similitud marcaban la presencia de dos o más grupos de especies que responden a la perturbación provocada por la ampliación de la vía. En el análisis de conglomerados se utilizaron varios métodos y distancias de análisis, pero se determinó que el método de Ward de encadenamiento y la distancia Bryn-Curtis con variables estandarizadas fue el más adecuado. Para evaluar las posibles diferencias

estadísticas entre conglomerados resultantes se realizó un Análisis de la Varianza Multivariado (Salvador, 2001). Los análisis se realizaron con el programa estadístico R, utilizando las librerías candisc del paquete vegan.

### 3.3.3. Cambios de los bancos de semilla del suelo de la superficie boscosa

Para evaluar si los impactos se producirían en la composición florística futura de las zonas de estudio, se procedió a coleccionar muestras de suelo en los ocho transectos instalados, en la época seca entre septiembre y octubre del 2018. En cada zona se tomaron 24 muestras de suelo para los bancos de semilla y se aplicando un muestreo sistemático (Figura 3).

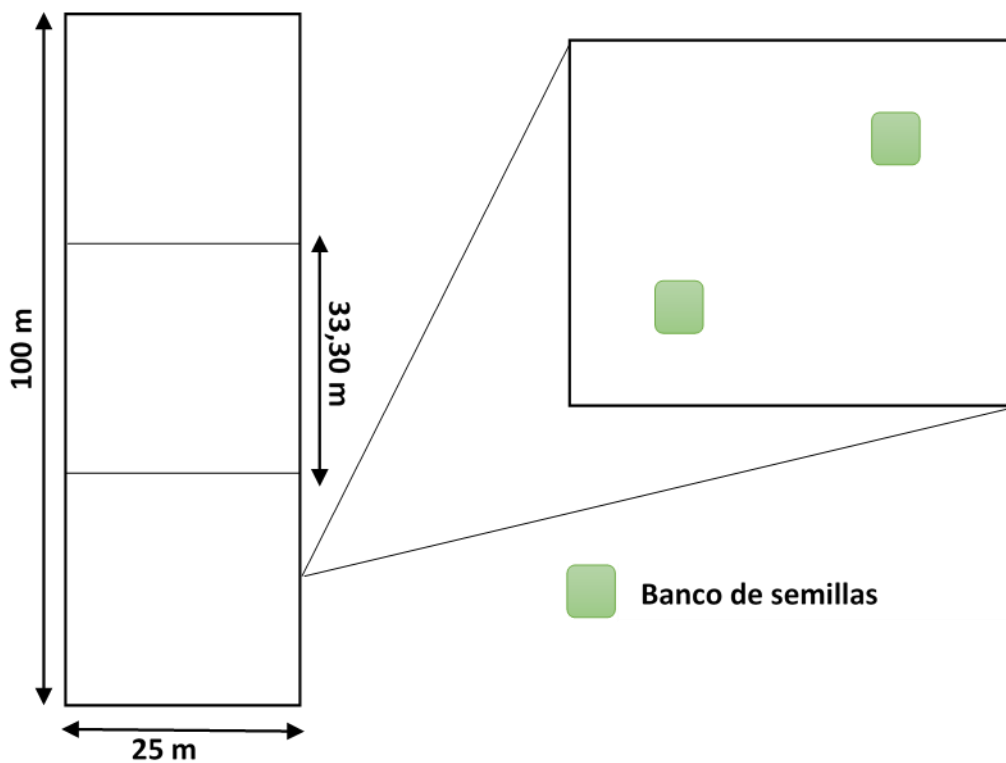


Figura 3. Diseño de muestreo para la recolección de los bancos de semilla en la zona de influencia directa e indirecta.

Se coleccionaron muestras de suelo de aproximadamente 20 cm de ancho por 20 cm de largo y 10 cm de profundidad, usando la herramienta de cavar (barreta) y fundas plásticas para su traslado (Figura 4a). En la recolección de los bancos de semilla se eliminó la hojarasca, piedras, algunas raíces y pastos, y con la ayuda de una pala se realizó el levantamiento de cada muestra de suelo depositándola en una bolsa plástica con su respectiva etiqueta (Figura 4b), cada una de las muestras fue procesada mediante un tamizado para eliminar objetos que no eran semillas, y se procedió a ubicarlas en bandejas de espuma Flex debidamente

etiquetadas para su posterior monitoreo, cada muestra fue ubicada en un lugar con accesibilidad a la luz y a buenas condiciones de oxígeno, aplicándole riego cada cuatro días (Figura.4c).



Figura 4. Proceso de obtención de muestras de suelo: a) extracción de la muestra de suelo; b) preparación de muestras; c) clasificación y etiquetado de las muestras en bandejas.

### **Monitoreo del banco de semillas**

El monitoreo de las muestras de suelo se realizó por un periodo de tres meses, llevando un registro semanal con el propósito de observar la existencia de germinación de semillas del suelo correspondiente a cada bandeja (Figura 5). Luego de este tiempo se finalizó la evaluación debido a que en los dos primeros meses emergen el mayor número de individuos del banco de semillas del suelo (Trujillo y Vargas, 2008), después se procedió a identificar las especies para determinar la composición florística.

## Identificación de especies del banco de semillas del suelo



Figura 5. Germinación existente del banco de semillas del suelo referente a cada bandeja.

La identificación de las especies se realizó en el Herbario “Reinaldo Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja (anexo 7) y por medio de la comparación de algunas especies existentes en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja. Es importante señalar que identificar las plántulas llega a ser una labor compleja, ya que algunas especies en sus primeros estadios presentan características botánicas distintas a las plantas adultas, lo que dificulta su identificación.

### **Análisis estadístico**

Para la determinación de diferencias estadísticas entre ambas zonas se aplicó una prueba t utilizando el software Infostat, previo a esta prueba se verificó la distribución normal de estas variables a través de la prueba de Shapiro Wilks.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Caracterización y evaluación del componente flora de la zona de influencia directa e indirecta del tramo que conduce al centro poblado Casanga

#### 4.1.1. Composición florística y diversidad

La zona de estudio se caracteriza por presentar una estructura de tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato arbóreo presenta individuos con copas irregulares y extendidas con alturas que no sobrepasan los 12 a 15 m, mientras que el estrato arbustivo, se caracteriza por presentar una altura no superior a cinco metros, con la presencia de especies características de los ecosistemas secos; se evidencia un estrato herbáceo, con especies de rápido crecimiento en zonas alteradas, las especies identificadas son utilizadas para la alimentación de los animales del sector, cuya altura no es superior a un metro.

En la zona referencial se registró 45 especies dentro de 27 familias y para la zona de afección 31 especies pertenecientes a 20 familias. En la Tabla 5, se presenta los valores de riqueza de especies y familias y abundancia en cada zona de estudio. Se evidencia que en la zona referencial los dos estratos estuvieron representados con mayor riqueza de especies y familias, así como de abundancia en comparación a la zona de afección

Tabla 5. Riqueza de los estratos arbóreo y arbustivo del área de estudio para la zona directa e indirecta al tramo que conduce al centro poblado Casanga.

Descripción	Zona de afección		Zona referencial	
	Árboles	Arbustos	Árboles	Arbustos
Número de Especies	11	12	15	20
Número de Familias	7	9	9	14

La curva de acumulación de especies que se presenta en la Figura 6, muestra que los 4 transectos, para cada zona de influencia, permiten abarcar un buen porcentaje de diversidad florística, ya que la tendencia de la curva muestra una leve estabilización a partir de dicha área muestral.



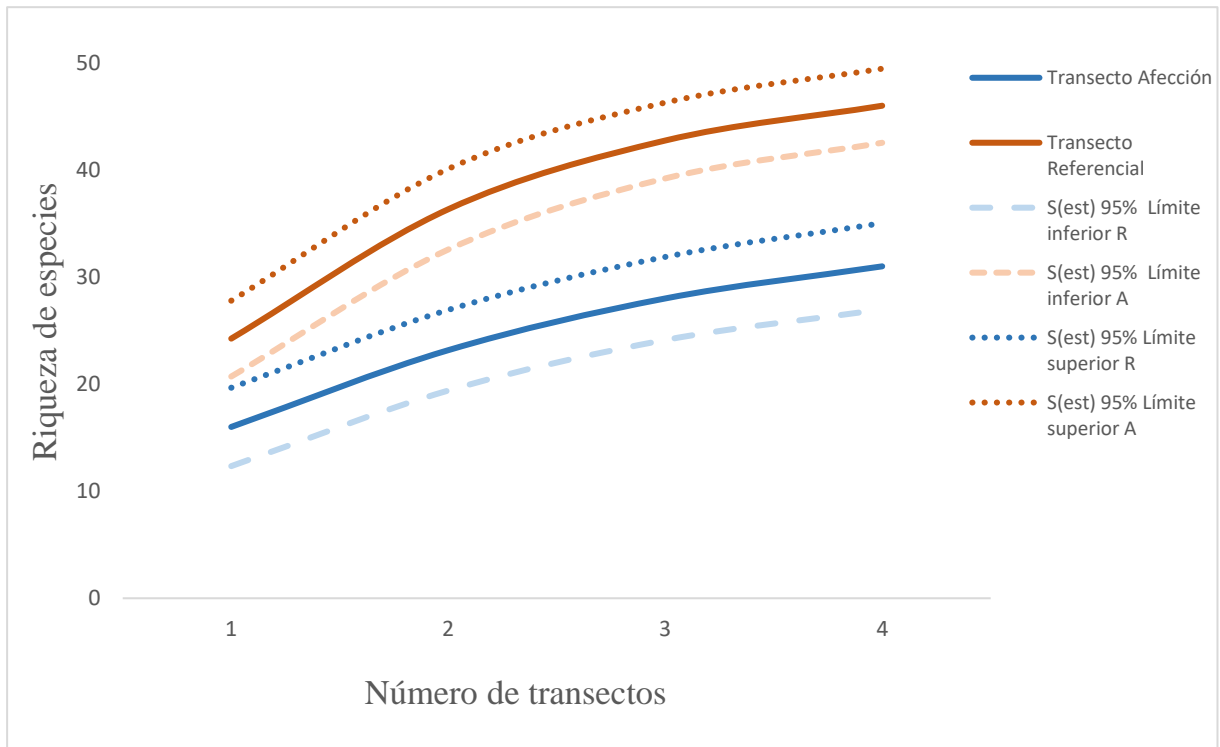


Figura 6. Curva de acumulación de especies en función al número de transectos, en donde cada unidad de muestreo equivale a 2 500m<sup>2</sup>.

En la figura 7 se puede apreciar la representación del número de individuos por familias en relación a las zonas de estudio y estratos. En la Figura 7a, se evidencia las familias en el estrato arbóreo para las dos zonas de estudio, donde las familias Cactaceae, Erithroxylaceae, Apocynaceae, Salacaceaea y Boraginaceae se encuentran en la zona de afección (ZA), mientras que en la zona de referencia (ZR) se destacan las familias Capparaceae, Moraceae, Nyctaginaceae y Sapindaceae.

La Figura 7b representa las familias registradas en el estrato arbustivo en las dos zonas de estudio, donde Nyctaginaceae, Bignonaceae y Verbenaceae se desarrollan en la zona de afección (ZA), mientras que en la zona de referencia (ZR) se destaca el desarrollo de las familias Malvaceae, Amaranthaceae, Araceae, Piperaceae, Rutaceae, Solanaceae.

En cuanto a la diversidad, ambas zonas se reportan con una diversidad media, el índice de diversidad de Shannon para la zona de afección es de 2,74 mientras que para la zona referencial es de 3,21, valor que es ligeramente más alto que el que se presenta en la ZA. En los anexos 3 y 4 se presentan los cálculos del índice.

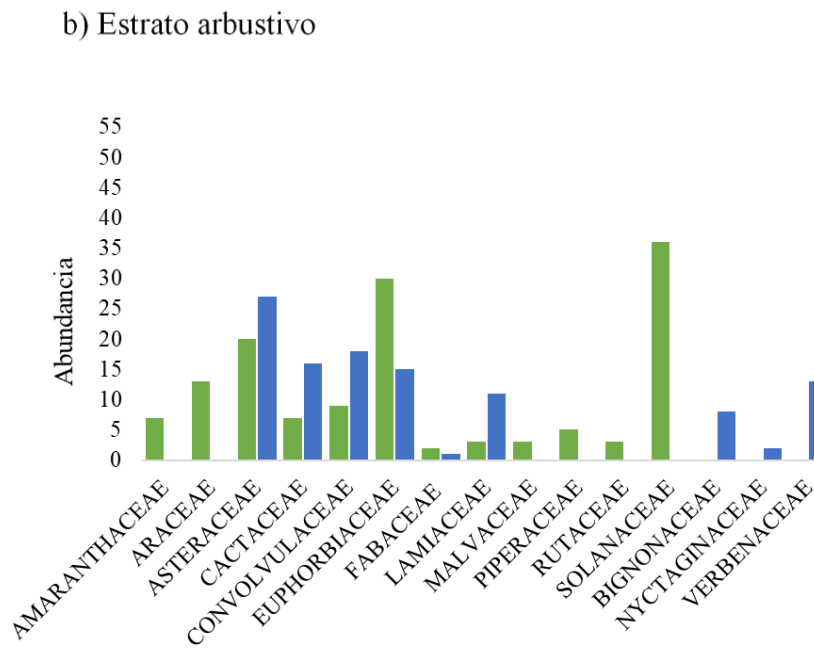
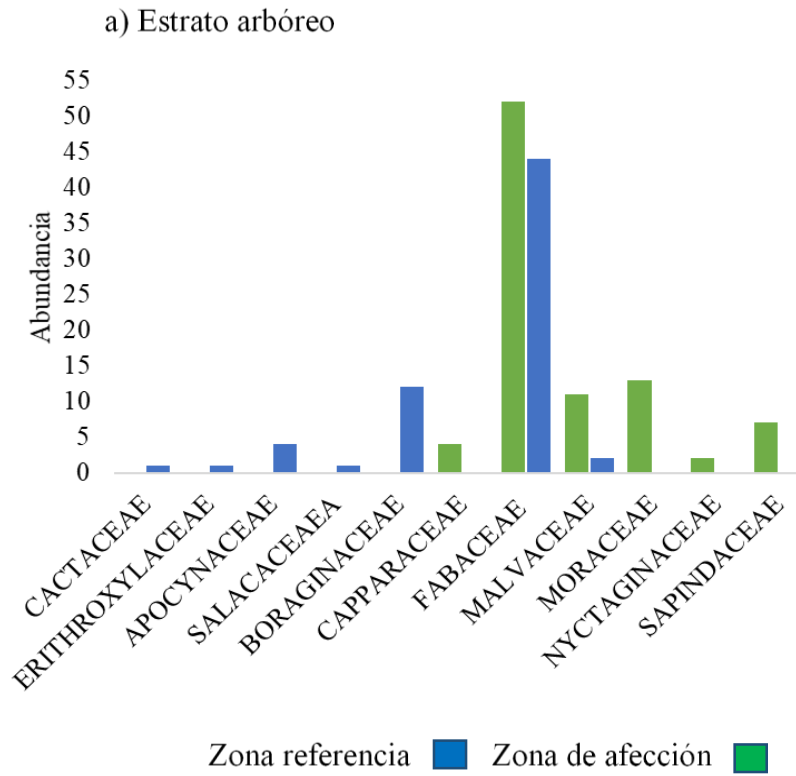


Figura 7. Representación del número de individuos por familias botánicas en relación a las zonas de estudio.

#### 4.1.2. Parámetros estructurales de la vegetación

El índice de valor de importancia (IVI %) para las especies registradas en las zonas de estudio, tanto de Afección (ZR) como referencia (ZA) constan en la Tabla 6, mientras que en el Anexo 1 y 3 se muestran los resultados referentes a los parámetros ecológicos.

La zona de afección (ZA) se caracteriza por la presencia de especies como *Acacia macracantha*, *Opuntia quitensis*, *Jatropha curcas*, *Ipomea carnea* y *Tecoma castanifolia*, las cuales presentan un índice de valor de importancia de 11,9 %, 8,2 %, 7,9 %, 6,9 % y 5,9 % respectivamente, destacándose por la abundancia que presentan en la zona; asimismo, en la zona referencial (ZR), se pudo evidenciar un cambio en las especies vegetales, por ejemplo, *Nicandra physalodes* se destaca por su abundancia con un IVI de 20,07 %, *Acacia macracantha* sigue siendo una especie ecológicamente importante en esta zona.

Tabla 6. Índice de valor de importancia simplificado (IVI %) de las diez especies con valores altos en la zona de afección (ZA) y de referencial (ZR) de la parroquia Casanga.

Especie	Familia	IVI	
		ZR	ZA
<i>Acacia macracantha</i> Humb. y Bonpl. ex Willd.	Fabaceae	18,11	11,94
<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby y J.W. Grimes	Fabaceae	-	3,84
<i>Alocasia odora</i> (Roxb.) K. Koch	Araceae	9,6	-
<i>Cordia globosa</i> (Jacq.) Kunth	Boraginaceae	-	5,26
<i>Croton</i> sp	Euphorbiaceae	7,85	-
<i>Ficus cuatrecasasiana</i> Dugand	Moraceae	6,98	-
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	6,98	-
<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Convolvulaceae	7,85	6,97
<i>Jatropha curcas</i> L.	Euphorbiaceae	12	7,97
<i>Lantana rugulosa</i> Kunth	Verbenaceae	-	5,55
<i>Opuntia quitensis</i> F.A.C. Weber	Cactaceae	-	8,25
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Asteraceae	-	5,55
<i>Piper aduncum</i> L.	Piperaceae	4,14	-
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin y Barneby	Fabaceae	7,85	-
<i>Stachys elliptica</i> Kunth	Lamiaceae	-	4,98
<i>Tecoma castaneifolia</i> (D. Don) Melch.	Bignonaceae	-	5,98
<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	Asteraceae	14,83	-

(ZR) zona referencial, (ZA) zona de afección

## 4.2. Determinación de los impactos ambientales generados en la superficie boscosa por ampliación y asfaltado del tramo que conduce al centro poblado Casanga y sus implicancias.

### 4.2.1. Cambio de cobertura vegetal y uso del suelo

Se identificaron cuatro categorías del uso del suelo durante los años 2000 – 2018 en la parroquia Casanga tal como se muestra en la Tabla 7, donde se puede apreciar que el área de cobertura relacionada con bosque se redujo de 4500,6 ha a 3433,8 ha, lo que implicando un cambio de cobertura del 20,4 % respecto al total. Por otra parte, la tierra agropecuaria, zona antrópica y las actividades realizadas para la ampliación de la vía han aumentado sus áreas en superficie lo que representa una pérdida de vegetación a lo largo de 18 años, presentándose un cambio total del 20 %, diferenciando que para las coberturas: tierra agropecuaria, vía y la parte antrópica existió un aumento de 18,92 %, 0,70 % y 0,76 % respectivamente.

En la figura 8, se pueden apreciar los cambios en los principales tipos de cobertura presentes en la zona de estudio, apreciándose que la vía de una u otra forma ha venido contribuyendo a la presión de los recursos vegetales y animales de las zonas de bosque seco pues se observan cambios en las áreas contiguas a la vía provocando la fragmentación del ecosistema.

Tabla 7. Cambio de cobertura y uso de suelo, del periodo 2000-2018, en la parroquia Casanga.

Cobertura	año 2000		año 2018	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Bosque	4 501	86	3 434	66
Tierra Agropecuaria	612	12	1 601	31
Vía	49	1	86	2
Antrópica	69	1	109	2
<b>Total</b>	<b>5 230</b>	<b>100</b>	<b>5 230</b>	<b>100</b>

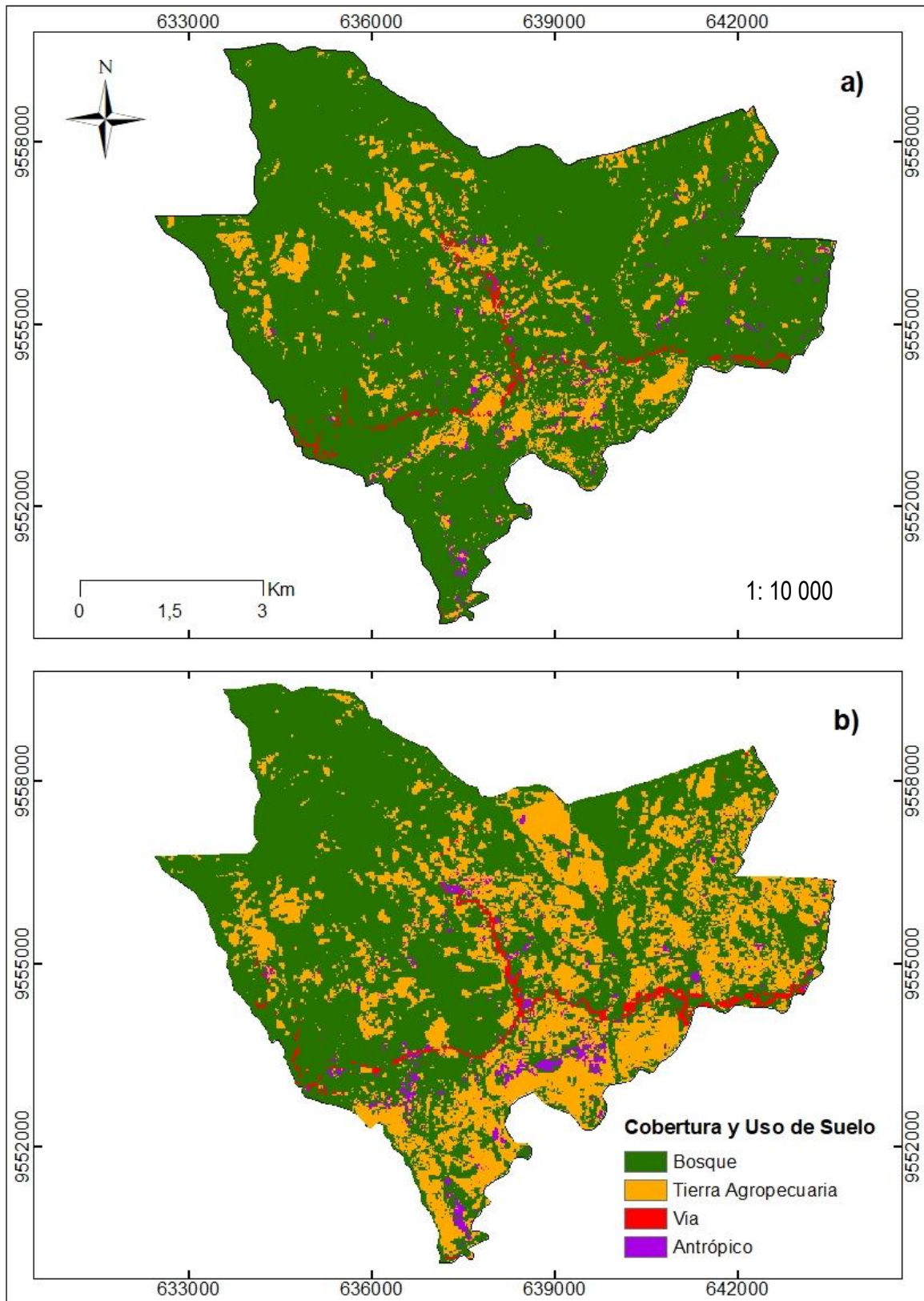


Figura 8. Comparación de coberturas de la parroquia Casanga; a) año 2000, b) año 2018.

Fuente. Insumos del CITIAB

#### 4.2.2. Cambios de la composición florística de las zonas evaluadas

El coeficiente de Similitud de Sorensen calculó que entre la zona de referencia y zona de afección existe una similitud del 31,58 % entre la composición florística de las dos zonas evaluadas, tratándose de dos sitios medianamente parecidos según la escala utilizada por Aguirre (2013), es decir que el existe una diversidad beta de 68,42 %. Sin embargo, existen especies que se podrían considerar exclusivas o que se desarrollan solo en un hábitat tal es el caso de *Adiantum raddianum*, *Critoniopsis pycnantha*, *Baccharis trinervis*, *Bidens pilosa*, *Cestrum auriculatum*, entre otras, las cuales se registran únicamente en la Zona de Referencia; mientras que especies como *Achyranthes aspera*, *Acmella alba*, *Asclepias curassavica*, *Croton wagneri*, *Heliotropium rufipilum*, *Sida glomerata*, se desarrollan en la zona de afección.

La similitud de las especies se ve reflejada con el análisis de conglomerados, basado en la similitud entre los ocho transectos, el cual muestra claramente dos grupos bien definidos con un coeficiente cofenético de 0,63 formándose un grupo con 15 especies y el segundo grupo con 49 especies (Figura 9).

El conglomerado 1, que agrupa las 15 especies, tiene mayores individuos en la zona de afección, mientras que el conglomerado 2 presenta las especies compartidas en las dos zonas, ente las especies que se presentan en ambas zonas de estudio son *Acacia macracantha* y *Sida rhombifolia*, mismas que no hacen distinción y/o preferencia de hábitats y podría considerárselas como generalistas u oportunistas.

Los dos grupos que se forman son estadísticamente diferentes con p valor < 0,001, por lo que se trata de especies que muestran preferencias de desarrollarse en una determinada zona como respuesta a la intervención sufrida por la ampliación y asfaltado del tramo que conduce al centro poblado Casanga, es decir podría hablarse de un posible efecto barrera producida por la vía y que se traduce en la presencia de especies exclusivamente en un determinado grupo ecológico. En la Tabla 8, se muestran la comparación de medias de los conglomerados.

Tabla 8. Análisis ANOVAM de comparación de conglomerados.

Conglomerado	ZA	ZR	N	p<0.001
1	1,61	5,49	49	A
2	11,47	3,2	15	B

ZA (Zona de afección), ZR (Zona referencial), abundancia (n)

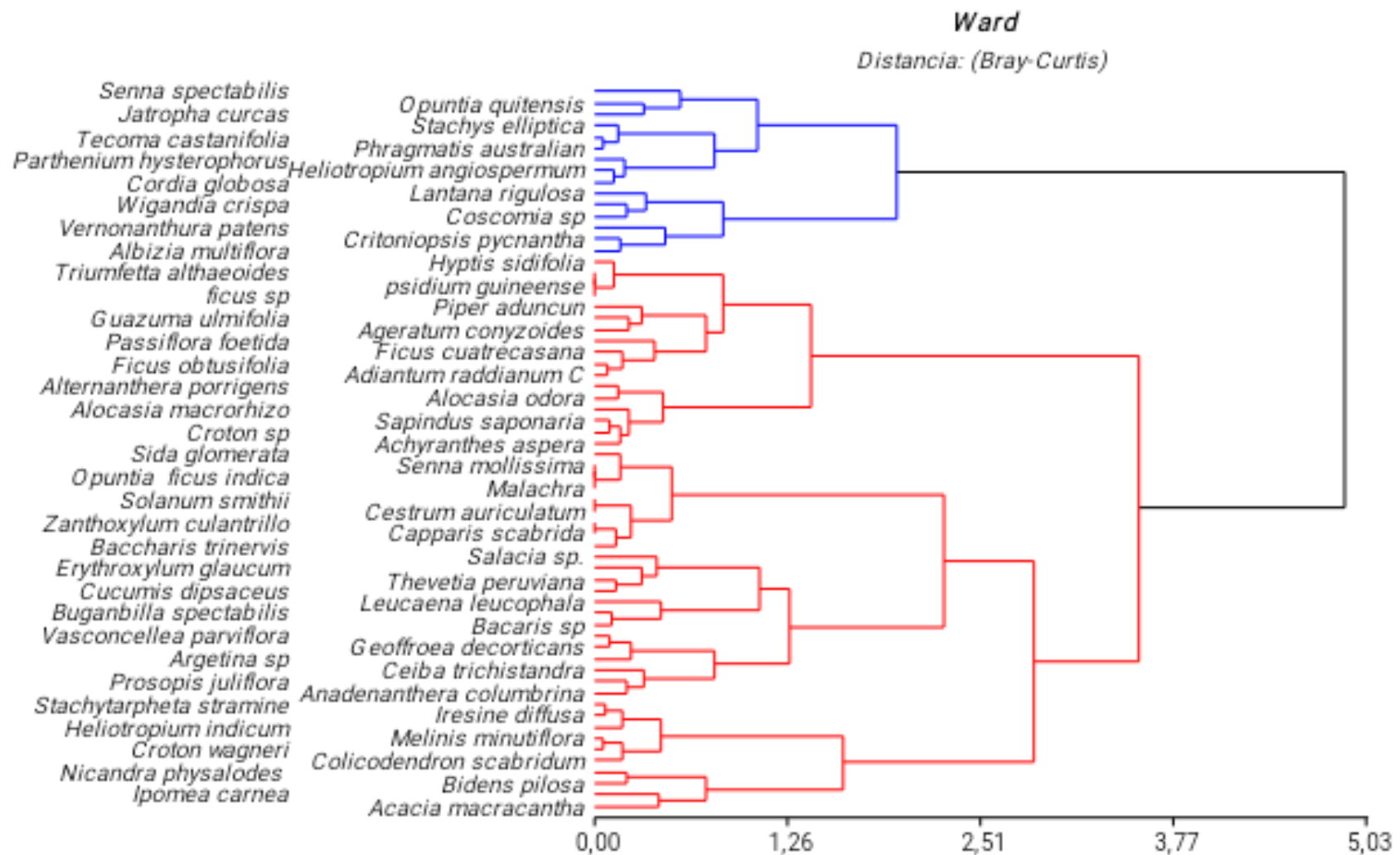


Figura 9. Dendrograma de agrupamiento de especies vegetales presentes en las dos zonas evaluadas.

### 4.2.3. Cambios de los bancos de semilla del suelo

Los efectos directos e indirectos de la ampliación de la vía pueden ser monitoreados a largo plazo por ello el banco de semillas del suelo muestra las afectaciones al componente flora, de las 24 muestras de suelo, germinaron un total de 317 individuos, pertenecientes a 34 especies, el mayor número de plántulas tanto en especies como familias se presentó en la zona referencial.

En la Tabla 9, se presenta la diversidad florística del banco de semillas del suelo de las áreas de estudio, mientras que en la Tabla 10, se presentan las especies que germinaron específicamente en determinada zona, tal es el caso de especies como *Teramnus uncinatus*, *Ophryosporus peruvianus* y *Cynophalla heterophylla*, *Stevia cathartica* las cuales germinaron en la zona de afección (ZA), 16 especies en la zona referencial (ZR) dominada por *Sida glomerata*, *Piper aduncum* y *Wigandia crispa*, y ocho especies germinaron tanto en la zona de afección como referencial por lo que se catalogaron como especies compartidas y se presentan en la categoría Zona de Afección-Referencia (ZAR), tal es el caso de *Physalis* sp., *Portulaca oleracea*, *Triumfetta althaeoides* y *Sida rhombifolia*.

En lo que respecta a las variables de riqueza de especies e individuos tanto de la ZA y ZR, existen diferencias estadísticas significativas en lo que corresponde al número de especies ( $p=0,01$ ) mientras que en el número de individuos no se encuentran diferencias estadísticas ( $p=0,14$ ) por lo que el banco de semillas del suelo se vería afectado por la ampliación del tramo que conduce al centro poblado Casanga y ello repercutiría en la futura composición florística de la zona (Ver anexo 8).

Tabla 9. Diversidad florística de las áreas de estudio de la parroquia Casanga.

<b>Zona</b>	<b>Familias</b>	<b>Especies</b>	<b>Individuos</b>
Afección	11	18	131
Referencial	14	24	186



Tabla 10. Especies encontradas en los bancos de semilla para cada zona de estudio.

Zona	Especie	Número
Referencial	<i>Achyranthes aspera</i> L.	6
	<i>Baccharis trinervis</i> Pers.	9
	<i>Bidens pilosa</i> L.	5
	<i>Jungia paniculata</i> (DC.) A. Gray	6
	<i>Ophryosporus peruvianus</i> (J.F. Gmel.) R.M. King y H. Rob.	15
	<i>Stevia cathartica</i> Poepp.	10
	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	5
	<i>Cynophalla heterophylla</i> (Ruiz y Pav. ex DC.) Iltis y Cornejo	11
	<i>Terminalia valverdeae</i> A.H. Gentry	4
	<i>Teramnus uncinatus</i> (L.) Sw.	17
	<i>Piper aduncum</i> L.	14
	<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl	9
	<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyerf.	2
	<i>Cestrum auriculatum</i> L'Hér.	7
	<i>Solanum smithii</i> S. Knapp	4
	<i>Solanum pimpinellifolium</i> L.	7
<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	1	
<i>Clavija eggersiana</i> Mez	7	
Afección	<i>Croton wagneri</i> Müll. Arg.	4
	<i>Asclepias curassavica</i> Griseb.	8
	<i>Acmella alba</i> (L'Hér.) R.K. Jansen	6
	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	7
	<i>Heliotropium rufipilum</i> (Benth.) I.M. Johnst.	8
	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	9
	<i>Wigandia crispa</i> (Tafalla ex Ruiz y Pav.) Kunth	13
	<i>Sida glomerata</i> Cav.	18
Afección-Referencial	<i>Acacia macracantha</i> Humb. y Bonpl. ex Willd.	12
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	14
	<i>Ficus</i> sp.	9
	<i>Portulaca oleracea</i> L.	15
	<i>Zanthoxylum culantrilo</i> Kunth	11
	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	12
	<i>Physalis</i> sp.	17
	<i>Triumfetta althaeoides</i> Lam.	15

La figura 10, muestra el número de plántulas que emergieron en los bancos de semillas, y al igual que la composición florística de las zonas de estudio (zona de afección y referencial), en los banco de semillas se puede apreciar que existen especies que están presentes en ambas zonas de estudio, aquellas plántulas que se presentan en ambos sitios muestran una

germinación más estable alcanzando su mayor auge en las primeras semanas, por el contrario las plántulas pertenecientes al banco de semillas de la zona de afectación, su germinación es irregular, similar comportamiento se presentan en la zona de referencia, en donde la germinación es irregular .

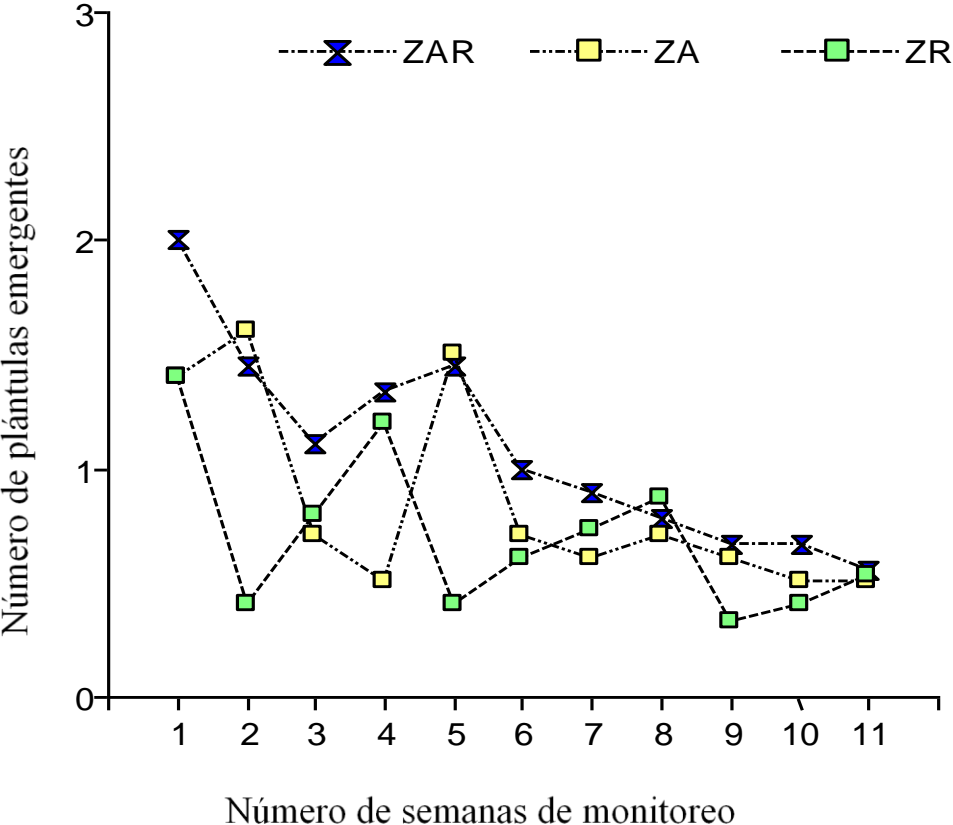


Figura 10. Potencial germinativo de las especies en los bancos de semilla para la zona referencial (ZR), zona de afección (ZA).

## 5. DISCUSIÓN

### 5.2. Caracterización y evaluación del componente flora

La zona de afección presenta un menor número de especies e individuos en comparación a la zona referencial, sin embargo al calcular la diversidad, ambas zonas son consideradas con una diversidad media, lo cual es similar a lo presentado por Muñoz et al., (2017), en el bosque seco “El Chilco” donde determinan que la diversidad obtenida es media pues, se considera que estos tipos de bosques con intervenciones directas o indirectas del ser humano sufren procesos de cambios propios de estos ecosistemas.

En lo que respecta al número de especies y familias, en la zona referencial se evidencia un ligero descenso de 45 especies dentro de 27 familias, a 31 especies dentro de 20 familias correspondientes la zona de afección, en base a estos resultados la zona referencial evidencia resultados menores a los presentados por Aguirre (2013), quien reportó la presencia de 58 especies y 29 familias en ecosistemas similares.

En cuanto a diversidad de familias las más representativas en la zona referencial para el estrato arbóreo corresponden a Fabaceae y Caesalpiniaceae; mientras que en el estrato arbustivo se destacan Euphorbiaceae y Solanaceae; por otra parte para la zona de afección en el estrato arbóreo, la familia Fabaceae sigue siendo una de las familias con mayor representación así como Boraginaceae, mientras que para el estrato arbustivo son las familias: Asteraceae y Convolvulaceae, resultados similares son presentados por Jaramillo et al (2018), en el bosque seco del sector Bramaderos donde señalan que las familias con mayor representatividad corresponden a las familias Fabaceae, Capparaceae, Malvaceae y Moraceae, mientras que en el estrato arbustivo se caracteriza la presencia de familias como Asteraceae, Cactaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae y Malvaceae.

Las diferencias en la composición florística de las zonas evaluadas pueden ser atribuidas a los cambios realizados por las intervenciones antrópicas que en este caso particular se deben a la ampliación del tramo que conduce al centro poblado Casanga, demostrando que en la zona de afección la vegetación es típica de matorrales secos tanto espinosos, arbolados ralos y el faicales, caso contrario sucede en la zona donde existe poca intervención registrándose la representatividad de familias como Fabaceae, Mimosaceae, Moraceae y Bombacaceae, así lo demuestra Aguirre y Delgado (2005) manifestando que los bosques secos, presentan diferencias importantes tanto en aspectos florísticos y estructurales.

Así mismo las especies ecológicamente importantes para la zona referencial son *Nicandra physalodes*, *Acacia macracantha*, y *Vernonanthura patens*; mientras que para la zona de afección las especies más representativas son *Acacia macracantha*, *Opuntia quitensis*, *Jatropha curcas*; la presencia de *Acacia macracantha* en ambas zonas indican que se trata de una especie generalista es decir que no muestra preferencia de hábitats, resultados concuerdan con los presentados por Jaramillo et al., (2018) no obstante Balcázar y Díaz (2008), muestran en una zona de bosques secos la presencia y dominancia de especies como *Eriotheca ruizii*, *Ceiba trischistandra*, *Bursera graveolens* y *Pisonia aculeata*, demostrando la variedad e interesante diversidad florística de los bosques secos del sur del Ecuador, a pesar de las presiones antrópicas que soporta este tipos de bosques.

### **5.3. Impactos ambientales generados**

En lo referente a la diversidad existente en el área de estudio, el índice de Sorensen calculado entre las dos zonas (zona referencial y afección) muestra existe un porcentaje de similitud de 31,58 %, lo que significa que existe una diversidad Beta alta, es decir la riqueza de especies es diferente entre las zonas o que encuentran en ambas zonas con un promedio de diferencias de un 68,42 % entre las dos zonas. Aguirre (2014), menciona que esto se debe la adaptación de las especies a las condiciones climáticas de la zona, además en una zona que ha sido poco impacta, existe la posibilidad que se encuentren especies endémicas de ecorregiones frágiles y presionadas del planeta; caso contrario sucede con los sitios que han estado expuestos a impactos ambientales, ya que en estas zonas existe un porcentaje considerable de especies generalista y pionera, por ello el autor menciona que los bosques secos de la provincia de Loja, son parte de la zona de endemismo de plantas del pacífico sur, y es necesarios e importante su conservación.

Con la obtención de los mapas de cambio de cobertura de los años 2000 y 2018, se observa que en la cobertura y uso del suelo del año 2018 ha sufrido cambios significativos, ya que a partir del año 2017 se efectuó la ampliación y modificación del tramo que conduce al centro poblado, provocando en sí un impacto sobre la cobertura bosque. Durante el periodo de los 18 años existió una disminución de la cobertura bosque de 20,4 %, respecto al total de la superficie evaluada, mientras que para las coberturas de Tierra Agropecuaria, parte vial y zona antrópica existen aumentos con relación al total del área estudiada de 18,92 %, 0,70 % y 0,76 %, respectivamente, resultados que concuerdan con estudios realizados en el cantón Zapotillo (bosque seco) por Álvarez, Muñoz y Aguirre (2015), el cual evidencia que existieron cambios significativos de usos del suelo, ya que en la cobertura de cultivos muestra

cambios del 4,97 % representados superficialmente en 6 025,73 ha, a nivel cantonal; donde se expone que el uso de suelo enfocado a las actividades agropecuarias se incrementó de una manera significativa, estos cambios de cobertura se deben a la influencia del Canal de Riego, ya que en la actualidad esta infraestructura riega el 7 % del total de las áreas cultivadas (Veliz, 2015).

Estos resultados referentes al cambio de uso de suelo demuestran que la frontera agrícola y urbana ha avanzado sobre otras coberturas naturales, ya que el crecimiento de dichas actividades provocadas por el ser humano ha generado la mayor presión ambiental en esta región, sin embargo, la presencia de otros indicadores de transformación del paisaje, como el crecimiento de población y la construcción de infraestructura urbana, determinados a partir de la aplicación de los SIG, tiene también un impacto creciente, así lo evidencian López *et al.*, (2001); Páez *et al.*, (2000) y Morocho (2019), revelando que en el bosque seco durante el periodo 1998-2012 la categoría de tierra agropecuaria incrementó en un 7,60 % en cuanto a superficie, mientras que el bosque disminuyó en un 8,25 % del área total, resultados que se han relacionado a la expansión de los asentamientos humanos con el cambio de cobertura vegetal, pues, al aumentar las poblaciones, se extiende la infraestructura urbana y las modificaciones en dicha cobertura vegetal.

La categoría de tierra agropecuaria para el año 2018 tuvo un incremento alto de 612 ha a 1 601 ha, lo que significa que existe posibilidad de alta dependencia de los pobladores de la parroquia hacia los recursos, provocando el crecimiento y expansión acelerada de las actividades antrópicas, Álvarez *et al.*, (2015) en un estudio en el bosque seco de Zapotillo evidenciaron que en el año 2000 los cultivos y pastizales ocuparon una extensión de 9 795,20 ha, mientras que para el año 2010 la superficie fue ha incrementado a 15 921,69 ha, reemplazando posiblemente importantes partes de cobertura boscosa.

Con respecto a la alteración de la composición florística, las especies registradas en los bancos de semilla evidenciaron que la zona de afección son abundante las especies como: *Croton wagneri*, *Heliotropium rufipilum*, *Ipomoea carnea* y *Piper aduncum*, resultados similares a los reportados en La Reserva “Laipuna”, ubicada en el cantón Macará (Loja), donde se registraron especies con mayor capacidad de regenerarse en sitios con intervención tales como *Acacia macracantha*, *Croton sp.*, *Heliotropium rufipilum*, *Ipomea sp.* (Aguirre, 2014; Ambuludí, 2009), también Delgado (2018), en sus estudios referentes a bancos de semilla revelaron que en las zonas expuestas a intervenciones existió dominancia de herbáceas no gramíneas, de germinación epigea, esto siendo producto de intervenciones

humanas, y estas han ido produciendo en gran medida un impacto negativo ambiental obstaculizando la regeneración de ecosistemas.

En la zona de afección las especies con mayor regeneración son *Sida glomerata* y *Piper aduncum* con 18 y 14 individuos respectivamente, según estudios realizados por Rodríguez *et al.*, (2012) señala que los generos *Sida* y *Piper* son especies pioneras de los boques secos, mientras que Garwood (1989), ratifica que las perturbaciones ya sean naturales o antrópicas originan cambios en la cobertura del suelo, el cual da la determinación de qué clase de especies se pueden encontrar.

En las plántulas germinadas de los bancos de semilla se puede evidenciar que la intervención antrópica como la apertura o modificación de la vía principal ha provocado gran impacto ambiental, trayendo consigo actividades humanas como pastoreo y expansión agrícola; actividades que han ido provocando pérdida de diversidad de especies vegetales, ya que esto no solo se puede evidenciar en la comparación de los bancos de semilla y en la vegetación inventariada de la zona referencial con la zona de afección, si no en la comparación de los mapas de cambio de cobertura, demostrando que en el año 2000 la vía de acceso a la parroquia Casanga se encontraba sin modificaciones siendo de poca accesibilidad, dificultando el acceso al bosque de los moradores de la zona favoreciendo al bosque, caso contrario sucede en la cobertura del año 2018, donde se evidencia pérdida de bosque y aumento de actividades humanas como la actividad agrícola, esto debido a que los moradores tienen accesibilidad al bosque y van expandiéndose normalmente en sus actividades.

## 6. CONCLUSIONES

- La superficie boscosa de la zona de estudio muestra impactos ambientales ocasionados por la perturbación de la vía, que se traducen en la afectación de los procesos reproductivos de ciertas especies vegetales que al no llegar a controlarse podrían ocasionar extinciones locales afectando a la funcionalidad de los ecosistemas presentes.
- Tanto las zonas de afección y de referencia establecidas en los alrededores del tramo que conduce al centro poblado de Casanga muestran una diversidad media, sin embargo, la composición florística en el número de familia, especies y en lo que se refiere al número de individuos es mayor en la zona referencial, por lo que de alguna manera se puede atribuir esto a un efecto directo de la perturbación que ocasiono la ampliación de la vía.
- Las especies vegetales registradas en ambas zonas se caracterizan por tener una alta y rápida capacidad de regenerarse, sin embargo, se evidencia la preferencia de ciertas especies a determinadas condiciones de hábitat como *Sida glomerata* y *Solanum smithii* que se desarrollan en la zona de afección y de referencia respectivamente; mientras que *Acacia macracantha* es una especie que se encuentran presente en ambas zonas por lo que no muestra preferencia de hábitat siendo considerada como generalista u oportunista.
- Los impactos ambientales que se generan por la ampliación de la vía se manifiestan en los cambios en la composición florística, condicionando la presencia de algunas especies influyendo de manera directa en la futura composición del bosque pues al evaluar los bancos de semillas del suelo se registran un alto porcentaje de especies como *Acacia macracantha*, *Sida glomerata*, que son catalogadas como pioneras de los boques secos, además de *Piper aduncum*
- Los cambios en la cobertura vegetal analizados en los 18 años, muestran que la ampliación y asfaltado del tramo que conduce al centro poblado de Casanga ha facilitado el acceso de las poblaciones al área provocando, cambios de uso del suelo significativos de pérdidas y ganancias que se traducirían en afectación a la composición florística de las áreas circundantes.
- En la categorías de cobertura y uso del suelo identificadas entre los años 2000 – 2018 en la parroquia Casanga, la cobertura relacionada con bosque se redujo de 4500,6 ha a 3433,8 ha, implicando un cambio de cobertura del 20,4 % respecto al total, obteniendo ganancias para las categorías: tierra agropecuaria, zona antrópica y las actividades realizadas con la ampliación del tramo de la vía que conduce al centro poblado Casanga, presentándose un cambio de 18,92 %, 0,70 % y 0,76 % respectivamente.





## 7. RECOMENDACIONES

8. Los resultados obtenidos en el cambio de cobertura y uso de suelo en este estudio señalan que existe dependencia alta de los pobladores hacia los recursos, por lo que es necesario plantear alternativas de conservación ecológicamente sustentables y socialmente viables.

-

- Continuar con estudios que evalúen la dinámica de la regeneración natural utilizando como variables explicativas otros factores relacionados con las propiedades físico-químicas del suelo y climáticos como la precipitación.

- Realizar estudios de viabilidad y germinación de semillas de especies de bosque seco *ex situ* e *in situ* bajo diferentes condiciones, para determinar la capacidad reproductiva del bosque.

- Realizar estudios en el de bosque seco que haya sufrido alteraciones antrópicas sobre dinámica poblacional con el propósito de conocer el comportamiento de las especies de estos ecosistemas.

- Realizar actividades de recuperación de las áreas de bosque que se encuentran degradadas por medio del enriquecimiento con especies nativas como *Handroanthus chrysanthus* (Bignoniaceae), *Terminalia valverdeae* (Combretaceae) y *Caesalpinia glabrata* (Fabaceae).

- Realizar estudios que relacionen la cuantificación de deforestación y fragmentación, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), ya que la información que se obtenga se puede usar como herramienta de apoyo en estudios orientados a las estrategias de conservación de los bosques nativos y planificación de ordenamiento territorial

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z., (2013). Composición Florística y Estructura de los Bosques Secos y su gestión para el Desarrollo de la Provincia de Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Aguirre, Z. (2013). Guía de Métodos para Medir la Biodiversidad. Loja, Ecuador. p 82
- Aguirre, Z. (2017). comunicación personal Cobertura vegetal (Exposición). Loja, Loja, Ecuador
- Aguirre, Z. y Delgado, T. (2005). Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja. *Biodiversidad en los bosques secos de la zona de Cerro Negro-Cazaderos, occidente de la provincia de Loja: un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas*, 9-24.
- Aguirre Z., Aguirre, N., y Muñoz J. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 523-542. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992017000200006yscript=sci\\_abstractytlng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992017000200006yscript=sci_abstractytlng=en)
- Aguirre, Z. y Kvist, L. (2005). Floristic composition and conservation status of the dry forests in Ecuador. *Lyonia* 8:41 - 67
- Alvarez, P., Veliz, F., Muñoz, J. y Aguirre, N. (2015). Análisis multi-temporal del cambio de uso de suelo en el cantón Zapotillo, provincia de Loja. *Bosques Latitud Cero*, 5, 33-47.
- Arroyave, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Múniera, D., Zapata. A., Vergara, I. y Ramos, K., (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista eia*, (5), 45-57.
- Balderas, M., Chavez, M., Gutierrez, J., López, J. y Perez, V. (2014). Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del altiplano mexicano. *Dialnet*, 22(2), 9
- Balcázar, C. y Díaz, A. (2008). Alternativas de manejo para el bosque Suquinda, parroquia Yamana, cantón Paltas, provincia de Loja (Doctoral dissertation, Tesis de grado).
- Bartra y Virhuez, J. (2014). *Propuesta de estudio ambiental para desarrollar la actividad de pequeña minería no metálica caliza, en el Distrito de Japelacio* (tesis de pregrado).

Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/158/6050914.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bedoya, J, Estévez V. y Castaño, J. (2010). Banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de los bosques tropicales. *Boletín Científico Centro De Museos De Historia Natural*, 14(2), 77-92. disponible en HYPERLINK <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v14n2/v14n2a04.pdf>

Bocco, G., Mendoza. M y Masera O. (2001). La Dinámica del uso de suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica, para el estudio de los procesos de deforestación. México, Instituto de Geografía- UNAM. *Investigaciones geográficas*, 44:18,38.

Cal, R., Mayor, R. y Cárdenas, G. (1996). *Ingeniería de tránsito*. Cuspide. vol(Nº), 12-23.

Chan. L. y Yang. H. (2008). Scenario simulation and forecast and land use/cover in northern China. *Chines Sciences Bulletin*. 53: 1402,1412.

Camacho, S., Pérez, J., Isabel, J., Pineda N., Cadena, E., Bravo, L. y Sánchez L. (2015). Cambios de cobertura/uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. *Madera y bosques*, 21(1), 93-112.

Constitucion de la Republica del Ecuador, R. O. (2008). Derechos del buen Vivir. Quito-Ecuador: entidad responsable recuperado de:

[https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)

Cuevas, J. G., y Arroyo, M. T. (1999). Ausencia de banco de semillas persistente en *Nothofagus pumilio* (Fagaceae) en Tierra del Fuego, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72, 73-82.

D'Amico, M., Román, J., y Clevenger, A. P. (2015). Ecología de Carreteras y mamíferos: atropellos, efecto barrera y medidas de mitigación.

Delgado, M. (2018). Caracterización del banco de semillas del suelo del bosque tropical estacionalmente seco de Zapotillo (Bachelor's thesis).

Domínguez, K. y Romero, Y. (2017). Caracterización del Banco de Semillas Germinable en áreas de Bosque Secundario y Pastizales de Piedemonte Llanero, Campus Loma Linda, Universidad Santo Tomás -Villavicencio. Trabajo de Tesis. Villavicencio.

recupeprado en HYPERLINK

["https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12385/2017kellidom\\_%C3%ADnguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y"](https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12385/2017kellidom_%C3%ADnguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12385/2017kellidom\\_%C3%ADnguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12385/2017kellidom_%C3%ADnguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Forman, R., y Alexander, L. (1998). Roads and their major ecological effects. Annual review of ecology and systematics, 29(1), 207-231. Disponible en HYPERLINK ["https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207"](https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207)

<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207>

García, J. (2010). Técnicas preventivas de protección ambiental y normativa de servicios. Análisis particularizado de la evaluación de impacto ambiental y de la ordenación administrativa de la gestión de residuos. Revista Catalana de Dret Ambiental, 1(2).

Garwood, N. (1989). Tropical Soil Seed Banks: A Review. In M. A. Leck, V. T. Parker, y R. L. Simpson (Eds.), Ecology of Soil Seed Banks (pp. 9-21). San Diego, CA: Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-440405-2.50014-2>

Gentry, A. (1995) "Diversity and floristic composition of neotropical dry forests", in *Seasonally Dry Tropical Forests*. vol. 85, S. H. Bullock, H. A. Mooney, and E. Medina, Eds., Cambridge: Cambridge University Press, pp. 146-194.

González L et al. (2017). Métodos de inventario de plantas. Pp. 60-85. En: *Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas* (Mancina, A. y Cruz, E. Editorial AMA, La Habana, 502 pp.),

Gudynas, E. (2010). La ecología política de la crisis global y los límites del capitalismo benévolo. *ÍCONOS. Revistas de Ciencias Sociales*, vol(Nº), 12-23. recuperado de <http://www.flacso.org.ec/docs/i36gudynas.pdf>

Jaramillo, N., Aguirre, Z. y Yaguana, C. (2018). Componente florístico del bosque seco, sector Bramaderos, parroquia Guachanama, cantón Paltas, suroccidente de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(1), 87-104.

León N. (2015). Evaluación de las interacciones ecológicas Ave-Planta del bosque seco en el sector el Chilco, Cantón Zapotillo y Modelación de Impactos Potenciales (Bachelor's thesis, Loja: Universidad Nacional de Loja).

- Llambí L., Soto R., Céller R., De Bievre, B. Ochoa, y Borja P. (2012). Ecología, hidrología y suelos de páramos. Proyecto Páramo Andino. 280 p. Recuperado de [http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12183/1/Jonathan %20Israel %20Torres %20Celi.pdf](http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12183/1/Jonathan%20Israel%20Torres%20Celi.pdf)
- Louman, B; y Quirós D. (2001). Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 265p
- López, B., (2014). Estructura y función en bordes de bosques. *Ecosistemas*, Vol 13 (1), 67-77. recuperado de <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=166>
- López, C (2001). Evaluación a la reforestación en Bacadillas con caoba (*Swimania macrophylla*) en el Ejido Tres Garantías, Quintana Roo. Tesis de licenciatura. Di Ci Fo. UACH. Chapingo México.
- López, L., Ramírez, Y., y Zamora, Y. (2012). Evaluación de la diversidad florística en cuatro bosques de la zona amortiguadora del parque nacional natural los nevados. Boletín científico centro de museos museo de historia natural. ISSN, 0123-3068.
- López, G., Pinilla S. y Lago. (2001). Utilización de Landsat-MSS para la cartografía de cultivos bajo plástico: Estudio de la fiabilidad de la clasificación. Teledetección, Medio Ambiente y Cambio Global, pp: 65- 69. Lérida, España
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2012). *Línea Base de Deforestación del Ecuador Continente*. Recuperado el 28 de Junio de 2018, en: [http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/Folleto %20mapa-parte1.pdf](http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/Folleto%20mapa-parte1.pdf)
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2015). *Folleto de Estadísticas de Patrimonio Natural, Ecuador Continente*. Recuperado el 28 de Junio de 2018, en: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/346525/ESTADISTICAS+DE+PATRIMONIO+FINAL.pdf/b36fa0a7-0a63-4484-ab3e-e5c3732c284b>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP. (2015). Proyecto SIG Tierras.
- Ministerio de Obras Públicas (MOP). (19 de Diciembre de 2007). *Plan Maestro de Viabilidad*. Obtenido de [https://web.archive.org/web/20071219161656/http://www.iirsa.org/BancoMedios/Documentos %20PDF/Presentacion %20III %20Andino %20Ecuador.pdf](https://web.archive.org/web/20071219161656/http://www.iirsa.org/BancoMedios/Documentos%20PDF/Presentacion%20III%20Andino%20Ecuador.pdf)

- Mittermeier, R., et al. (2005). Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most threatened terrestrial ecoregions. Conservation International. Washington.
- Morocho, M. (2019). Efectos del cambio de uso del suelo y su proyección futura en la erosión hídrica en los cantones Zapotillo y Pindal, provincia de Loja (Bachelor's thesis, Loja).
- Morejón, G. (15 de Marzo de 2012). *Breve historia de la minería en el Ecuador y sus implicaciones ambientales*. . Obtenido de Ambiente Ecuador.: <http://biobanco.blogspot.com/2012/03/breve-historia-de-la-mineria-en-el.html> OTROS.
- Muñoz, J., Erazo, S., y Armijos, D. (2017). Composición florística y estructura del bosque seco de la quinta experimental “El Chilco” en el suroccidente del Ecuador. *Cedamaz*, 4(1).
- Neffa, J., Biafore, E., Cardelli y Gioia, S. (2005). Las principales reformas de la relación salarial operadas durante el período 1989-2001 con impactos directos o indirectos sobre el empleo. *Materiales de investigación*, vol(Nº), 12-23. recuperado de <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Argentina/ceil-conicet/20110409044222/47443877d01.pdf>
- Parroquia Casanga. (2015-2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Casanga*. Loja, Ecuador.
- Páez, B, Ruiz L y Berlanga R. (2000). Evaluación de cambios de paisaje del sistema estuarino de San Blas, Nayarit y su área adyacente a la desembocadura del río Santiago con aplicación de percepción remota. *Boletín CIAD* (9): 5–6.
- Primack, R. (1998). *Essentials of conservation biology*. 2ed. Sinaeur. 659p.
- Primack, R., Rozzi, F. Massardo, P. y Feinsinger. (2001). Destrucción y Degradación del Hábitat. En *Fundamentos de Conservación Biológica, Perspectivas Latinoamericanas*. Primera edición, Fondo de Cultura Económica, México
- Rodríguez, G., Banda, K., Reyes, P., y González, A. (2012). Biota Colombiana- Bpsque seco Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano. *Biota Colombiana*, 13(2).

- Romero, H. y Vásquez, A. (2005). La comodificación de los territorios urbanizables y la degradación ambiental en Santiago de Chile. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 194 (68). numero de paginas pp-pp
- Salvador, M. (2001):"Análisis de conglomerados o cluster", [en línea] 5campus.org, Estadística. [Fecha de consulta: 11 de junio de 2019] Disponible en: <http://www.5campus.org/leccion/cluster>.
- Sandoval, F. (2001). La pequeña minería en el Ecuador. En IIED and WBCSD (Ed.), *Mining, Minerals and Sustainable Development (MMSD)*, (pp.30-75). ciudad, pais: editorial
- Sarmiento, F. (2000). *Diccionario de ecología: Paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Quito, Ecuador: editorial. recuperado de [https://books.google.com.ec/books/about/Diccionario\\_de\\_ecolog](https://books.google.com.ec/books/about/Diccionario_de_ecolog) %C3 %ADa.html?id=vt1BF53n3woCyredir\_esc=y
- Veliz, F. (2015). Análisis multi-temporal del cambio de uso del suelo en el cantón Zapotillo, provincia de Loja (Bachelor's thesis, Loja: Universidad Nacional de Loja). Disponible en [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11321/1/Tesis\\_An](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11321/1/Tesis_An) %c3 %a1lisis\_Multitemporal\_CUS-Z\_Fredy\_Veliz\_R\_04.02.2015.pdf
- WRI. (2002). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Banco Interamericano de Desarrollo. *Recursos Mundiales. Ecoespaña*, 407 vol(Nº). x-x. recuperado de [https://books.google.com.ec/books?id=a9t00isNUYICyprintsec=copyrighyredir\\_e sc=y#v=onepageyqyf=false](https://books.google.com.ec/books?id=a9t00isNUYICyprintsec=copyrighyredir_e sc=y#v=onepageyqyf=false)
- Yaguana, A. y Lozano, D. (2009). *Composición florística, estructura y endemismo del bosque nublado de las reservas naturales: Tapichalaca y Numbala, Cantón Palanda, Provincia de Zamora Chinchip* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. recuperado de <https://www.uea.edu.ec/wp-content/uploads/2018/07/diversidad-floristica-bosque-nublado-revista-cientifica-articulo-5-vol-1-N-3.pdf>

## 9. ANEXOS

Anexo 1. Parámetros estructurales de las especies registradas en la zona de afección al tramo que conduce al centro poblado Casanga.

Familia	Nombre científico	Nombre común	# ind / ha	DR (%)	FR (%)	IVI %	HC
FABACEAE	<i>Acacia macracantha</i> Humb. y Bonpl. ex Willd.	Faique	29	16,48	7,41	11,94	Árbol
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	Borrachera	18	10,23	3,70	6,97	Arbusto
CACTACEAE	<i>Opuntia quitensis</i> F.A.C. Weber	Tunilla	16	9,09	7,41	8,25	Arbusto
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha curcas</i> L.	Piñón	15	8,52	7,41	7,97	Arbusto
VERBENACEAE	<i>Lantana rugulosa</i> Kunth	Lantana	13	7,39	3,70	5,55	Arbusto
ASTERACEAE	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Ramírez	13	7,39	3,70	5,55	Arbusto
BORAGINACEAE	<i>Cordia globosa</i> (Jacq.) Kunth	-	12	6,82	3,70	5,26	Arbusto
LAMIACEAE	<i>Stachys elliptica</i> Kunth	-	11	6,25	3,70	4,98	Arbusto
BIGNONACEAE	<i>Tecoma castaneifolia</i> (D. Don) Melch.	Moyuyo	8	4,55	7,41	5,98	Arbusto
FABACEAE	<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby y J.W. Grimes	Angolo	7	3,98	3,70	3,84	Árbol
ASTERACEAE	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	-	6	3,41	3,70	3,56	Arbusto
ASTERACEAE	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	Laritaco	5	2,84	3,70	3,27	Arbusto
FABACEAE	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Algarrobo	4	2,27	3,70	2,99	Árbol
APOCYNACEAE	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.	Jacapa	4	2,27	3,70	2,99	Arbusto
ASTERACEAE	<i>Baccharis</i> L.	-	3	1,70	3,70	2,70	Arbusto
NYCTAGINACEAE	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	Papelillo	2	1,14	3,70	2,42	Arbusto
MALVACEA	<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh.	Ceibo	2	1,14	3,70	2,42	Árbol
FABACEAE	<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. y Arn.) Burkart	Almendro	2	1,14	3,70	2,42	Árbol
FABACEAE	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin y Barneby	Sena	2	1,14	3,70	2,42	Árbol
ERITHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum glaucum</i> O.E. Schulz	-	1	0,57	3,70	2,14	Árbol
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucaena	1	0,57	3,70	2,14	Arbusto
SALICACEAE	<i>Salacia</i> sp.	Salacia	1	0,57	3,70	2,14	Árbol
CACTACEAE	<i>Vasconcellea parviflora</i> A. DC.	-	1	0,57	3,70	2,14	Árbol
Total			176	100,0	100,0	100,0	



Anexo 2. Cálculo del índice de Diversidad de Shannon de individuos registrados en la zona de afección del tramo que conduce al centro poblado Casanga.

Familia	Especie	# ind / ha	Pi=n/N	Ln.Pi	Pi*LnPi
FABACEAE	<i>Acacia macracantha</i> Humb. y Bonpl. ex Willd.	29	0,165	-1,803	0,297
FABACEAE	<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby y J.W. Grimes	7	0,040	-3,225	0,128
ASTERACEAE	<i>Baccharis</i> L.	3	0,017	-4,072	0,069
NYCTAGINACEAE	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd.	2	0,011	-4,477	0,051
MALVACEA	<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh.	2	0,011	-4,477	0,051
BORAGINACEAE	<i>Cordia globosa</i> (Jacq.) Kunth	12	0,068	-2,686	0,183
ASTERACEAE	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	6	0,034	-3,379	0,115
ERITHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum glaucum</i> O.E. Schulz	1	0,006	-5,170	0,029
FABACEAE	<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. y Arn.) Burkart	2	0,011	-4,477	0,051
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	18	0,102	-2,280	0,233
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha curcas</i> L.	15	0,085	-2,462	0,210
VERBENACEAE	<i>Lantana rugulosa</i> Kunth	13	0,074	-2,606	0,192
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	1	0,006	-5,170	0,029
CACTACEAE	<i>Opuntia quitensis</i> F.A.C. Weber	16	0,091	-2,398	0,218
ASTERACEAE	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	13	0,074	-2,606	0,192
FABACEAE	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	4	0,023	-3,784	0,086
SALACACEAE	<i>Salacia</i> sp.	1	0,006	-5,170	0,029
FABACEAE	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin y Barneby	2	0,011	-4,477	0,051
LAMIACEAE	<i>Stachys elliptica</i> Kunth	11	0,063	-2,773	0,173
BIGNONACEAE	<i>Tecoma castaneifolia</i> (D. Don) Melch.	8	0,045	-3,091	0,141
APOCYNACEAE	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum.	4	0,023	-3,784	0,086
CACTACEAE	<i>Vasconcellea parviflora</i> A. DC.	1	0,006	-5,170	0,029
ASTERACEAE	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	5	0,028	-3,561	0,101
<b>Total</b>		176	1		2,75

Anexo 3. Parámetros estructurales de las especies registradas en la zona referencial del tramo que conduce al centro poblado Casanga.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	# ind / ha	DR (%)	FR (%)	IVI %
FABACEAE	<i>Acacia macracantha</i> Humb. y Bonpl. ex Willd.	faique	28	12,23	5,9	18,11
FABACEAE	<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby y J.W. Grimes	Angolo	4	1,75	2,0	3,71
ARACEAE	<i>Alocasia odora</i> (Roxb.) K. Koch	Oreja de elefante	13	5,68	3,9	9,60
MIMOSACEAE	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	wilco	3	1,31	2,0	3,27
ASTERACEAE	<i>Baccharis trinervis</i> Pers.	chilca	4	1,75	2,0	3,71
CAESALPINIACEAE	<i>Capparis scabrida</i> Kunth	Sapote de perro	3	1,31	2,0	3,27
BOMBACACEAE	<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh.	Ceibo	4	1,75	2,0	3,71
SOLANACEAE	<i>Cestrum auriculatum</i> L'Hér.	sauco	4	1,75	2,0	3,71
CAPPARACEAE	<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Seem.	sapote de perro	4	1,75	2,0	3,71
EUPHORBIACEAE	<i>Croton sp</i>	moshquera	9	3,93	3,9	7,85
EUPHORBIACEAE	<i>Croton wagneri</i> Müll. Arg.	moshquera	7	3,06	2,0	5,02
MORACEAE	<i>Ficus cuatrecasiana</i> Dugand	higuerón	7	3,06	3,9	6,98
MORACEAE	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	mata palo	4	1,75	2,0	3,71
MORACEAE	<i>ficus sp</i>	higuerón	2	0,87	2,0	2,83
MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	guasimo	7	3,06	3,9	6,98
LAMIACEAE	<i>Hyptis sidifolia</i> (L'Hér.) Briq.	poleo	3	1,31	2,0	3,27
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	borrachera	9	3,93	3,9	7,85
AMARANTHACEAE	<i>Iresine diffusa</i> Humb. y Bonpl. ex Willd.	velo de novia	7	3,06	2,0	5,02
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha curcas</i> L.	piñón	14	6,11	5,9	12,00
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucaena	2	0,87	2,0	2,83
MALVACEAE	<i>Malachra sp.</i>	cosa- cosa	2	0,87	2,0	2,83
SOLANACEAE	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	tonga-tonga	28	12,23	7,8	20,07
CACTACEAE	<i>Opuntia ficus-indica</i> Haw.	Tuna	2	0,87	2,0	2,83
CACTACEAE	<i>Opuntia quitensis</i> F.A.C. Weber	Tunilla	5	2,18	2,0	4,14
PIPERACEAE	<i>Piper aduncum</i> L.	Matico	5	2,18	2,0	4,14
MIMOSACEAE	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	algarrobo	3	1,31	2,0	3,27
MYRTACEAE	<i>Psidium guineense</i> Sw.	guabilla	2	0,87	2,0	2,83
SAPINDACEAE	<i>Sapindus saponaria</i> L.	chereco	7	3,06	2,0	5,02
CAESALPINIACEAE	<i>Senna mollissima</i> var. <i>glabrata</i> (Benth.) H.S. Irwin y Barneby	vainillo	2	0,87	2,0	2,83
CAESALPINIACEAE	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin y Barneby	vainillo	9	3,93	3,9	7,85
MALVACEAE	<i>Sida glomerata</i> Cav.	-----	1	0,44	2,0	2,40
SOLANACEAE	<i>Solanum smithii</i> S. Knapp	mata perro	4	1,75	2,0	3,71
TILIACEAE	<i>Triumfetta althaeoides</i> Lam.	--	2	0,87	2,0	2,83
ASTERACEAE	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	laritaco	16	6,99	7,8	14,83
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum culantrilo</i> Kunth	uña de gato	3	1,31	2,0	3,27
<b>Total</b>			<b>229</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

Anexo 4. Cálculo del índice de Diversidad de Shannon de individuos registrados en la zona referencial del tramo que conduce al centro poblado Casanga.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	# ind / ha	Pi=n/ N	Ln.P i	Pi*LnP i
FABACEAE	<i>Acacia macracantha</i> Humb. y Bonpl. ex Willd.	28	0,12	-2,10	0,26
FABACEAE	<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby y J.W. Grimes	4	0,02	-4,05	0,07
ARACEAE	<i>Alocasia odora</i> (Roxb.) K. Koch	13	0,06	-2,87	0,16
MIMOSACEAE	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	3	0,01	-4,34	0,06
ASTERACEAE	<i>Baccharis trinervis</i> Pers.	4	0,02	-4,05	0,07
CAESALPINIACEAE	<i>Capparis scabrida</i> Kunth	3	0,01	-4,34	0,06
BOMBACACEAE	<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh.	4	0,02	-4,05	0,07
SOLANACEAE	<i>Cestrum auriculatum</i> L'Hér.	4	0,02	-4,05	0,07
CAPPARACEAE	<i>Colicodendron scabridum</i> (Kunth) Seem.	4	0,02	-4,05	0,07
EUPHORBIACEAE	<i>Croton sp</i>	9	0,04	-3,24	0,13
EUPHORBIACEAE	<i>Croton wagneri</i> Müll. Arg.	7	0,03	-3,49	0,11
MORACEAE	<i>Ficus cuatrecasasiana</i> Dugand	7	0,03	-3,49	0,11
MORACEAE	<i>Ficus obtusifolia</i> Kunth	4	0,02	-4,05	0,07
MORACEAE	<i>ficus sp</i>	2	0,01	-4,74	0,04
MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	7	0,03	-3,49	0,11
LAMIACEAE	<i>Hyptis sidifolia</i> (L'Hér.) Briq.	3	0,01	-4,34	0,06
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	9	0,04	-3,24	0,13
AMARANTHACEAE	<i>Iresine diffusa</i> Humb. y Bonpl. ex Willd.	7	0,03	-3,49	0,11
EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha curcas</i> L.	14	0,06	-2,79	0,17
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	2	0,01	-4,74	0,04
MALVACEAE	<i>Malachra sp.</i>	2	0,01	-4,74	0,04
SOLANACEAE	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	28	0,12	-2,10	0,26
CACTACEAE	<i>Opuntia ficus-indica</i> Haw.	2	0,01	-4,74	0,04
CACTACEAE	<i>Opuntia quitensis</i> F.A.C. Weber	5	0,02	-3,82	0,08
PIPERACEAE	<i>Piper aduncum</i> L.	5	0,02	-3,82	0,08
MIMOSACEAE	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	3	0,01	-4,34	0,06
MYRTACEAE	<i>Psidium guineense</i> Sw.	2	0,01	-4,74	0,04
SAPINDACEAE	<i>Sapindus saponaria</i> L.	7	0,03	-3,49	0,11
CAESALPINIACEAE	<i>Senna mollissima</i> var. <i>glabrata</i> (Benth.) H.S. Irwin y Barneby	2	0,01	-4,74	0,04
CAESALPINIACEAE	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin y Barneby	9	0,04	-3,24	0,13
MALVACEAE	<i>Sida glomerata</i> Cav.	1	0,00	-5,43	0,02
SOLANACEAE	<i>Solanum smithii</i> S. Knapp	4	0,02	-4,05	0,07
TILIACEAE	<i>Triumfetta althaeoides</i> Lam.	2	0,01	-4,74	0,04
ASTERACEAE	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	16	0,07	-2,66	0,19

RUTACEAE	<i>Zanthoxylum culantrilo</i> Kunth	3	0,01	-4,34	0,06
	<b>Total general</b>	<b>229</b>	<b>1</b>		<b>3,21</b>

Anexo 5. Registro florístico del resultado de los bancos de semilla referente al área de estudio (Zona referencia ZR y de afección ZA) del tramo que conduce al centro poblado Casanga.

Familia	Nombre científico	Número de individuos	
		ZR	ZA
AMARANTHACEAE	<i>Achyranthes aspera</i> L.	6	0
ASCLEPIADACEAE	<i>Asclepias curassavica</i> Griseb.	0	8
ASTERACEAE	<i>Acmella alba</i> (L'Hér.) R.K. Jansen	0	6
ASTERACEAE	<i>Baccharis trinervis</i> Pers.	9	0
ASTERACEAE	<i>Bidens pilosa</i> L.	5	0
ASTERACEAE	<i>Jungia paniculata</i> (DC.) A. Gray	6	0
ASTERACEAE	<i>Ophryosporus peruvianus</i> (J.F. Gmel.) R.M. King y H. Rob.	15	0
ASTERACEAE	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	0	7
ASTERACEAE	<i>Stevia cathartica</i> Poepp.	10	0
ASTERACEAE	<i>Vernonanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	5	0
BORAGINACEAE	<i>Heliotropium rufipilum</i> (Benth.) I.M. Johnst.	0	8
CAPPARACEAE	<i>Cynophalla heterophylla</i> (Ruiz y Pav. ex DC.) Iltis y Cornejo	11	0
COMBRETACEAE	<i>Terminalia valverdeae</i> A.H. Gentry	4	0
CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq.	0	9
EUPHORBIACEAE	<i>Croton wagneri</i> Müll. Arg.	0	4
FABACEAE	<i>Acacia macracantha</i> Humb. y Bonpl. ex Willd.	5	7
FABACEAE	<i>Teramnus uncinatus</i> (L.) Sw.	17	0
HYDROPHYLLACEAE	<i>Wigandia crispa</i> (Tafalla ex Ruiz y Pav.) Kunth	0	13
MALVACEAE	<i>Sida glomerata</i> Cav.	0	18
MALVACEAE	<i>Sida rhombifolia</i> L.	3	11
MORACEAE	<i>Ficus</i> sp.	8	1
PIPERACEAE	<i>Piper aduncum</i> L.	14	0
PORTULACACEAE	<i>Portulaca oleracea</i> L.	4	11
PTERIDACEAE	<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl	9	0
RUBIACEAE	<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyerm.	2	0
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum culantrilo</i> Kunth	10	1
SOLANACEAE	<i>Cestrum auriculatum</i> L'Hér.	7	0
SOLANACEAE	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	7	5

SOLANACEAE	<i>Physalis</i> sp.	5	12
SOLANACEAE	<i>Solanum smithii</i> S. Knapp	4	0
SOLANACEAE	<i>Solanum pimpinellifolium</i> L.	7	0
THEOPHRASTACEAE	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	1	0
THEOPHRASTACEAE	<i>Clavija eggersiana</i> Mez	7	0
TILIACEAE	<i>Triumfetta althaeoides</i> Lam.	5	10
<b>Total</b>		<b>186</b>	<b>131</b>

Anexo 6. Vista panorámica de las zonas de estudio donde se desarrolló la investigación.



Anexo 7. Identificación de especies en el Herbario “Reinaldo Espinosa” de la UNL.



Anexo 8. Prueba T para muestras Independientes.

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n(1)	n(2)	Media(1)	Media(2)	Media(1) -Media(2)	LI(95)	LS(95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
ZONAS	IND	{ZA}	{ZR}	11	11	12,27	16,64	-4,36	-10,40	1,67	0,7480	-1,51	0,1471	Bilateral
ZONAS	RIQUEZA	{ZA}	{ZR}	11	11	6,91	9,7	2,82	-5,02	-0,61	0,3387	-2,66	0,0149	Bilaterral