



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE LOJA**

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

**DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ESPECIES FORESTALES  
NATIVAS, SEGÚN SUS REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS, EN  
EL CANTÓN EL PANGUI, PROVINCIA DE ZAMORA  
CHINCHIPE, ECUADOR**

TESIS DE GRADO PREVIO A  
LA OBTENCIÓN DE TÍTULO  
DE INGENIERO FORESTAL

**AUTOR:**

Gabriela Maytte Ordoñez Ordoñez

**DIRECTOR:**

Oscar Rodrigo Ordoñez Gutiérrez, *M. Sc.*

Loja – Ecuador

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**

**CERTIFICACIÓN**

Ing. Oscar Rodrigo Ordóñez Gutiérrez Mg.Sc.,

**DIRECTOR DE TESIS**

En calidad de director de la tesis titulada **“DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS, SEGÚN SUS REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS, EN EL CANTÓN EL PANGUI, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE, ECUADOR”**, de autoría de la señorita **GABRIELA MAYTTE ORDOÑEZ ORDOÑEZ** con cédula de identidad N° 1105675944 egresada de la Carrera de Ingeniería Forestal ha sido dirigida, revisada y desarrollada dentro del cronograma aprobado, por tal razón autorizo su presentación y publicación.

Loja, 13 de noviembre del 2019

Atentamente,



.....  
Ing. Oscar Rodrigo Ordóñez Gutiérrez. Mg, Sc  
**DIRECTOR DE LA TESIS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**

Ing. Oscar Lenin Juela Sivisaca Mg.Sc.,

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS**

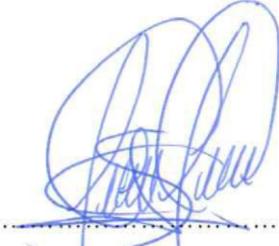
**CERTIFICA:**

En calidad de Presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada **“DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS, SEGÚN SUS REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS, EN EL CANTÓN EL PANGUI, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE, ECUADOR”**, de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería Forestal **Gabriela Maytte Ordoñez Ordoñez**, con cédula de identidad N° 1105675944, se informa que ha sido revisada e incorporada todas las observaciones realizadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación.

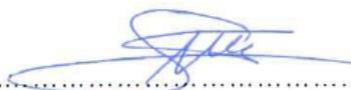
Por lo tanto autorizo la versión final de la tesis y la entrega oficial para su sustentación pública.

Loja, 13 de noviembre del 2019

Atentamente,

  
.....  
Ing. Oscar Lenin Juela Sivisaca Mg.Sc.,

**PRESIDENTE**

  
.....  
Ing. Darío Alfredo Veintimilla Ramos Ph.D.,

**VOCAL**

  
.....  
Ing. Vanessa Alexandra Granda Moser Mg.Sc.,

**VOCAL**

## AUTORÍA

Yo, Gabriela Maytte Ordoñez Ordoñez, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Autora: Gabriela Maytte Ordoñez Ordoñez

Firma: ..........

Cédula: 1105675944

Fecha: 13 de noviembre del 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, Gabriela Maytte Ordoñez Ordoñez, declaro ser autora, de la tesis titulada **“DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS, SEGÚN SUS REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS, EN EL CANTÓN EL PANGUI, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE, ECUADOR”**, 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 trece días del mes de noviembre del dos mil diecinueve, firma la autora.

Firma: 

Autora: Gabriela Maytte Ordoñez Ordoñez

Número de cédula: 1105675944

Dirección: Loja, Esteban Godoy

Correo electrónico: [maytteord@gmail.com](mailto:maytteord@gmail.com)

Celular: 0959652102

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

Director de Tesis: Ing. Oscar Rodrigo Ordoñez Gutierrez. Mg, Sc.

Tribunal de grado: Ing. Oscar Lenin Juela Sivisaca Mg. Sc.

Presidenta

Ing. Darío Alfredo Veintimilla Ramos, Ph. D.

Vocal

Ing. Vanessa Alexandra Granda Moser Mg. Sc.

Vocal

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar quiero agradecer a Dios por bendecirme y guiarme a lo largo de mi formación profesional y darme fortaleza en los momentos difíciles. A mi madre Mirian Ordóñez por ser el principal motor de mis sueños, por confiar y creer en mí y haberme dado valiosísimos consejos.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal, por haber compartido sus conocimientos en toda la trayectoria estudiantil, en especial al Ingeniero Oscar Ordóñez tutor del proyecto de investigación, quien ha sabido guiarme con su paciencia y rectitud como docente.

Agradezco de igual manera, al tribunal de grado integrado por el Ing. Oscar Juela, Ing. Darío Veintimilla, Ing. Vanessa Granda, por las sugerencias impartidas que me permitieron enriquecer mi trabajo.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a Dios por haberme permitido alcanzar esta meta, a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de la vida, en especial a mi madre y a mi hijo Dylan, que me motivan a ser mejor persona y seguir preparándome día con día. A mi esposo Pablo Pesantez por estar siempre conmigo alentándome en todo momento y a todas las personas que me acompañaron en esta etapa, aportando con su cariño y consejos.

## TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pag
<b>CERTIFICACIÓN.....</b>	<b>ii</b>
<b>APROBACIÓN.....</b>	<b>iii</b>
<b>AUTORÍA.....</b>	<b>iv</b>
<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN.....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>vi</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xviii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1. Ecosistemas Forestales .....	4
2.1.1. Ecosistemas del bosque húmedo Tropical del Ecuador.....	4
2.1.2. Importancia de los bosques húmedos del sur del Ecuador .....	5
2.1.3. Tipos de ecosistemas del bosque húmedo del cantón El Pangui. ....	6
2.2. Especies de fauna representativas del cantón El Pangui .....	8
2.3. Actividades económicas de los pobladores del cantón El Pangui. ....	10
2.4. Recursos Forestales y Especies con potencial de Aprovechamiento en el Cantón El Pangui .....	10
2.4.1. Descripción de la especie <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Seique).....	11
2.4.2. Descripción de la especie <i>Terminalia amazonia</i> (Yumbingue).....	11

2.4.3.	Descripción de la especie <i>Clarisia racemosa</i> (Pituca).	12
2.5.	Requerimientos Ecológicos de las Especies Forestales	13
2.6.	Variables Ecológicas Relacionadas con el Potencial Forestal en los Bosques Húmedos del Cantón El Pangui	14
2.6.1.	Litología	14
2.6.2.	Suelos	14
2.6.3.	Clima	15
2.6.4.	Hidrografía	16
2.7.	Perfiles Ecológicos	16
2.8.	Sistemas de Información Geográfica (SIG)	17
2.9.	Zonificación Forestal	18
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>19</b>
3.1.	Área de Estudio	19
3.2.	Selección de especies forestales y registros de información Georreferenciada	20
3.3.	Metodología para elaboración de mapas de distribución de parcelas	20
3.3.1.	Mapa de distribución de parcelas dentro del área de estudio en relación con la altitud	21
3.3.2.	Mapas de distribución de parcelas por rango altitudinal con relación a cada uno de los factores ecológicos	22
3.3.3.	Cálculo de los Perfiles Ecológicos de tres especies forestales en el cantón El Pangui.	23

3.3.4.	Proceso metodológico de comparación de resultados mediante Software Estadístico “R” .....	29
3.4.	Elaboración de mapas de distribución de las especies seleccionadas.....	30
3.4.1.	Elaboración del mapa de Zonificación Silvícola .....	32
3.5.	Metodología para la Difusión de Resultados.....	32
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
4.1.	Mapa de ubicación de Parcelas en el área Estudio en Relación con la Altitud. ....	33
4.1.1.	Distribución de parcelas por rango altitudinal y su relación con la litología. ....	34
4.1.2.	Distribución de parcelas por rango altitudinal y su relación con los Suelos: textura	35
4.1.3.	Distribución de parcelas por rango altitudinal y su relación con la temperatura media anual.....	36
4.1.4.	Distribución de parcelas por rango altitudinal y su relación con la precipitación media anual.....	37
4.1.5.	Perfiles Ecológicos de las Especies Seleccionadas .....	38
4.1.6.	Comparación de Resultados con “R” .....	41
4.2.	Mapas de Distribución de las Especies en Base a los Perfiles Ecológicos.....	42
4.2.1.	Mapa de Zonificación Silvícola.....	47
4.3.	Difusión de Resultados .....	49
<b>5.</b>	<b>DISCUSION .....</b>	<b>51</b>
5.1.	Exigencias Ecológicas de las tres Especies Forestales Nativas en el Cantón El Pangui, Provincia de Zamora Chinchipe. ....	51
5.2.	Distribución de las Especies Forestales Nativas y Zonificación Silvícola .....	52

<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>56</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>57</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	Pag
Cuadro 1. <i>Mamíferos más representativos del cantó El Panguí</i> .....	9
Cuadro 2. <i>Aves más representativas del cantón El Panguí</i> .....	9
Cuadro 3. <i>Peces representativos del cantón El Panguí</i> .....	9
Cuadro 4. <i>Herpetofauna representativa del cantón El Panguí</i> .....	10
Cuadro 5. <i>Esquema de los perfiles ecológicos de una especie (E) y por factor ecológico (L)</i>	24
Cuadro 6. <i>Matriz del cálculo de los perfiles ecológicos</i> .....	26
Cuadro 7. <i>Matriz para el cálculo de los Perfiles Ecológicos de Conjunto</i> .....	26
Cuadro 8. <i>Matriz para el cálculo de las FAP y FAA</i> .....	27
Cuadro 9. <i>Matriz para el cálculo de las FRP</i> .....	27

## ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	Pag
Tabla 1. <i>Clases o intervalos de altitud</i> .....	22
Tabla 2. <i>Clases establecidas para cada factor ecológico</i> .....	22
Tabla 3. <i>Matriz para el cálculo de las FCP</i> .....	28
Tabla 4. <i>Matriz de perfiles ecológicos con relación a la altitud, de las especies en estudio</i> ..	38
Tabla 5. <i>Matriz de Frecuencias absolutas de presencia de Clarisia racemosa en relación con el factor temperatura</i> .....	42
Tabla 6. <i>Datos de <math>X^2</math> para Clarisia racemosa en relación con el factor temperatura</i> .....	42
Tabla 7. <i>Preferencias ecológicos de las tres especies forestales nativas obtenidos a través de los perfiles ecológicos en el Cantón El Pangui</i> .....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pag
<i>Figura 1.</i> Mapa de ecosistemas del cantón El Pangui .....	6
<i>Figura 2.</i> Ejemplar de <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke .....	11
<i>Figura 3.</i> Ejemplar de <i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel) Exell.....	11
<i>Figura 4.</i> Ejemplar de <i>Clarisia racemosa</i> (Pituca).....	12
<i>Figura 5.</i> División política- administrativa del cantón El Pangui .....	19
<i>Figura 6.</i> Esquema para elaboración de mapas de distribución de parcelas .....	21
<i>Figura 7.</i> Esquema del cálculo de los perfiles ecológicos.....	25
<i>Figura 8.</i> Esquema para el cálculo de ji cuadrado en el software estadístico R.....	30
<i>Figura 9.</i> Esquema de elaboración de mapas de distribución de especies y Zonificación Silvícola .....	31
<i>Figura 10.</i> Mapa de distribución de parcelas por rangos altitudinales del área de estudio ....	33
<i>Figura 11.</i> Mapa de distribución de parcelas por rangos altitudinales y su relación con la Litología en el área de estudio .....	34
<i>Figura 12.</i> Mapa de distribución de parcelas por rangos altitudinales y su relación con los suelos: textura, presentes en el área de estudio.....	35
<i>Figura 13.</i> Mapa de distribución de parcelas por rangos altitudinales y su relación con la temperatura media anual. ....	36
<i>Figura 14.</i> Mapa de distribución de parcelas por rangos altitudinales y su relación con la precipitación media anual. ....	37
<i>Figura 15.</i> Representación gráfica de los valores de las FRP Y FCP del factor altitud (clase I) para las especies en estudio.....	40
<i>Figura 16.</i> Mapa de distribución de <i>Cedrelinga cateniformis</i> , en el Cantón El Pangui, Provincia de Zamora Chinchipe.....	44

<i>Figura 17.</i> Mapa de distribución de <i>Terminalia amazonia</i> , en el Cantón El Pangui, Provincia de Zamora Chinchipe. ....	45
<i>Figura 18.</i> Mapa de distribución de <i>Clarisia racemosa</i> , en el Cantón El Pangui, Provincia de Zamora Chinchipe.....	46
<i>Figura 19.</i> Mapa de zonificación silvícola de las tres especies forestales nativas en el cantón El Pangui.....	48
<i>Figura 20.</i> Registro fotográfico de la difusión de Resultados.....	49
<i>Figura 21.</i> Poster de la difusión de Resultados de la investigación.....	50
<i>Figura 22.</i> Registro Fotográfico de la difusión de resultados en el área de influencia. ....	50

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pag</b>
Anexo 1. Registros georreferenciados de las tres especies forestales nativas del cantón El Panguí.....	64
Anexo 2. Datos generales de ubicación de parcelas y especies por cada factor ecológico distribuidas por rangos altitudinales.....	68
Anexo 3. Perfiles ecológicos para tres especies forestales nativas, en relación con el factor Litología en el cantón El Panguí, Provincia de Zamora Chinchipe. ....	71
Anexo 4. Perfiles ecológicos para tres especies forestales nativas, en relación con el factor suelo: taxonomía en el cantón El Panguí, Provincia de Zamora Chinchipe.....	71
Anexo 5. Perfiles ecológicos para tres especies forestales nativas, en relación con el factor temperatura en el cantón El Panguí, Provincia de Zamora Chinchipe. ....	72
Anexo 6. Perfiles ecológicos para tres especies forestales nativas, en relación con el factor precipitación en el cantón El Panguí, Provincia de Zamora Chinchipe. ....	73
Anexo 7. Registro fotográfico del levantamiento de información de puntos georreferenciados de las especies forestales nativas.....	73
Anexo 8. Fotografías de las especies seleccionadas en el cantón El Panguí. ....	74
Anexo 9. Registro de asistencia en la difusión de resultados en el área de influencia. ....	75

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ESPECIES FORESTALES  
NATIVAS, SEGÚN SUS REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS, EN  
EL CANTÓN EL PANGUI, PROVINCIA DE ZAMORA  
CHINCHIPE, ECUADOR

## RESUMEN

Los bosques húmedos tropicales del cantón El Pangui poseen una gran diversidad biológica, conocidos como el hogar de millones de especies de flora y fauna; sin embargo, estos ecosistemas enfrentan altas tasas de deforestación a causa del manejo inadecuado de los recursos naturales y las pocas alternativas para un manejo sostenible que permitan reducir los impactos causados al ambiente. Frente a esta problemática se desarrolló la siguiente investigación con el fin de identificar áreas potenciales para la distribución geográfica de *Cedrelinga cateniformis*, *Terminalia amazonia* y *Clarisia racemosa*, según sus requerimientos ecológicos y así aportar con información útil para una adecuada planificación y definición de áreas prioritarias para futuros planes de reforestación en los bosques del cantón. Para ello se levantó información georreferenciada de campo de la ubicación de cada individuo, donde a través del software ArcGis 10.3 fueron representados cartográficamente en parcelas de 40 000 m<sup>2</sup> y relacionados con los factores ecológicos (altitud, litología, suelos: textura, precipitación y temperatura media anual) para conocer su distribución dentro de los rangos establecidos de cada factor ecológico; con estos resultados y por medio del método estadístico de los perfiles ecológicos se determinó las exigencias ecológicas de cada una de las especies y se elaboró los mapas de distribución de las especies y el mapa de Zonificación Silvícola a escala 1: 25 000, donde se identificó 2 452 ha del territorio con potencial para la distribución y combinación de las tres especies seleccionadas.

**Palabras claves:** Perfiles ecológicos, Zonificación Silvícola

## ABSTRACT

The tropical rain forests of the El Pangui Municipality have a great biological diversity, known as the home of millions of species of flora and fauna. However, these ecosystems are facing high rates of deforestation due to inadequate management of natural resources as well as the few alternatives for sustainable development that allow reducing the impacts caused to the environment. Facing this problem, the following research was carried out in order to identify potential areas for the geographical distribution of *Cedrelinga cateniformis*, *Terminalia amazonia* and *Clarisia racemosa*, also their ecological requirements, and thus provide useful information for proper planning and definition of priority areas for future conservation and reforestation plans of the forests of El Pangui. To be achieved, was raised of georeferenced field information on the location of every the individuals, where, through the ArcGis 10.3 software, were represented cartographically in 40 000 m<sup>2</sup> plots and later related to the ecological factors (altitude, lithology, soil: texture, precipitation and average annual temperature) in order to know its distribution within the ranges established of each ecological factors. With these results and through the statistical method of the ecological profiles it was determining the ecological requirements of each of the species and it was elaborated the maps of distribution of the species and the map of Forest Zoning at a scale of 1: 25 000 where identified 2 452 ha., of the territory with potential for the distribution and combination of the three selected species.

**Keywords:** ecological profiles, silvicultural zoning.

## 1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es uno de los países más pequeños del Neotrópico, su singular topografía, su diversidad de zonas climáticas, y una extensa variedad de poblaciones de especies vegetales y animales, lo ubican en el puesto número 17 del listado de los países megadiversos del mundo, en los que su riqueza biológica se manifiesta en toda una gama de organismos, siendo así, que con menos del 10 % del total de la superficie terrestre logran hospedar el 75 % de todos los animales vertebrados y plantas del planeta, dando hogar aproximadamente a 219 mil especies (Ministerio del Ambiente, 2010).

En las últimas décadas esta riqueza biológica se ha visto alterada por la creciente demanda de recursos naturales y los diferentes cambios de uso del suelo, provocados por la deforestación y las diversas acciones productivas (explotación minera, agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal) para así satisfacer las necesidades básicas de una creciente población humana, que han ocasionado la destrucción y fragmentación de los bosques húmedos, convirtiéndose en un problema ambiental importante, debido a que un alto porcentaje de especies animales y plantas que habitan estos bosques no pueden sobrevivir a estos cambios (Mosquera, 2014).

Además la extracción selectiva de madera comercial es una de las causas de la pérdida de especies nativas de los bosques húmedos tropicales del Ecuador. Por ejemplo, de las áreas afectadas por la extracción de madera en el país, se estima que entre el 20 - 30 % se convierten en áreas agrícolas, lo cual conlleva a un elevado riesgo de extinción de las especies que habitan dichos bosques (Palacios y Jaramillo, 2016). Esta realidad es particularmente cierta para las especies maderables nativas de la zona amazónica, que tienen una alta demanda como: seique (*Cedrelinga cateniformis*), tamburo (*Vochysia sp.*), pituca (*Clarisia racemosa*) y cedro (*Cedrela odorata*), (Clavijo y Yáñez, 2017).

Con la finalidad de salvaguardar y recuperar el recurso forestal en los bosques húmedos tropicales, se ejecutan actividades de forestación y reforestación, las mismas que son llevadas a cabo sin ninguna información técnica sobre si las condiciones ecológicas presentes en un determinado lugar cumplen con los requerimientos que las especies necesitan para su óptimo desarrollo, corriéndose el riesgo de que no se logre efectuar los objetivos planteados (Sani, 2017).

La zonificación ecológica forestal determina las áreas con potencial para el desarrollo y distribución de las especies forestales de interés, regulando, administrando, coordinando y focalizando los recursos aprovechables en los programas de forestación, a través del conocimiento de un método que unifica cada uno de estos aspectos y de las características edáficas, climáticas y fisiográficas del sitio que requieren las especies para su establecimiento (Sani, 2017).

Por lo tanto, mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG), con información cartográfica a escala 1:25 000 y el método estadístico de perfiles ecológicos, se generó mapas de distribución de las tres especies en estudio y se los relacionó con los factores ecológicos (altitud, litología, textura del suelo, precipitación y temperatura media anual) teniendo como producto final el mapa de zonificación silvícola donde se identificaron las áreas potenciales que cuentan con las exigencias ecológicas que requieren cada una de estas especies para su distribución y desarrollo y así aportar con información útil para un adecuado manejo de los recursos forestales en futuros planes de reforestación en áreas degradadas del cantón.

### **Objetivo General**

Evaluar las exigencias ecológicas de especies forestales nativas en los bosques del cantón El Pangui (provincia de Zamora Chinchipe), para realizar un modelo de distribución en áreas deforestadas de la zona.

## **Objetivos Específicos**

- 1.** Identificar las exigencias ecológicas (suelo, precipitación, altitud, litología y temperatura), para la distribución geográfica de al menos dos especies forestales a partir de la aplicación de perfiles ecológicos y los sistemas de información geográfica (SIG).
- 2.** Desarrollar un mapa de zonificación silvícola a escala 1: 25 000 para las especies seleccionadas en el área de estudio para definir las combinaciones de las especies y las zonas aptas para su distribución.
- 3.** Difundir los resultados a los actores internos e interesados del área de influencia del proyecto.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Ecosistemas Forestales**

Los ecosistemas forestales son extensas superficies predominadas por numerosas especies de árboles y flora en general, que se encuentran interactuando con animales y microbios dentro del componente físico, como los suelos, clima, altitud, exposición, etc., representando el 25 % de la superficie terrestre del planeta (Ingeoexpert, 2018).

Hamish (2003), menciona que, los ecosistemas forestales comprenden tanto la integración de poblaciones como diversidad de paisajes, formando un mosaico de poblaciones que varían en edad, especies, función, estructura y composición, y que esta última varía según se presenten cambios en algún factor del medio físico donde se encuentren.

Los bosques tropicales son ecosistemas forestales que representan solo el 10 % (11 millones de km<sup>2</sup>) de la superficie terrestre, pero pese a esta pequeña extensión albergan dos tercios del total de especies del planeta y son capaces de capturar y procesar grandes cantidades de carbono, superando por seis veces la cantidad que se libera de las actividades humanas en el consumo de combustibles fósiles (Cayuela y Granzow, 2012).

Según Olson *et al.* (2001), los bosques tropicales y subtropicales incluyen cuatro biomas: el bosque húmedo, el bosque seco, el bosque de coníferas y el manglar. Siendo el bosque húmedo con mayor extensión territorial y diversidad, pues hospedan aproximadamente 20 000 especies de vertebrados terrestres y muchas más especies endémicas. El área de estudio está incluida en el ecosistema de bosque húmedo tropical, que se describe a continuación.

#### **2.1.1. Ecosistemas del bosque húmedo Tropical del Ecuador**

Aguirre y Maldonado (2004), menciona que en Ecuador, el bosque húmedo es un ecosistema conocido por su exuberancia y por poseer una de las mayores diversidades vegetales y animales en el mundo. Tal como lo describen estos autores, este bosque se caracteriza por lo siguiente:

(1) está ubicado entre los 00° 48' de latitud norte y 05° 05' de latitud sur; y entre 75° 10' y 79° 30' de longitud Oeste; (2) su longitud es de 654 km, en dirección norte-sur, y 370 km al este-oeste; (3) abarca las provincias Sucumbíos, Orellana, Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe; (4) su precipitación media anual se encuentra entre los 900 y 1 800 mm, y una temperatura promedio anual de 18 °C a 25 °C; (5) presenta menor proporción de árboles caducifolios en relación al bosque seco tropical; (6) el dosel está conformado por árboles altos (25 - 35 m), y los árboles emergentes gigantes superan los 50 m.

Para Begazo (2018), el bosque húmedo, se caracteriza por no presentar periodos de escasez de agua y por sus condiciones cálidas y húmedas durante todo el año. Conocido como el hogar de millones de especies, contando con la más alta biodiversidad de la tierra, pues se han encontrado más de 200 especies de árboles por hectárea. Por lo tanto su conservación es necesaria para asegurar la diversidad de especies de flora y fauna del mundo (MAE, 2013).

### **2.1.2. Importancia de los bosques húmedos del sur del Ecuador**

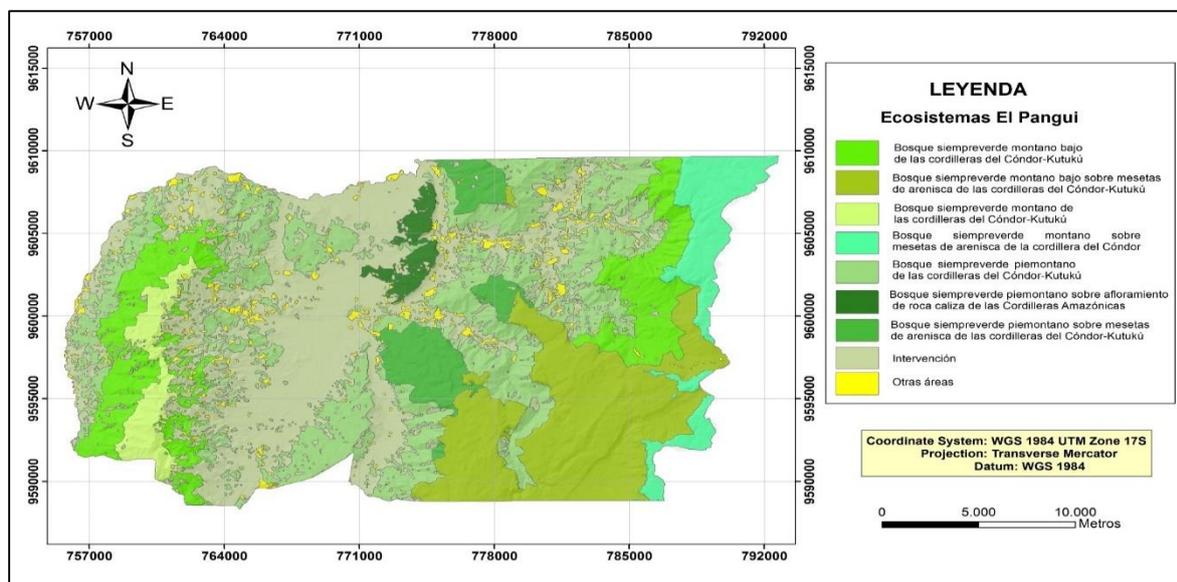
En la región sur del Ecuador estos bosques poseen gran diversidad de recursos florísticos, destacándose especies frutales, maderables, medicinales, ornamentales y palmeras; utilizados para medicina, forraje, alimento y más, por los pobladores que habitan cerca de dichos bosques (Aguirre y Maldonado, 2004). Estos recursos forman parte de la estructura y composición de los bosques, y como tal, cumplen funciones que generan servicios ecosistémicos como: captura y regulación de agua, captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, regulación del clima, y recursos escénicos (Apolo, 2010).

Acosta, (2008) menciona que, la importancia de estos bosques se centra en la capacidad de combatir el calentamiento global a través de la absorción de grandes cantidades de CO<sub>2</sub> emitido a la atmosfera por diferentes actividades del ser humano, como la agricultura y extracción de madera, talando miles de hectáreas de bosque al año. Así mismo, este autor indica que los

bosques húmedos tropicales protegen un amplio rango de especies vegetales, animales, hongos y microorganismos que interactúan en redes complejas, por que abarca mayor biodiversidad que cualquier otro ecosistema y es lugar donde se encuentra con mayor facilidad nuevas especies.

### 2.1.3. Tipos de ecosistemas del bosque húmedo del cantón El Pangui.

Entre los ecosistemas forestales presentes en el cantón El Pangui (Fig. 1), se hace una descripción de cada uno de estos ecosistemas, siguiendo el Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental del Ministerio del Ambiente (2013).



Fuente: MAE, 2013

Figura 1. Mapa de ecosistemas del cantón El Pangui

#### 2.1.3.1. *Bosque siempreverde montano bajo de las cordilleras del Cóndor-Kutukú*

Es un ecosistema boscoso que se encuentra entre 1 400 y 1 900 m s.n.m., ocupando laderas escarpadas y colinas altas alrededor de las mesetas en las cordilleras del Cóndor y Kutukú. Estructuralmente es un bosque con dosel de 15 a 20 m de altura, con árboles emergentes que llegan a 25 m. Algunas especies diagnósticas del ecosistema son: *Alchornea pearcei*, *Dacryodes peruviana*, *Drimys granadensis*, *Elaeagia pastoensis*, *Endlicheria sericea*, *Eugenia valvata*, *Grias peruviana*, *Micropholis guyanensis*, *Podocarpus oleifolius*, (MAE, 2013).

### **2.1.3.2. *Bosque siempreverde montano bajo sobre mesetas de arenisca de las cordilleras del Cóndor-Kutukú.***

Se encuentra a partir de los 1 400 m s.n.m., en suelos de arenisca, ácidos y con buen drenaje; la estructura corresponde a un bosque denso con un dosel de 10 a 15 m de altura; la vegetación del sotobosque se encuentra densamente cubierta por hemiepifitas, epifitas, trepadoras y helechos. Algunas especies características: *Alchornea grandiflora*, *Clethra fimbriata*, *Clusia alata*, *Dacryodes uruts-kunchae*, *Digomphia densicoma*, *Euterpe catinga* var. *aurantiaca*, *Godoya obovata*, *Graffenrieda cucullata*, *Hedyosmum goudotianum* (MAE, 2013).

### **2.1.3.3. *Bosque siempreverde montano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú***

Este ecosistema está ubicado sobre los 1 900 m s.n.m.; el dosel se encuentra a una altura promedio de 12 m y con una cobertura entre el 65 y 70 %. Las ramas y fustes tienen abundantes epifitas, que ayudan a mantener la humedad, y favorecen el crecimiento de especies del género *Chusquea*. Las especies diagnósticas de este ecosistema son: *Graffenrieda harlingii*, *Miconia lutescens*, *Myrsine andina*, *Pagamea dudleyi*, *Prunus opaca*, *Podocarpus oleifolius*, *Tapirira guianensis*, *Ternstroemia circumscissilis*, *Weinmannia elliptica* (MAE, 2013).

### **2.1.3.4. *Bosque siempreverde montano sobre mesetas de areniscas de la cordillera del Cóndor.***

Este ecosistema soporta fuertes vientos y temperaturas bajas. Su difícil acceso no permite tener mucha información sobre su flora. Corresponde a una mezcla de vegetación boscosa achaparrada, con un dosel de 5 - 7 m de alto, con un mosaico de vegetación herbácea y arbustales. Las especies diagnósticas son: *Wettinia longipetala*, *Stenospermation arborescens*, *Clethra condorica*, *Clusia ducuoides*, *Drimys granadensis*, *Myrcianthes fragrans*, *Myrteola phyllicoides*, *Purdiaea nutans*, *Schefflera moyobambae*, *Weinmannia fagaroides*. (MAE, 2013).

### **2.1.3.5. Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú**

Este ecosistema se encuentra en alturas que oscilan entre los 350 y 1 400 m s.n.m. Es un bosque denso, con un dosel de 20 m de alto, y en donde los árboles emergentes sobrepasan los 30 m. Las especies diagnósticas son: *Cecropia marginalis*, *Clusia decussata*, *Dacryodes peruviana*, *Elaeagia ecuadorensis*, *Endlicheria sericea*, *Ficus pertusa*, *Grias peruviana*, *Inga acreana*, *Iriartea deltoidea*, *Mabea elata*, *Nectandra lineatifolia*, (MAE, 2013).

### **2.1.3.6. Bosque siempreverde piemontano sobre afloramientos de roca caliza de las Cordilleras Amazónicas.**

El ecosistema se puede encontrar en sustratos de rocas sedimentarias calizas, particularmente de la Formación Napo. La estructura del bosque es densa y con presencia de árboles grandes (30 m). Las especies diagnósticas son: *Alchornea latifolia*, *Croton tessmannii*, *Dictyocaryum lamarckianum*, *Euplassa occidentalis*, *Grias neuberthii*, *Guarea kunthiana*, *Gustavia macarenensis*, *Gyranthera amphibiolepis*, *Hieronyma duquei*, *Inga multinervis*, *Matisia idroboi*, *Ocotea insularis*, *Persea nudigemma*, *Tachigali inconspicua* (MAE, 2013).

### **2.1.3.7. Bosque siempreverde piemontano sobre mesetas de arenisca de las Cordilleras del Cóndor-Kutukú.**

Estos bosques se localizan entre los 350-1400 m s.n.m., en pendientes (16 a 50 %). Son bosques densos de 10-12 m de altura, con individuos emergentes de hasta 15 m. Las especies diagnósticas son: *Alchornea glandulosa*, *Chrysophyllum sanguinolentum*, *Compsoeura moronasantiagoensis*, *Dacryodes urutskunchae*, *Dendrothrix yutajensis*, *Elaeagia mariae*, *Euterpe catinga*, *Graffenrieda uribei*, *Humiria balsamifera*, *Inga bourgonii*, (MAE, 2013).

## **2.2. Especies de fauna representativas del cantón El Pangui**

La presencia de la cordillera del Cóndor en los bosques húmedos del cantón influye en el desarrollo de una alta biodiversidad de especies faunísticas, caracterizada por la variedad de

vertebrados e invertebrados. Se ha logrado identificar un total de 51 especies de mamíferos, 400 especies de aves aproximadamente, 9 especies de peces, y en cuanto a herpetofauna, se calcula que podrían encontrarse 25 especies (19 anfibios y 6 reptiles) (PDOT, 2015).

A continuación, se presenta un listado de las especies de fauna existente en el cantón.

Cuadro 1. *Mamíferos más representativos del cantón El Pangui*

Nº	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación
1	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir amazónico	En Peligro
2	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	Casi amenazada
3	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Guanta	Casi amenazada
4	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Guatusa	Preocupación menor
5	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo	Casi amenazada
6	Atelidae	<i>Ateles belzebuth</i>	Mono araña	En Peligro
7	Ursidae	<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso andino	En Peligro

Fuente: PDOT, (2015); Libro Rojo de Mamíferos del Ecuador, (2011).

Cuadro 2. *Aves más representativas del cantón El Pangui.*

N	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Estado de Conservación
1	Accipitridae	<i>Leucopternis melanops</i>	Gavilán barreado	Preocupación menor
2	Trochilidae	<i>Ocreatus underwoodii</i>	Colibrí	Preocupación menor
3	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán	Preocupación menor
4	Psittacidae	<i>Touit stictopterus</i>	Periquito Alipunteado	Vulnerable

Fuente: PDOT, (2015); Lista Nacional de Aves, (2019).

Cuadro 3. *Peces representativos del cantón El Pangui.*

Nº	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
1	Characidae	<i>Ceratobranchia elatior</i>	Sardina
2	Astroblepidae	<i>Astroblepus</i> sp.	Chupapiedra
3	Loricariidae	<i>Chaetotoma</i> sp.	Coronchillo
4	Cichlidae	<i>Bujurquina zamorensis</i>	Vieja
5	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Tilapia negra

Fuente: PDOT, (2015).

Cuadro 4. *Herpetofuana representativa del cantón El Pangui*

Nº	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Estado de Conservación
1	Centrolenidae	<i>Teratohyla midas</i>	Sapo	Preocupación menor
2	Plethodontidae	<i>Bolitoglossa palmata</i>	Salamandra	En peligro
3	Alopoglossidae	<i>Alopoglossus copii</i>	Lagartija	Preocupación menor
4	Colubrinae	<i>Chironius monticola</i>	Serpiente	Preocupación menor

Fuente: PDOT, (2015); Libro Rojo de Especies Amenazadas IUCN, (2019).

### 2.3. Actividades económicas de los pobladores del cantón El Pangui.

Las principales actividades económicas que desarrolla la población del cantón son la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la pesca. La ganadería es la actividad que ha afectado de forma directa al bosque nativo debido a la expansión de las actividades de tala y quema para el establecimiento de pastizales. La finalidad de la ganadería es la producción de leche y carne. En cuanto a la actividad agrícola, se destaca la producción de plátano, café, naranjilla, yuca, caña de azúcar, cacao, frutales cítricos y asociaciones de maíz y frejol, que sirven para el autoconsumo y además son comercializados en las ferias locales y mercados fuera de la zona (PDOT, 2015).

### 2.4. Recursos Forestales y Especies con potencial de Aprovechamiento en el Cantón El Pangui

Los recursos forestales se clasifican en: a) bienes como la madera, frutos, flores, hojas, hongos y b) servicios ambientales tales como la regulación del clima, la purificación del aire, provisión del recurso hídrico, etc., todos procedentes de los bosques y son obtenidos mediante la extracción de los productos de los árboles y de los servicios asociados a ellos (Odum, 2005).

En particular, para los bosques amazónicos del cantón El Pangui se han identificado algunas especies forestales con un alto potencial de aprovechamiento (Aguirre y Maldonado, 2004). A continuación, se presenta la descripción de tres especies forestales nativas que han sido seleccionadas por su importancia económica, ecológica y social para los pobladores del cantón.

#### 2.4.1. Descripción de la especie *Cedrelinga cateniformis* (Seique).

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Fabales

**Familia:** Fabaceae

**Género:** *Cedrelinga*

**Especie:** *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke



Figura 2. Ejemplar de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke

Árbol de 35 a 40 m de altura y 200 cm de DAP. Su copa es irregular, la corteza es rugosa. Hojas bipinnadas con peciolo largo; foliolos de hasta cuatro pares. Inflorescencia terminal en las axilas superiores, Flores en capítulos. Frutos en vainas (Dezseo, 2014)

**Distribución geográfica:** es una especie nativa, que se distribuye en las provincias de Orellana, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe desarrollándose en altitudes entre 120- 800 m s.n.m., en zonas con precipitaciones entre 1 500 - 3 500 mm al año. (Dezseo, 2014)

**Usos:** Construcción de canoas y viviendas. Es una especie leguminosa fijadora de nitrógeno y por ende es mejoradora de suelos (Navarrete, de la Torre, Muriel, Macía y Blaslev, 2008).

#### 2.4.2. Descripción de la especie *Terminalia amazonia* (Yumbingue).

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Myrtales

**Familia:** Combretacea

**Género:** *Terminalia*

**Especie:** *Terminalia amazonia* (J.F.Gmel) Exell



Figura 3. Ejemplar de *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel) Exell

Árbol con un diámetro de 1 a 3 m, con alturas de hasta 70 m en los bosques amazónicos. El fuste es recto, y presenta gambas delgadas. Su corteza es delgada, de color pardo grisáceo y textura fibrosa. Hojas simples pequeñas, de color verde oscuro en el haz y verde claro en el envés; las inflorescencias son racimos con numerosas flores de color amarillo. Los frutos son pequeños en forma de mariposa (Montero y Kanninen, 2005).

**Distribución geográfica:** En Ecuador se distribuye en las provincias de Sucumbíos, Orellana, Morona Santiago, Zamora CH. Prefiere precipitaciones entre 1 400 - 2 000 mm; requiere temperaturas entre 20 - 28 °C; altitud entre 150-1 000 m s.n.m. (Navarrete, de la Torre, Muriel, Macía y Blaslev, 2008).

**Usos:** Se usa en la elaboración de muebles y la construcción de viviendas y canoas. La corteza se usa para tratar quemaduras (Navarrete, de la Torre, Muriel, Macía y Blaslev, 2008).

#### 2.4.3. Descripción de la especie *Clarisia racemosa* (Pituca).

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Rosales

**Familia** Moraceae

**Género:** *Clarisia*

**Especie:** *Clarisia racemosa* Ruiz y Pav.



Figura 4. Ejemplar de *Clarisia racemosa* (Pituca).

Árbol que alcanza hasta 40 m de altura, con una altura promedio de 20 m y 80 cm de diámetro. Fuste recto, con raíces tablares bajas de color rojo; su corteza es lisa y delgada, de color grisáceo rojizo, con lenticelas de color anaranjado; látex blanco abundante. Hojas simples, alternas, dísticas. Fruto carnoso de color amarillo, puede ser rojizo en maduro, comestible, es dispersado por animales (Aguirre, 2002).

**Distribución geográfica:** Se distribuye desde Centroamérica a toda la región amazónica, hasta el sur de Brasil y Bolivia, mayormente debajo de los 1 200 m s.n.m. (INIA, 2015).

**Usos:** Su madera se usa en la construcción de muebles, barcos, puentes y viviendas. La corteza sirve para elaborar artesanías. El látex se usa para cicatrización de sarnas, además para aliviar el dolor de muelas. (Navarrete, de la Torre, Muriel, Macía y Blaslev, 2008).

## **2.5. Requerimientos Ecológicos de las Especies Forestales**

García y Sánchez (2001), mencionan que, el desarrollo y distribución de una especie en un determinado lugar se encuentra condicionado por la información del material hereditario y por el ambiente. Por lo cual algunas de las especies presentan plasticidad fenotípica basada en la variabilidad genética y en las distintas condiciones ecológicas en las se desarrollan.

Por lo tanto, los componentes físicos del ambiente (temperatura, precipitación y condiciones edáficas) y los componentes biológicos (predadores, competidores, organismos simbioses, etc.) son los factores que condicionan la variabilidad genética de las especies forestales, incidiendo en el desarrollo, reproducción y propagación de las especies en un cierto territorio. Por ejemplo, al existir cambios térmicos del suelo, las micorrizas u otros elementos de flora y fauna edáfica que influyen en el ciclo de vida de la especie pueden ser afectados, provocando alteraciones en dichas especies (García y Sánchez, 2001).

De igual manera hay que recalcar el concepto de valencia ecológica de las especies en relación con la intensidad de un factor ecológico, pues esta expresa el comportamiento de dicha especie, su presencia, crecimiento y reproducción en un determinado lugar. Los valores excesivos de un factor se convierten en limitantes para la especie, los valores cercanos hacen referencia a la rarificación o escases de la especie y los valores centrales representan las condiciones óptimas para el desarrollo y regeneración de la misma (Serrada, 2008).

## **2.6. Variables Ecológicas Relacionadas con el Potencial Forestal en los Bosques Húmedos del Cantón El Panguí**

El comportamiento ecológico se puede entender como el conjunto de estrategias de reproducción y crecimiento que una especie presenta y que la hace capaz de permanecer en un sitio determinado. Habitualmente, estas estrategias son la respuesta evolutiva de la especie, ante los elementos ambientales físicos y bióticos con las que las mismas interactúan; consecuentemente, dentro de la gran diversidad del bosque tropical, cada especie tiene un comportamiento ecológico característico (Lozada, 2017). Las variables ambientales bióticas y abióticas que influyen sobre las estrategias ecológicas o evolutivas de las especies son muy diversas y complejas. Entre las de naturaleza abiótica se encuentran factores generales como: la litología, los suelos, el clima y la hidrología (Lozada, 2017).

### **2.6.1. Litología**

La litología se encarga de estudiar las características de diversos tipos de rocas existentes en la Tierra. Litología proviene del latín: *litho* (roca) + *logos* (estudio), es decir, el estudio de las rocas, sin embargo, no estudia a profundidad a las mismas, más bien se dirige por las características superficiales como el color, tamaño, textura y composición. Esta se diferencia de otras ramas similares de la geología, como la petrología, porque estudia las formaciones rocosas sin hacer uso de herramientas de acercamiento visual (Ibarra, 2018).

### **2.6.2. Suelos**

Se denomina suelo a la parte superficial y profunda de la corteza terrestre, activa biológicamente, que se desarrolla en las rocas emergidas por el dominio de la intemperie y de los seres vivos. En estos complejos sistemas ocurren una considerable gama de procesos químicos, físicos y biológicos que se ven manifestados en la gran variedad de suelos existentes

en la tierra. Las diferentes capas de suelo se llaman horizontes, que son paralelas a la superficie y tienen distintas propiedades físicas y químicas. (PDOT, 2015).

Las propiedades físicas que estos poseen, como la rigidez, el drenaje, aireación, nutrientes, filtración de agua, han hecho que el ser humano las utilice de diferentes maneras en su vida cotidiana, por su grado de influencia en el desarrollo de las plantas (Rucks *et al.*, 2004).

### **2.6.3. Clima**

En un contexto general, el clima es una de las características físicas del ambiente y se entiende como el patrón promedio a largo plazo del tiempo local, regional y global (Smith y Smith, 2007). Sin embargo, es común confundir el clima con el “estado del tiempo”, que se refiere a las fluctuaciones de la temperatura, la humedad, la nubosidad, el viento y la precipitación en una región en periodo de horas y días (Audesirk y Audesirk, 2003).

En un sentido ecológico, se considera que los principales factores climáticos que provocan respuestas fisiológicas en los organismos son la temperatura, la humedad y el fotoperiodo. De igual forma, que las variaciones geográficas del clima, principalmente las precipitaciones y las temperaturas, determinan la distribución a gran escala de la vegetación y, por consiguiente, de la naturaleza y estructura de los ecosistemas terrestres (Smith y Smith, 2007).

#### **2.6.3.1. Temperatura**

Largo (2017), manifiesta que el desarrollo y distribución de las especies está influenciada por las diversas variedades térmicas existentes en la superficie. La influencia que ejerce la temperatura en la distribución geográfica de una especie está determinada por el rango de tolerancia que la misma presenta frente a este factor, dentro el cual la especie puede sobrevivir, desarrollarse y reproducirse, y cuyos límites representan condiciones más desfavorables para el desarrollo de la especie (Smith y Smith, 2007); explicándose así por qué las especies pueden ser muy abundantes o ausentes en algunas porciones del área de distribución (Largo, 2017).

### **2.6.3.2. Precipitación**

La precipitación es uno de los procesos meteorológicos más importantes para la Hidrología, con la evaporación la atmósfera interactúa con el agua superficial en el ciclo hidrológico del agua. La precipitación varía con el espacio y tiempo de acuerdo con la circulación atmosférica y con factores locales de cada región. Uno de estos factores locales puede ser las barreras orográficas que ejercen más influencia en el clima de una región. Estos factores determinan la cantidad de humedad atmosférica sobre una región, la frecuencia y clase de tormentas y así su precipitación (Segeber y Villodas, 2006).

### **2.6.4. Hidrografía**

Según Bastidas (2007), la hidrografía se define como la descripción, investigación y cartografía de los océanos, mares, lagos, ríos; incluyendo el estudio de mareas, corrientes, y demás fenómenos hidrometeorológicos; se basa en conocer la distribución de los cuerpos de agua y características importantes como el caudal, cuenca, vertientes, régimen fluvial, etc.

Según el PDOT (2015), el cantón El Pangui está dentro de la cuenca hidrográfica del río Santiago y de la subcuenca del Zamora que se forma en el callejón interandino de la provincia de Loja. La cuenca media y superior corresponden a la provincia de Zamora Chinchipe. De acuerdo con las características de las redes hídricas, el cantón, se puede dividir en 5 microcuencas: Pachicutza, Cayamatza, Chuchumbleta, El Quimi y Manchinatza.

## **2.7. Perfiles Ecológicos**

Son una serie de frecuencias ordenadas (absolutas, relativas o corregidas) de una especie en función a la magnitud de un factor considerado (Sarmiento, 2001). Tal como lo describe este autor, los perfiles ecológicos aportan información importante para rehabilitar áreas degradadas con potencialidades forestales; permitiendo realizar una adecuada zonificación silvícola y con ello lograr un óptimo aprovechamiento de estas áreas.

El análisis frecuencial de las especies se basa en el concepto de *perfil ecológico*, que consiste en enumerar en un conjunto de censos florísticos, aquellos que caracterizan cada uno de los diferentes factores ecológicos considerados (Claro, 2002).

Se han desarrollado dos tipos de perfiles ecológicos: brutos y elaborados. Los perfiles brutos se construyen a partir de frecuencias absolutas, clasificándose en dos tipos: *los perfiles de conjunto* y *los de frecuencias absolutas*. Mientras que, *los perfiles elaborados* se realizan para cada especie y para cada uno de los factores ecológicos. Estos a su vez se subdividen en dos tipos: *los de frecuencias relativas* y *los de frecuencias corregidas* (Ordóñez, 2011).

## **2.8. Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

Los Sistemas de Información Geográfica son considerados como una herramienta interdisciplinaria utilizada para la resolución de problemas socio-espaciales. Según Buzai (2013), la finalidad de los SIG es “Combinar las bases de datos gráficas con las bases de datos alfanuméricas para proceder a representarlos dentro de un sistema de coordenadas geográficas y realizar un tratamiento espacial de los datos a fin de obtener información significativa”.

Dávila (2016), describe a los SIG como un sistema compuesto por hardware, software, procedimientos y equipo humano que permiten obtener, almacenar, manejar, transformar, y modelar datos espaciales, facilitando su representación en términos de posición, atributos e interrelaciones espaciales, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación.

Por otro lado, Sarría (2014), menciona que en un SIG la información incluye su posición en el espacio, utilizando un sistema de coordenadas estandarizado, resultado de una proyección cartográfica (generalmente UTM) y que las funciones básicas, y más utilizadas, son el almacenamiento, visualización, consulta y análisis de datos espaciales.

## **2.9. Zonificación Forestal**

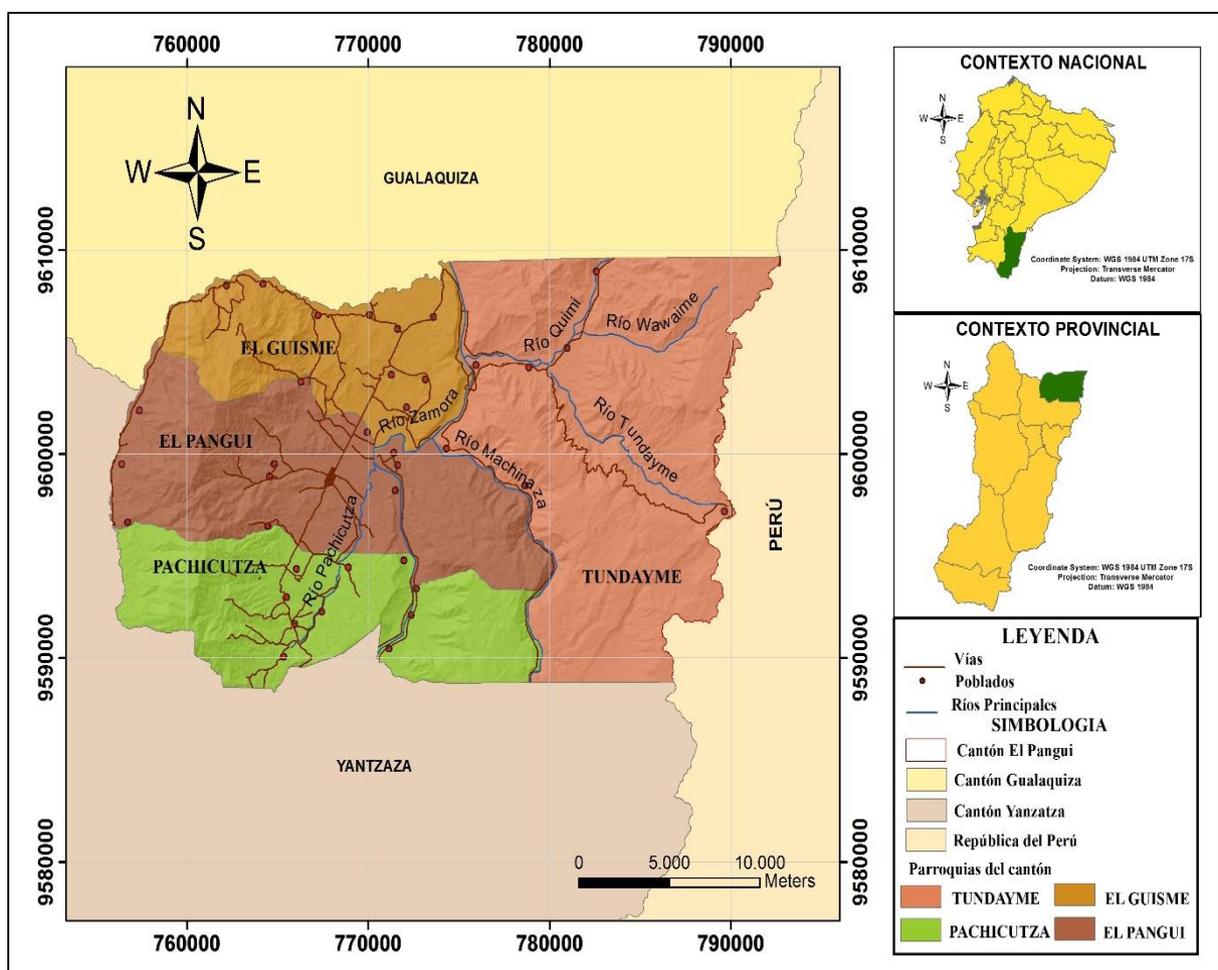
Según Casanova (2010), la Zonificación Forestal representa un instrumento importante para identificar, agrupar y gestionar bajo un marco legal los terrenos forestales a través de las funciones biológicas, ambientales, socioeconómicas, recreativas y protectoras. Este tiene como objetivo garantizar la continuidad de los bosques, mejorar la administración de los recursos, las condiciones de vida, además de contribuir al desarrollo forestal sostenible.

Esta integra los aspectos ecológicos (uso de la tierra, tipos de bosques, fragilidad de los ecosistemas, distribución de flora y fauna, y estado de conservación) con los aspectos económicos, sociales y culturales que se encuentran relacionados con la intensidad de ocupación y actividad humana y los dispositivos legales vigentes (SERFOR, 2016).

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Área de Estudio

El Cantón El Pangui tiene una extensión de 632,10 km<sup>2</sup> y está ubicado entre los -3° 37'38.6" de latitud Sur y -78° 35'9.4" de longitud Oeste (GeoDatos, 2019). Limita al Norte con el cantón Gualaquiza, al Sur y Oeste con el cantón Yanzatza y al Este con la república del Perú (Fig. 5). Se encuentra a una altitud que oscila entre 748 y 2 150 m s.n.m., con temperaturas entre 17 y 23 °C y precipitaciones entre 1 500 - 2 500 mm (Zary, 2014). Abarca ecosistemas del subtropical húmedo, conformado por vegetación arbórea originaria muy espesa (PDOT, 2015).



Fuente: Municipio de El Pangui.

Figura 5. División política- administrativa del cantón El Pangui

### **3.2. Selección de especies forestales y registros de información Georreferenciada**

Las especies *Cedrelinga cateniformis*, *Terminalia amazonia* y *Clarisia racemosa* son especies forestales nativas del cantón El Pangui que presentan alta demanda por las diferentes comunidades del cantón debido a su importancia *ecológica*, puesto que son promisorias para programas de reforestación, por su capacidad de adaptación y mejoramiento de los suelos; su importancia *económica*, la madera es utilizada por los pobladores para la construcción de canoas, muebles, viviendas, largueros para la construcción de barcos; y su importancia *social* debido a que los pobladores utilizan la corteza para tratar sarpullidos, quemaduras, elaborar artesanías y además los frutos sirven de alimento para la fauna silvestre. En la actualidad el uso de especies nativas en los programas de reforestación es una actividad que toma auge día a día; de allí la importancia de estudiar estas especies.

El estudio consistió en levantar información georreferenciada de los individuos de cada especie a través de información primaria (recorridos en campo), realizados de acuerdo con el cronograma establecido, en los meses de noviembre y diciembre del 2018. La recopilación de información fue obtenida a través de puntos GPS para geo-referenciar las especies encontradas dentro del área de estudio, y así conocer su localización a través de coordenadas. Estos datos geo-referenciados fueron almacenados manual y digitalmente, para luego ser representados cartográficamente mediante los SIG (ArcMap 10.3) y el método de los perfiles ecológicos.

### **3.3. Metodología para elaboración de mapas de distribución de parcelas**

Para la elaboración de los mapas se utilizó cartografía facilitada por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) (altitud, litología, suelo: textura, y temperatura); la cartografía de precipitación fue elaborado a través de información de los Anuarios Meteorológicos de los años 1990 - 2013, tomando registros de 4 estaciones cercanas al área de estudio, y así establecer rangos de precipitación para una mejor interpretación de información. El proceso para elaboración de los mapas se detalla en el siguiente diagrama de flujo (Fig. 6)

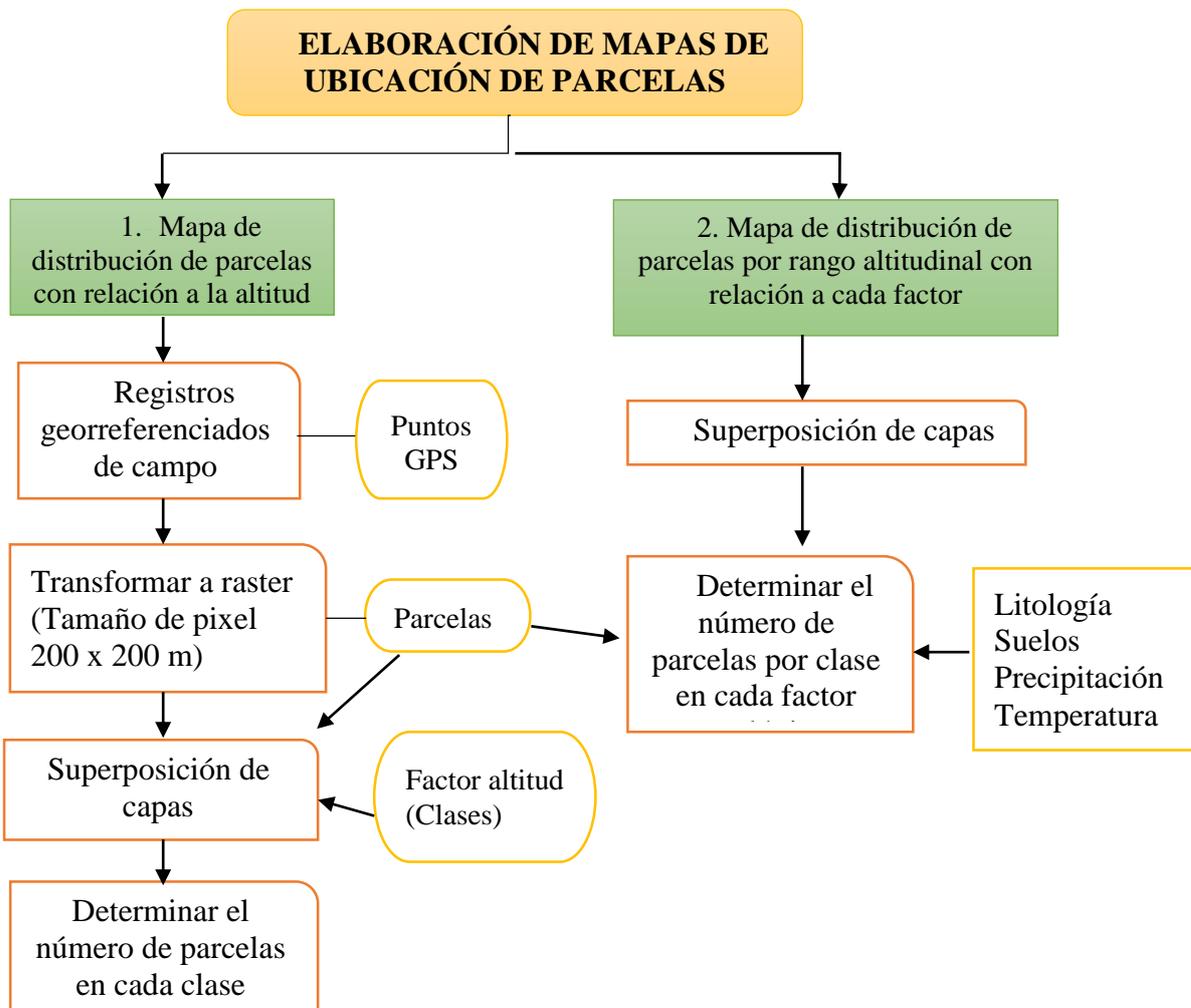


Figura 6. Esquema para elaboración de mapas de distribución de parcelas

### 3.3.1. Mapa de distribución de parcelas dentro del área de estudio en relación con la altitud

Para la elaboración del mapa de ubicación de las parcelas en relación con el factor altitud, se tomaron como base los registros georreferenciados obtenidos en campo y mediante el software ArcGis 10.3 se los digitalizó y transformó de vector a formato raster con un tamaño de píxel de 200 x 200 m lo que representa en medida superficial a 40 000 m<sup>2</sup>, adoptando así cada registro la forma de parcela. Estas parcelas fueron relacionadas con el factor altitud, el mismo que fue categorizado en cinco clases con intervalos 200 m cada una, para determinar el número de parcelas dentro de cada clase (Tabla 1), obteniendo de esta manera el mapa de ubicación de parcelas y registros florísticos por rangos altitudinales.

Tabla 1. *Clases o intervalos de altitud*

<b>Clases</b>	<b>Rangos Altitudinales</b>	<b>Nº de parcelas</b>
I	< 900 m s.n.m.	36
II	901 - 1 100 m s.n.m.	26
III	1 101 - 1 300 m s.n.m.	5
IV	1 301 - 1 500 m s.n.m.	2
V	> 1 501 m s.n.m.	3

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2. Mapas de distribución de parcelas por rango altitudinal con relación a cada uno de los factores ecológicos

A partir del mapa de ubicación de parcelas y registros por rangos altitudinales se construyeron el resto de mapas para cada factor ecológico litología, suelos: textura, temperatura y precipitación media anual. Para ello cada factor ecológico fue categorizado por clases, a través de intervalos que permitieron la adecuada distribución de las especies (Tabla 2).

Tabla 2. *Clases establecidas para cada factor ecológico*

<b>Factor Ecológico</b>	<b>Clases</b>	<b>Formación/ Rango</b>	<b>Nº de parcelas</b>
<b>LITOLOGÍA</b>	I	Batolito de Zamora	11
	II	Depósitos aluviales, coluvio aluviales	10
	II	Depósitos de ladera	13
	IV	Depósitos de ladera (coluvio, derrumbel)	5
	V	Formación Napo	15
	VI	Formación Hollín	16
	VII	Unidad Misahuallí	2
<b>SUELOS: TEXTURA</b>	I	Arcilla Pesada	3
	II	Arcillo – Arenoso	9
	III	Arcilloso	23
	IV	Franco - Arcillo – Arenoso	23
	V	Franco Arcilloso	14
<b>PRECIPITACIÓN</b>	I	< 1 858 mm	2
	II	1 858 - 1 938 mm	17
	III	1 938 - 2 018 mm	21
	IV	> 2 018 mm	32
<b>TEMPERATURA</b>	I	< 20 °C	2
	II	20,1 - 21 °C	2
	III	21,1 - 22 °C	15
	IV	> 22 °C	53

Fuente: Elaboración propia

Una vez elaborados los mapas de los factores ecológicos se procede a realizar el análisis de los perfiles ecológicos mediante el programa estadístico (CALPERF) que permite identificar si las especies se relacionan a un factor ecológico para su distribución en el área de estudio.

### **3.3.3. Cálculo de los Perfiles Ecológicos de tres especies forestales en el cantón El Panguí.**

El análisis de las especies mediante la aplicación de perfiles ecológicos se basó en la metodología planteada por Claro, 1996; Ordoñez, 2011; Largo, 2017 y Maurad, 2017; que se describe a continuación.

Para la elaboración de los perfiles ecológicos se tomó las variables cualitativas, las mismas que indican la presencia o ausencia de una cualidad, junto con las variables explicativas cuantitativas a las que se les asignó el valor de 1 para representar la presencia de la cualidad, y el valor 0, para indicar la ausencia de la cualidad (Cuadro 5) (Largo, 2017).

Cuadro 5. Esquema de los perfiles ecológicos de una especie (E) y por factor ecológico (L)

		FACTOR L					Conjunto de Censos
		Clase 1	Clase 2	Clase K	Clase NK		
ESPECIE E	<b>Perfil de conjunto</b>	Número de censos	R(1)	R(2)	R(K)	R(NK)	$NR = \sum_{1}^{NK} R(K)$
	<b>Perfil de frecuencias absolutas</b>	Número de presencias	U(1)	U(2)	U(K)	U(NK)	$\sum_{1}^{NK} U(K) = U(E)$
	<b>Perfil de frecuencias absolutas</b>	Número de ausencias	V(1)	V(2)	V(K)	V(NK)	$\sum_{1}^{NK} V(K) = V(E)$
	<b>Perfil de frecuencias relativas</b>	Frecuencias relativas de presencias	$\frac{U(1)}{R(1)}$	$\frac{U(2)}{R(2)}$	$\frac{U(K)}{R(K)}$	$\frac{U(NK)}{R(NK)}$	$\frac{\sum_{1}^{NK} U(K)}{\sum_{1}^{NK} R(K)} = \frac{V(E)}{NR}$
	<b>Perfil de frecuencias relativas</b>	Frecuencias relativas de ausencias	$\frac{V(1)}{R(1)}$	$\frac{V(2)}{R(2)}$	$\frac{V(K)}{R(K)}$	$\frac{V(NK)}{R(NK)}$	$\frac{\sum_{1}^{NK} V(K)}{\sum_{1}^{NK} R(K)} = \frac{V(E)}{NR}$
	<b>Perfil de frecuencias corregidas</b>	Frecuencias corregidas para las presencias	$\frac{U(1)}{NR} \frac{NR}{R(1)}$	$\frac{U(2)}{NR} \frac{NR}{R(2)}$	$\frac{U(K)}{NR} \frac{NR}{R(K)}$	$\frac{U(NK)}{NR} \frac{NR}{R(NK)}$	$\frac{U(E)}{NR} \frac{NR}{U(E)} - 1$
	<b>Perfil de frecuencias corregidas</b>	Frecuencias corregidas para las ausencias	$\frac{V(1)}{NR} \frac{NR}{R(1)}$	$\frac{V(2)}{NR} \frac{NR}{R(2)}$	$\frac{V(K)}{NR} \frac{NR}{R(K)}$	$\frac{V(NK)}{NR} \frac{NR}{R(NK)}$	$\frac{V(E)}{NR} \frac{NR}{V(E)} - 1$

Fuente: Daget, Ph et Godron, M. 1982. Citado por Claro (2002).

NK= Número de clases distinguidas por el factor ecológico (L)

U(K)= Número de censos de la clase (K), y donde la especie (E) está presenta

V(K)= Número de censos de la clase (K), y donde la especie (E) está ausente

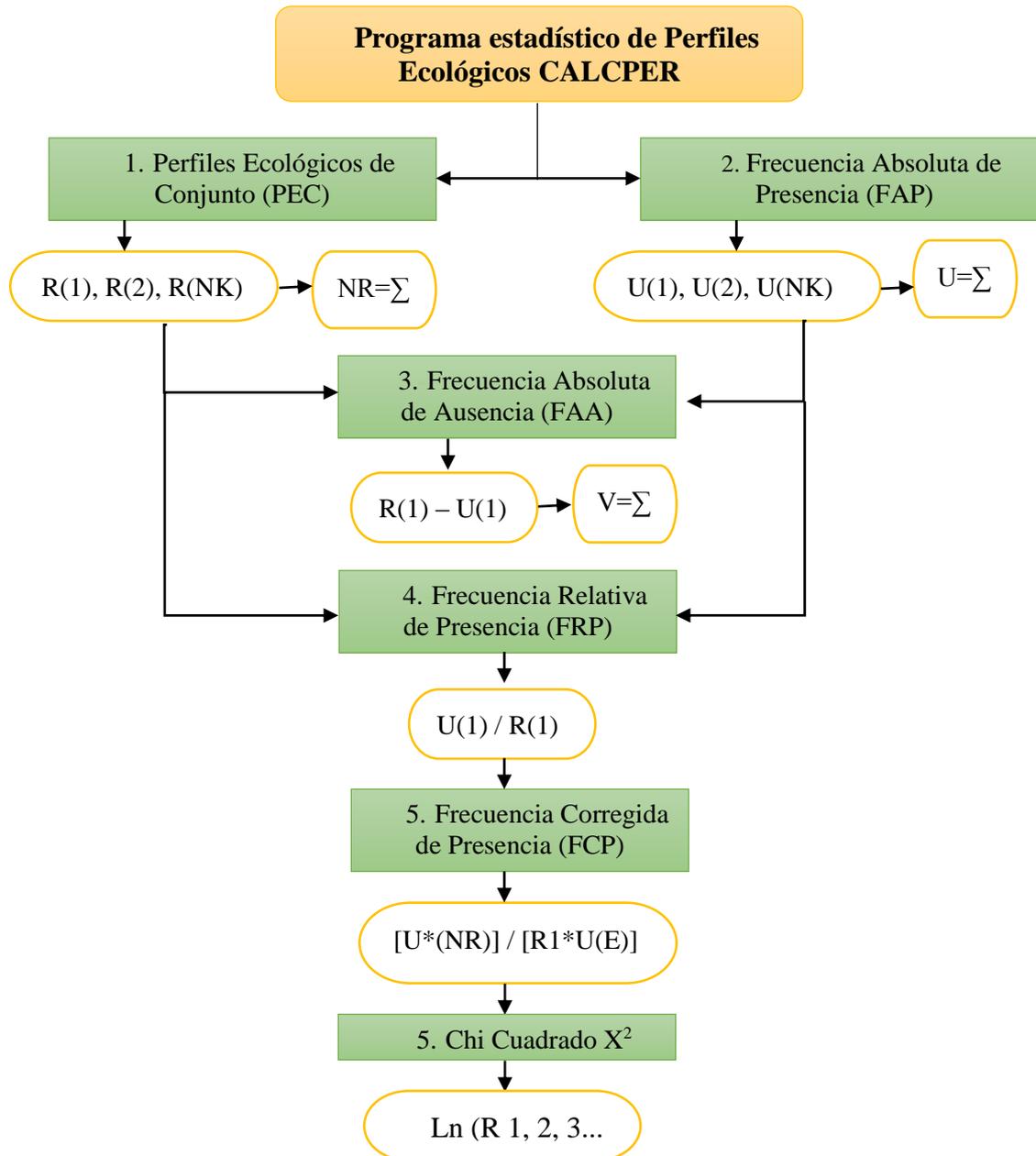
R (K)= Número de censos de la clase (K)

U (E)= Número total de censos donde la especie (E) está presente

V(E)= Número total de censos donde la especie (E) está ausente

NR= Número total de censos

A continuación, en el siguiente diagrama de flujo se detalla el método de aplicación del programa de perfiles ecológicos (Fig. 7).



Fuente: Modificado de Largo (2017).

Figura 7. Esquema del cálculo de los perfiles ecológicos

El método de los perfiles ecológicos, consiste en una matriz de perfiles ecológicos de conjunto (PEC), frecuencias absolutas de presencia (FAP) y ausencia (FAA), frecuencias relativas de presencia (FRP), frecuencias corregidas de presencia (FCP) y  $X^2$  por especie y para cada factor ecológico representado en clases o rangos (Cuadro 6), cuyos resultados se obtienen mediante el programa estadístico CALCPERF.

Cuadro 6. *Matriz del cálculo de los perfiles ecológicos.*

<b>Especie</b>	<b>Perfiles</b>	<b>Clase I</b>	<b>Clase II</b>	<b>Clase III</b>	<b>Clase IV</b>	<b>Clase V</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Pítuca</b>	PEC						
	FAP						
	FAA						
	FRP						
	FCP						
	$X^2$						
<b>Seique</b>	FAP						
	FAA						
	FRP						
	FCP						
	$X^2$						
<b>Yumbingue</b>	FAP						
	FAA						
	FRP						
	FCP						
	$X^2$						

Fuente: Largo (2017).

Los perfiles ecológicos de conjunto (PEC) representan el total de parcelas registradas en cada una de las clases por factor ecológico (cuadro 7).

Cuadro 7. *Matriz para el cálculo de los Perfiles Ecológicos de Conjunto*

		<b>Clase 1</b>	<b>Clase 2</b>	<b>Clase 3</b>	<b>Clase 4</b>	<b>Clase xn</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Especie</b>	<b>PEC</b>	X	X	X	X	Xn	XXX

Fuente: Largo (2017).

**Perfiles ecológicos de conjunto (PEC)** = Sumatoria total de las presencias de parcelas en cada clase;  $(x + x + x + xn...) = xxx$

Una vez determinados los perfiles ecológicos de conjunto se procede a generar los siguientes perfiles: frecuencia absoluta de presencia (FAP), frecuencia absoluta de ausencia (FAA), frecuencia relativa de presencia (FRP) y frecuencia corregida de presencia (FCP).

Los **Perfiles de frecuencia absoluta de presencia** (Cuadro 8) son el número de parcelas por especies existentes en cada clase del factor ecológico; mientras que los **Perfiles de frecuencia absoluta de ausencia** resultan de la diferencia entre el número de parcelas de los perfiles ecológicos de conjunto y las frecuencias de parcelas absolutas de presencia. **FAA= (PEC – FAP)**

Cuadro 8. *Matriz para el cálculo de las FAP y FAA*

		Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase xn	TOTAL
<b>Especie</b>	<b>PEC</b>	X	X	X	X	Xn	<u><b>XX</b></u>
	<b>FAP</b>	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	<b>xx</b>
	<b>FAA</b>	(X-x)	(X-x)	(X-x)	(X-x)	(X-x)	<b>(XX-xx)</b>

Fuente: Largo (2017).

**Perfiles de frecuencias relativas de presencia (FRP)**, se los obtiene dividiendo el total de parcelas de la **Clase 1 de FAP** para el total de parcelas de la **Clase 1 del PEC**, este procedimiento se aplica para todas las clases de cada factor ecológico: **FRP = (Clase 1 FAP/ Clase 1 PEC)** (Cuadro 9)

Cuadro 9. *Matriz para el cálculo de las FRP*

		Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase xn	TOTAL
<b>Especie</b>	<b>PEC</b>	X	X	X	X	Xn	<u><b>XX</b></u>
	<b>1</b>	FAP	(x)	(x)	(x)	(x)	<b>xx</b>
	<b>FRP</b>	(x/X)	(x/X)	(x/X)	(x/X)	(x/X)	<b>(xx/XX)</b>

Fuente: Largo (2017).

**Perfiles de frecuencias corregidas de presencia (FCP)**, a este perfil se lo determinó mediante la división de los valores resultantes de las multiplicaciones de la **Clase 1 de FAP** por el total de **PEC** y la multiplicación de la **Clase 1 de PEC** por el total de **FAP**, **este procedimiento se aplica para todas las clases de cada factor ecológico** (Tabla 3) (Largo, 2017).

Su fórmula es:

$$FCP\ 1 = (Clase\ 1\ FAP * Total\ de\ PEC)$$

$$FCP\ 2 = (Clase\ 1\ PEC * Total\ de\ FAP)$$

$$FCP = \frac{FCP\ 1}{FCP\ 2}$$

Tabla 3. *Matriz para el cálculo de las FCP*

		Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase xn	TOTAL
Especie 1	PEC	X	X	X	X	Xn	<u>XX</u>
	FAP	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	<b>xx</b>
	FCP	$\frac{(x*XX)}{(xx*X)}$	$\frac{(x*XX)}{(xx*X)}$	$\frac{(x*XX)}{(xx*X)}$	$\frac{(x*XX)}{(xx*X)}$	$\frac{(x*XX)}{(xx*X)}$	$\frac{(x*XX)}{(xx*X)}$

Fuente: Elaboración propia

Para determinar los perfiles de frecuencia relativa y corregida de presencia de las especies seleccionadas y  $X^2$  (ji cuadrado), se utilizó el programa estadístico CALCPERF, para ello fue necesario contar con los valores de los perfiles de frecuencias absolutas de presencia **FAP** y ausencia **FAA** (Largo, 2017).

Los valores de **FCP** se contrastan con el doble del logaritmo Neperiano que sigue una distribución de  $X^2$  (ji cuadrado) y se conoce como la prueba de  $G^2$  (Fariñas, 1986). Para determinar ji cuadrado se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$X2 = 2[(\sum FAP) \ln FAP + \sum FAA \ln FAA + NTC \ln NTC) - (\sum NTC \ln NTC + NPA \ln NPA + NAA \ln NAAT)]$$

**Donde:**

**FAP** = Frecuencias absolutas de presencias en cada clase.

**FAA**= Frecuencias absolutas de ausencia

**NTC**= Número total de rodales (censos)

**NTC**= Número total de rodales (censos) en cada clase

**NPA** = Número total de presencias absolutas en todas las clases

**NAA** = Número total de ausencias absolutas en todas las clases

Para saber si la presencia de una especie en el territorio depende del factor ecológico a analizar, se realizó una prueba de independencia de  $X^2$  (si el valor  $X^2$  superara los grados de libertad, la especie dependerá directamente de ese factor ecológico para su distribución o caso contrario; se independiza). Si la especie guarda relación con el factor ecológico, entonces la hipótesis se cumple (Largo, 2017).

### **3.3.4. Proceso metodológico de comparación de resultados mediante Software Estadístico “R”.**

Para comprobar la fiabilidad de los datos generados con el método de los perfiles ecológicos en el programa estadístico CALCPERF, los resultados fueron relacionados y comparados mediante el software estadístico “R”, por ser un entorno de programación libre avalado por una sólida comunidad científica y es utilizado por diferentes universidades en el mundo por sus capacidades de procesar y analizar grandes volúmenes de datos con ayuda de herramientas como Hadoop y Spark. Para ello, se creó una matriz en R con los valores de frecuencias absolutas de presencia y ausencia para cada una de las especies, para mediante el comando `chisq.test` determinar si la especie se encuentra relacionada con alguno de los factores ecológicos; el mismo que arroja el valor de  $X^2$ , donde si el valor de probabilidad es menor que 0,05 se relaciona a la especie con dicho factor y si este sobrepasa al valor de probabilidad la especie no guarda relación alguna (Fig. 8)

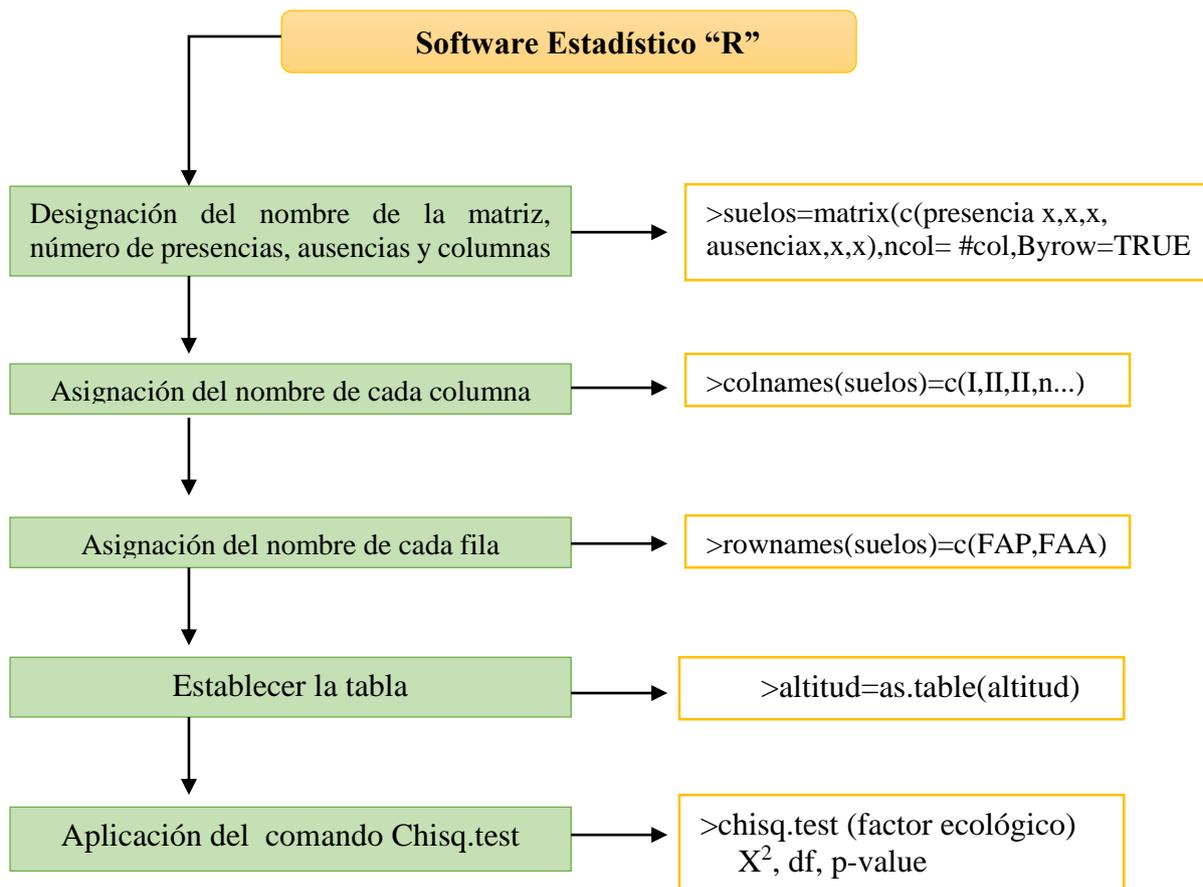
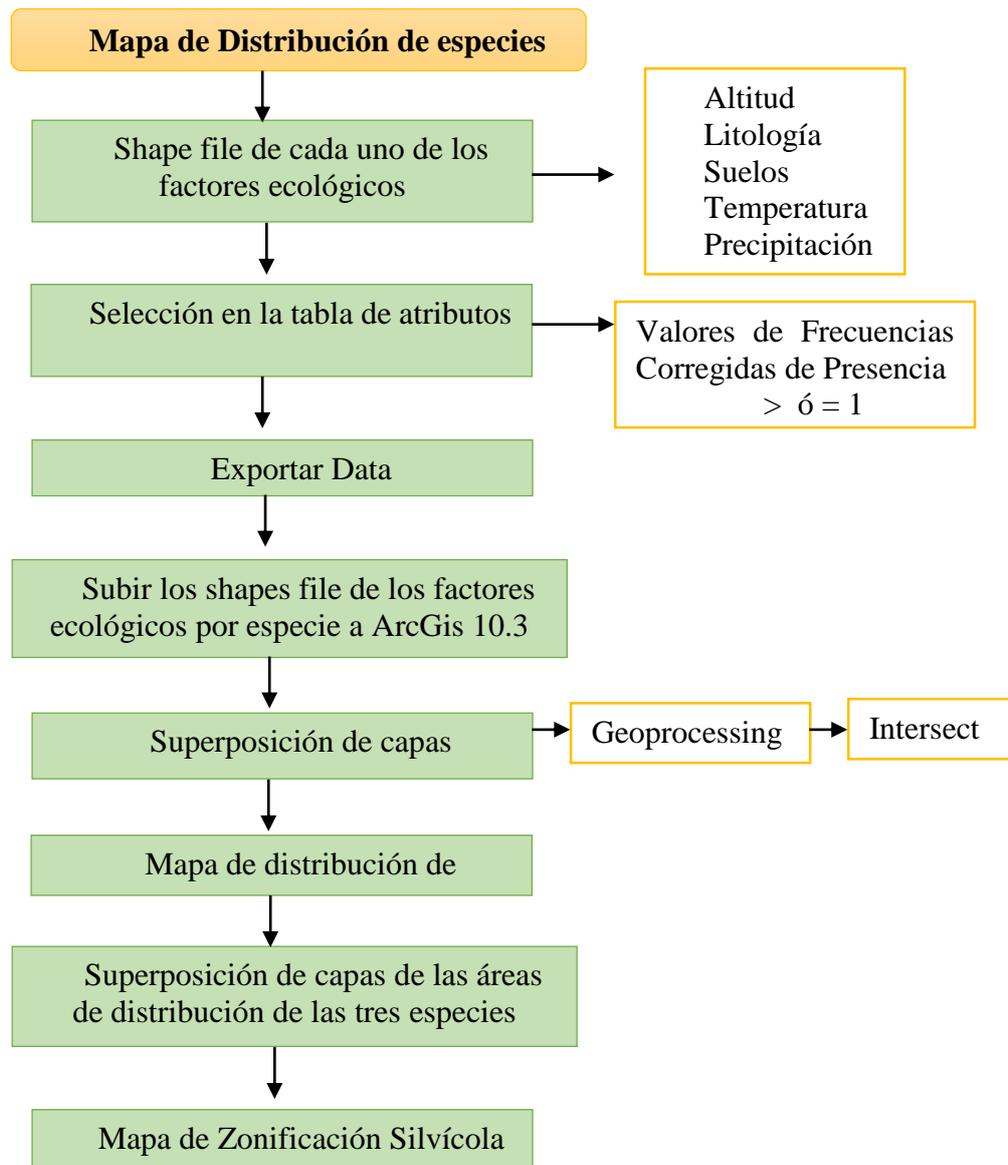


Figura 8. Esquema para el cálculo de ji cuadrado en el software estadístico R

### 3.4. Elaboración de mapas de distribución de las especies seleccionadas

Los datos de las frecuencias corregidas de presencia (PEC) de cada factor ecológico (altitud, litología, suelos: textura, precipitación, temperatura media anual) obtenidos mediante el cálculo de los perfiles ecológicos, fueron la base para la elaboración de los mapas de distribución de las especies, utilizando solamente aquellos que tienen valores mayores o iguales a 1.

A continuación, se explica en el siguiente diagrama de flujo el proceso para elaborar los mapas de distribución de las especies y el mapa de Zonificación Silvícola (Fig. 9)



*Figura 9.* Esquema de elaboración de mapas de distribución de especies y Zonificación Silvícola

Para la elaboración de los mapas de distribución de las especies se partió de los mapas generados para cada factor ecológico analizado y luego, se realizó una superposición de dichos mapas y se los entrecruzo con los resultados obtenidos de los requerimientos ecológicos de las especies de los cinco factores analizados por el método de los perfiles ecológicos, estos datos fueron representados mediante una reclasificación, donde se le asignó el valor de 1 a las clases que estaban relacionadas con la especie y el valor 0 a aquellas clases que no son de preferencia

para la distribución de la especie, lo cual permitió obtener el mapa de distribución potencial de las especies en base a requerimientos ecológicos.

#### **3.4.1. Elaboración del mapa de Zonificación Silvícola**

El mapa de zonificación silvícola se lo realizo en base a los mapas **de distribución de cada especie** que consideran los datos más relevantes de los requerimientos ecológicos de cada especie obtenidos por el método de los perfiles ecológicos y mediante una **Superposición de estos mapas** se obtiene el mapa de zonificación silvícola donde se identificó y delimitó las zonas de alto potencial natural, donde se dan las combinaciones para la distribución de las especies en estudio.

#### **3.5. Metodología para la Difusión de Resultados**

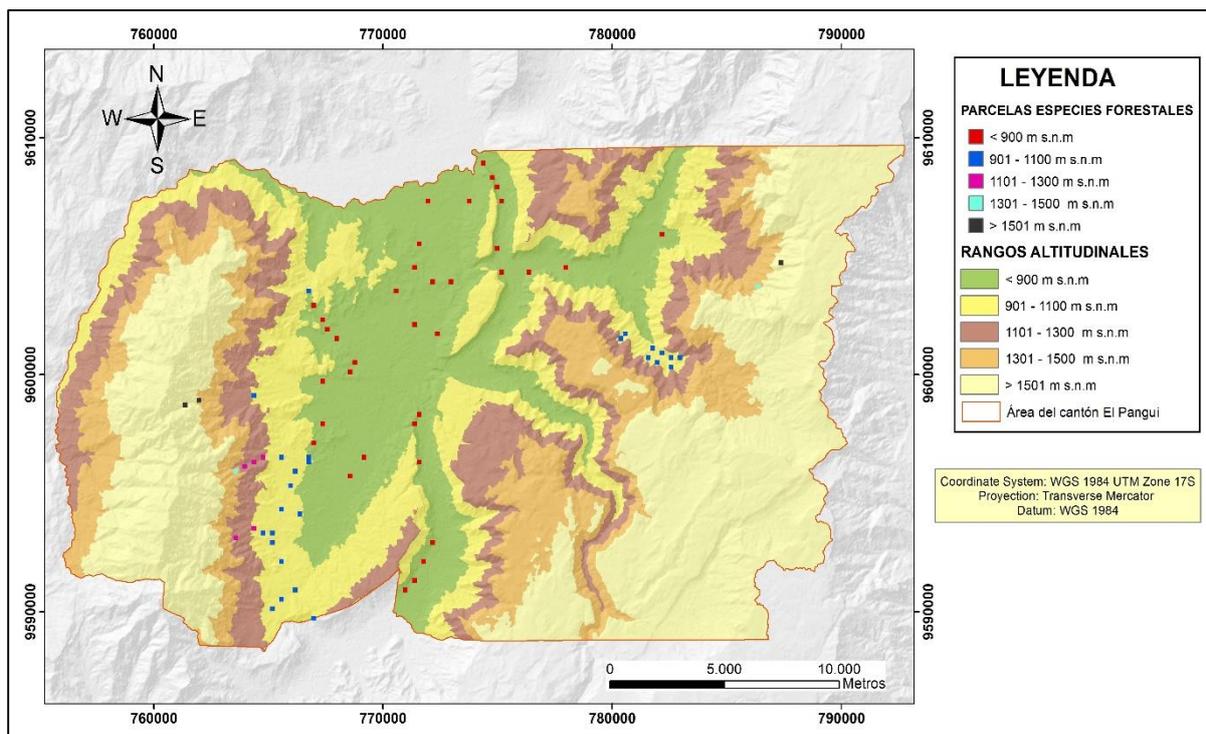
La difusión de los resultados de la investigación se la realizo a estudiantes del décimo ciclo de la carrera de Ingeniería Forestal y a actores internos e interesados del área de influencia del proyecto por medio de la presentación de un poster científico, en el que se dio a conocer los resultados del cálculo de los perfiles ecológicos y los mapas de distribución de las especies en estudio. Además, se dejó un ejemplar físico y digital del documento de la Tesis en la Dirección de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja.

## 4. RESULTADOS

Los datos georreferenciados tomados en campo fueron representados cartográficamente a través del software ArcMap 10.3 a una escala 1: 25 000 y validados para determinar si el número de registros obtenidos es suficiente para aplicar el método de los perfiles ecológicos. Cada registro fue representado con un tamaño de píxel de 40 000 m<sup>2</sup> para convertirlo en parcela donde se obtuvieron 72 parcelas y 73 registros en el área de estudio (Anexo 1).

### 4.1. Mapa de ubicación de Parcelas en el área Estudio en Relación con la Altitud.

El mapa de distribución de parcelas por rango altitudinal (Fig. 10), se encuentra clasificado en 5 clases. Las clases que presentan el mayor número de parcelas son: Clase I que está por debajo de los 900 m s.n.m. que corresponde a zonas bajas y pobladas donde se registraron el 50 % de parcelas y Clase II que se encuentra entre 901-1 100 m s.n.m. con 36,11 % de parcelas; mientras que la Clase IV comprendida entre la cota 1 301 hasta 1 500 m s.n.m. es la que presenta el menor porcentaje de parcelas con un 2,78 %.

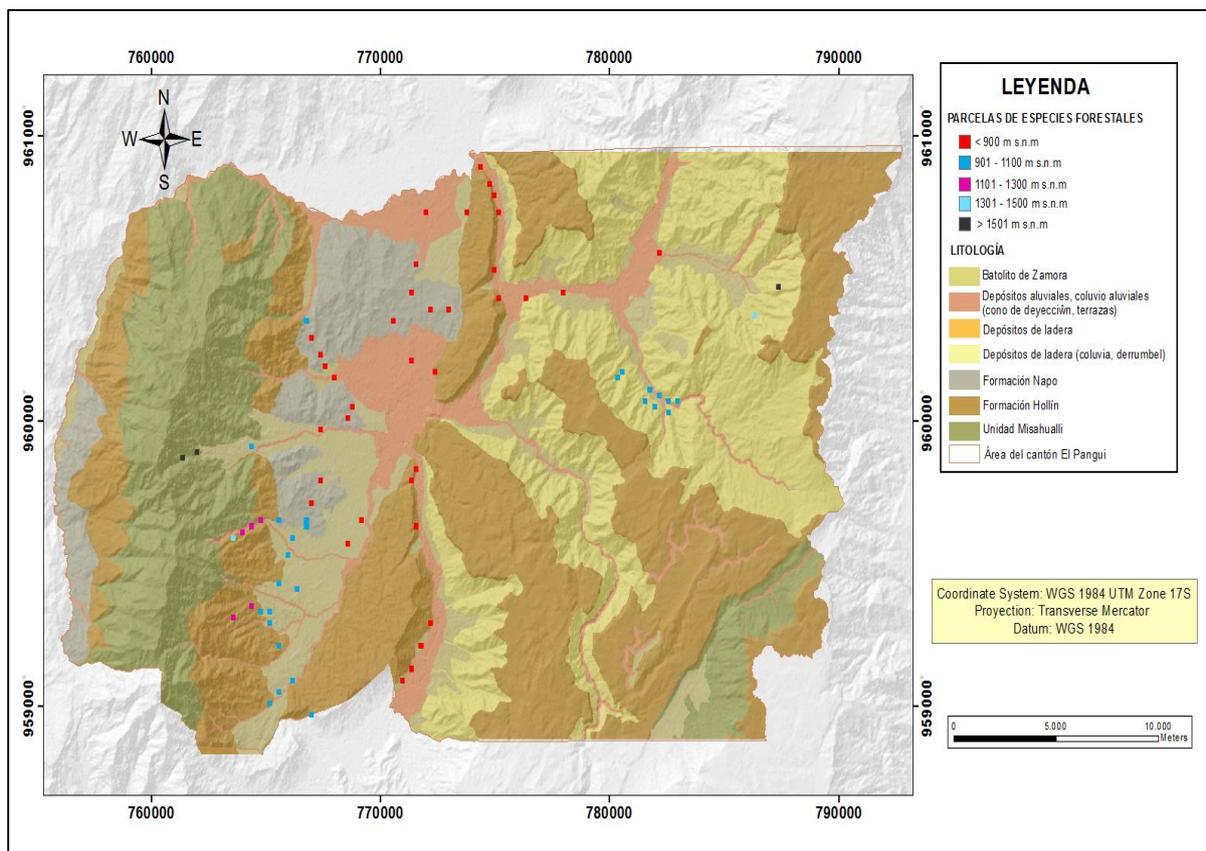


Fuente: SENPLADES

Figura 10. Mapa de distribución de parcelas por rangos altitudinales del área de estudio

#### 4.1.1. Distribución de parcelas por rango altitudinal y su relación con la litología.

El mapa de litología presenta siete tipos de rocas existentes en el cantón El Panguí (Fig. 11). Se puede observar que el mayor número de parcelas se concentran en las clases, Formación Hollín y Formación Napo que se encuentran dentro del rango altitudinal 752 – 1 300 m s.n.m., que representan el 22,22 % y 20,83 % de parcelas respectivamente. Sin embargo, la clase de Depósitos de ladera (coluvio, derrumbel) y Unidad Misahualli establecidas entre los rangos altitudinales 752 >1 500 m s.n.m. son las que registran un menor número de presencia de parcelas que corresponden al 6,94 % y 2,78 % respectivamente.

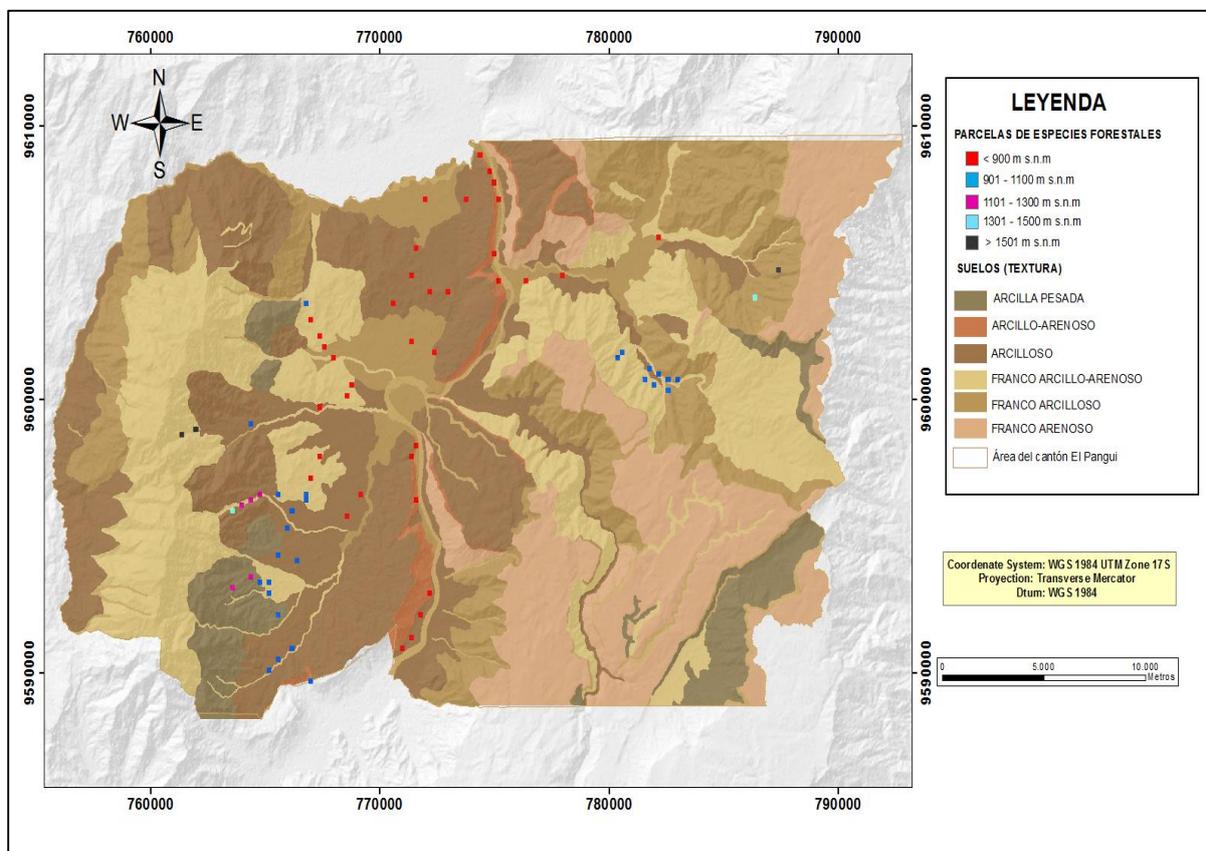


Fuente: SENPLADES

*Figura 11.* Mapa de distribución de parcelas por rangos altitudinales y su relación con la Litología en el área de estudio.

#### 4.1.2. Distribución de parcelas por rango altitudinal y su relación con los Suelos: textura

En el mapa se representan seis texturas de suelos distribuidas en diferentes rangos altitudinales. (Fig. 12), en donde se puede apreciar que el mayor número de parcelas se encuentran en la textura Arcilloso y Franco – Arcillo – Arenoso con el 31,94 % cada una, mientras que en la textura Arcilla Pesada se registra un menor número de parcelas con un total de 4,17 %. Cabe mencionar que en la textura Franco Arenoso no se registraron parcelas.

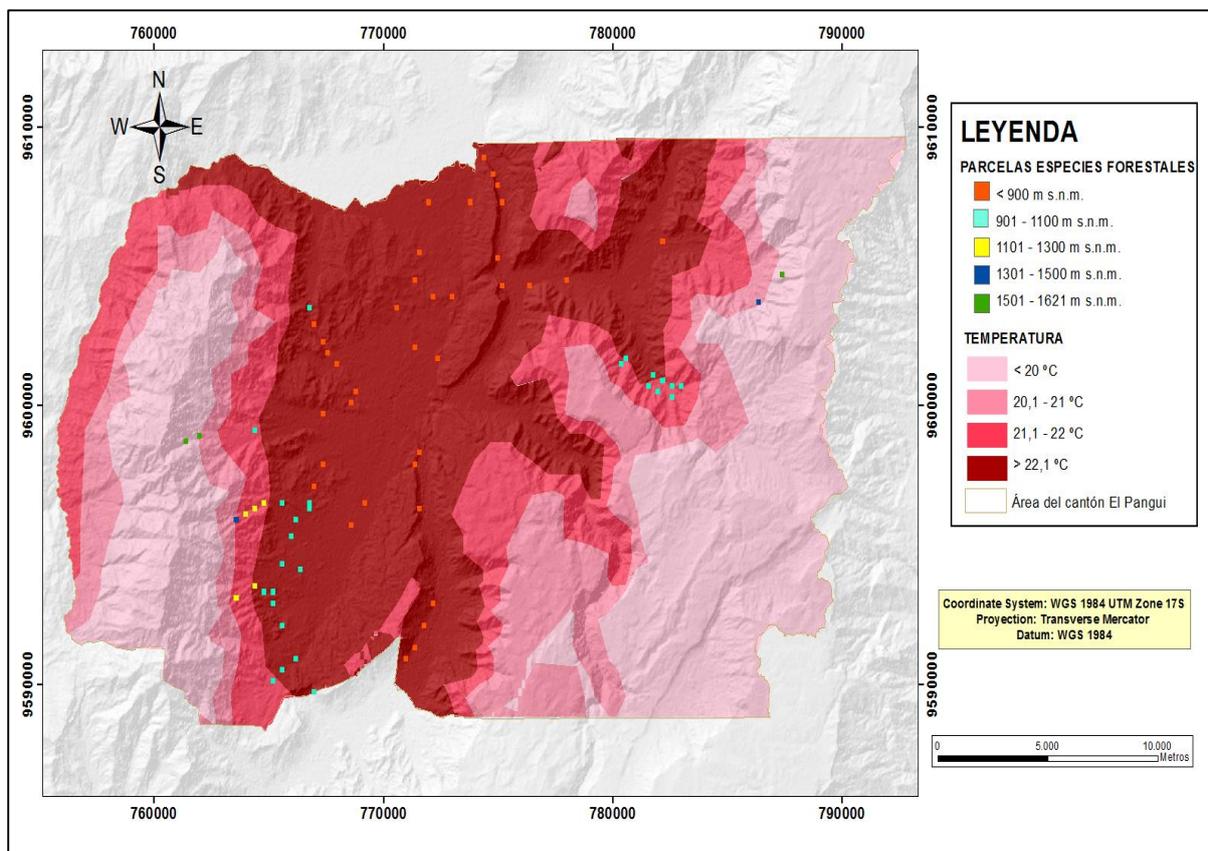


Fuente: SENPLADES

Figura 12. Mapa de distribución de parcelas por rangos altitudinales y su relación con los suelos: textura, presentes en el área de estudio

#### 4.1.3. Distribución de parcelas por rango altitudinal y su relación con la temperatura media anual

El mapa de temperatura media anual (Fig. 13) muestra la distribución de las parcelas en 4 clases, siendo la más representativa la Clase IV (22,1 - 23 °C) donde se encuentra el 73,6 % de parcelas distribuidas en altitudes < 900 hasta 1 100 m s.n.m. Por otro lado, en la Clases I y II (< 20 °C y 20,1 - 21 °C) se registraron el menor número de parcelas con un 2,78 % que se encuentran en altitudes entre los 1 300 - > 1 500 m s.n.m.

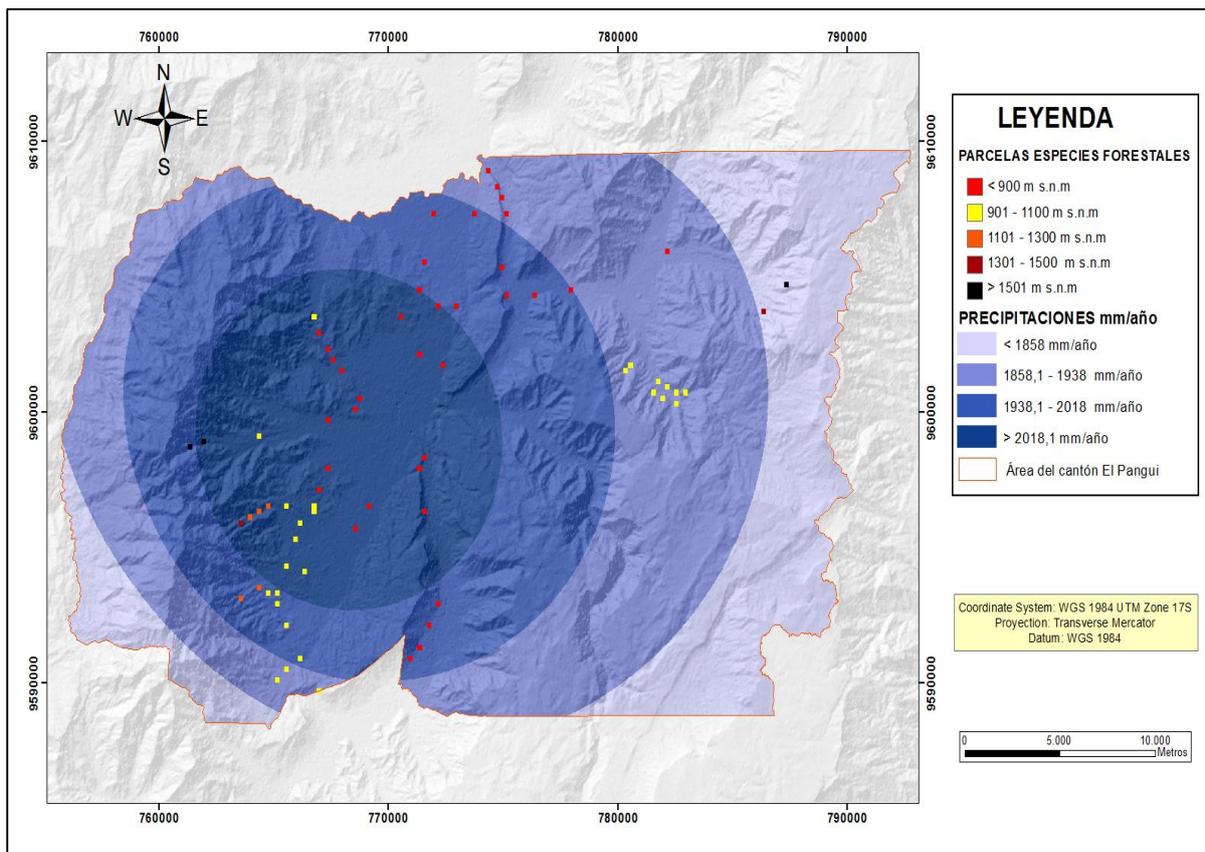


Fuente: SENPLADES.

*Figura 13.* Mapa de distribución de parcelas por rangos altitudinales y su relación con la temperatura media anual.

#### 4.1.4. Distribución de parcelas por rango altitudinal y su relación con la precipitación media anual

El mapa de precipitación media anual (Fig. 14) presenta cuatro clases, siendo la más representativa la Clase IV con precipitaciones entre 2 018,1 – 2 098 mm donde se encuentra el 44,44 % de parcelas y la clase I con precipitaciones < 1 858 mm es la menos representativa puesto que representa el 2,78 % de presencia de parcelas.



Fuente: SENPLADES.

*Figura 14.* Mapa de distribución de parcelas por rangos altitudinales y su relación con la precipitación media anual

#### 4.1.5. Perfiles Ecológicos de las Especies Seleccionadas

Para poder realizar los cálculos de los perfiles ecológicos, se categorizó las variables continuas de cada factor ecológico en clases a través de intervalos, lo cual permitió que se transformen en discretas y sean procesadas para cada descriptor o factor ecológico.

Mediante el análisis del software estadístico CALCPERF se obtuvo el cálculo de los perfiles ecológicos de conjunto (PEC), perfiles brutos de frecuencia absoluta de presencia (FAP), frecuencia absoluta de ausencia (FAA), frecuencia relativa de presencia (FRP), frecuencia corregidas de presencia (FCP) y  $X^2$  de las tres especies en estudio. Obteniendo como resultado la identificación de los factores ecológicos que influyen en el desarrollo y distribución de las especies, los cuales sirvieron para la elaboración de los mapas de distribución de cada especie y el mapa de zonificación silvícola (Anexos 2, 3, 4, 5).

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de los perfiles ecológicos de las tres especies en relación con el factor altitud en rangos de 200 metros cada uno. (Tabla 4).

Tabla 4. *Matriz de perfiles ecológicos con relación a la altitud, de las especies en estudio.*

Especie	Perfiles	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V	TOTAL
		<900 m s.n.m.	901-1100 m s.n.m.	1101-1300 m s.n.m.	1301-1500 m s.n.m.	>1500 m s.n.m.	
<b>4° Libertad 9.49</b>	<b>PEC</b>	<b>36</b>	<b>26</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>72</b>
	<b>FAP</b>	16	9	0	0	0	25
	<b>FAA</b>	20	17	5	2	3	47
	<b>FRP</b>	0,44	0,35	0	0	0	0,35
	<b>FCP</b>	1,28	1	0	0	0	1
	<b>X<sup>2</sup></b>	1,45	0	4,27	1,71	2,56	9,99
<b><i>Ced cat</i></b>	<b>FAP</b>	19	7	2	0	0	28
	<b>FAA</b>	17	19	3	2	3	44
	<b>FRP</b>	0,53	0,27	0,4	0	0	0,39
	<b>FCP</b>	1,36	0,69	1,03	0	0	1
	<b>X<sup>2</sup></b>	2,84	1,65	0	1,97	2,95	9,41
	<b><i>Ter ama</i></b>	<b>FAP</b>	19	7	2	0	0
<b>FAA</b>		17	19	3	2	3	44
<b>FRP</b>		0,53	0,27	0,4	0	0	0,39
<b>FCP</b>		1,36	0,69	1,03	0	0	1
<b>X<sup>2</sup></b>		2,84	1,65	0	1,97	2,95	9,41

Tabla 2. Continuación...

Especie	Perfiles	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V	TOTAL
		<900 m s.n.m.	901-1100 m s.n.m.	1101-1300 m s.n.m.	1301-1500 m s.n.m.	>1500 m s.n.m.	
<i>Cla rac</i>	FAP	2	10	3	2	3	20
	FAA	34	16	2	0	0	52
	FRP	0,06	0,38	0,6	1	1	0,28
	FCP	0,2	1,38	2,16	3,6	3,6	1
	X <sup>2</sup>	11,8	1,39	2,26	5,12	7,69	28,26

Fuente: Elaboración propia

PEC: Perfiles ecológicos de conjunto,

FAP: Frecuencia absoluta de presencia,

FAA: Frecuencia absoluta de ausencia,

FRP: Frecuencia relativa de presencia,

FCP: Frecuencia corregida de presencia,

X<sup>2</sup>: ji cuadrado.

Al analizar los resultados de los perfiles ecológicos del factor altitud se puede evidenciar que fue clasificado en cinco clases con intervalos de 200 m para determinar el número de parcelas que se encuentran dentro de cada clase; donde se observa que en la clase I se presentan el mayor número de parcelas (36 parcelas), mientras que en la clase IV se registra el menor número de parcelas con un total de 2 parcelas. De igual manera se clasificó la frecuencia absoluta de presencia (FAP) que es el número de parcelas por especie presentes en cada clase, siendo la clase I la que registra mayor número de parcelas para las especies *Cedrelinga cateniformis* y *Terminalia amazonia*, mientras que en la clase II se registró el mayor número de parcelas para la especie *Clarisia racemosa*. Partiendo de estos resultados se procedió a calcular el perfil de frecuencias absolutas de ausencia (FAA), que resulta de la diferencia entre el perfil ecológico de conjunto (PEC) de cada clase y la frecuencia absoluta de presencia (FAP) de la clase. Por ejemplo, en el caso de *Cedrelinga cateniformis* en la clase I se tiene:  $FAA = 36 (PEC) - 16 (FAP) = 20$

Por otro lado, los perfiles de frecuencias corregidas de presencia permiten determinar si una especie es frecuente o no dentro de una clase. Para esto si la (FCP) > 1, la especie es más frecuente de lo esperado; mientras que si la (FCP) es igual o próxima a 1, la especie es habitual en la clase; pero si la (FCP) < 1, la especie es menos habitual dentro de esa clase. (Fig. 15).

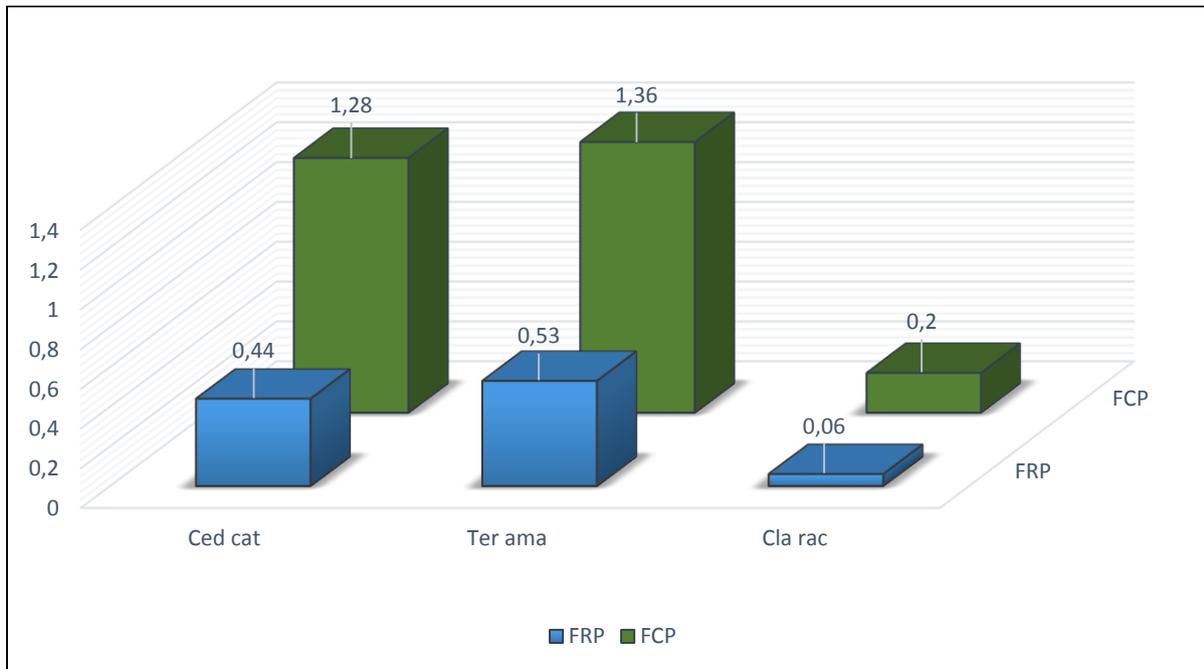


Figura 15. Representación gráfica de los valores de las FRP Y FCP del factor altitud (clase I) para las especies en estudio.

En la figura 15 se presentan los resultados de los perfiles de frecuencias relativas de presencia (FRP) y frecuencias corregidas de presencia (FCP) en relación con el factor altitud, en el cual se puede observar que las especies *Cedrelinga cateniformis* y *Terminalia amazonia* presentan mayor valor de FRP en la clase I (< 900 m s.n.m) con porcentajes de 0,44 y 0,53 respectivamente y la FCP demuestra que estas especies son más frecuente en esa clase, por lo que su valor es mayor a 1; mientras que en la misma clase *Clarisia racemosa* presenta el valor más bajo con FRP de 0,06 y con un valor menor a 1 en FCP donde se demuestra que esta especie es menos habitual en la clase.

Por lo tanto, los perfiles ecológicos se elaboran a partir de las frecuencias corregidas de presencia.

Para determinar si un factor ecológico guarda relación con la especie, el software CALCPERF toma en cuenta un 0,05 de probabilidad de error para  $X^2$ , en los que a través de los grados de libertad arrojados por el mismo programa se determina si la especie guarda o no relación con dicho factor.

Para el caso del factor Altitud que presenta 5 clases con intervalos de 200 m s.n.m. cada uno, el programa establece 4° de Libertad = (9.49), y si la especie supera dichos grados, se dice que guarda relación con el factor ecológico. Por ejemplo: el valor de  $X^2$  para *Clarisia racemosa* y *Cedrelinga cateniformis* superan los grados de libertad,  $X^2 = 28,26 > 9,49$  y  $X^2 = 9,99 > 9,49$  respectivamente, por lo tanto, guardan relación con el factor Altitud; mientras que *Terminalia amazonia* no guarda relación con el factor Altitud a causa de no superar los grados de libertad  $X^2 = 9,41 < 9,49$ .

Los resultados de los requerimientos ecológicos de cada especie obtenidos a través del método de los perfiles ecológicos de cada factor analizado sirvieron para la elaboración de los mapas de distribución de especies y el mapa de zonificación silvícola.

#### **4.1.6. Comparación de Resultados con “R”**

Se utilizó el software estadístico “R” para comparar los datos obtenidos del método de los perfiles ecológicos determinados mediante el programa CALCPERF. A continuación, se presenta un ejemplo para *Clarisia racemosa* en relación con el factor temperatura, donde se puede observar en la tabla 5 que la especie se distribuye en diferente proporción de acuerdo con las clases establecidas de temperatura; datos que sirven de base para crear la matriz en R y mediante el comando `chisq.test` determinar si la especie se encuentra relacionada con alguno de los factores ecológicos.

Tabla 5. *Matriz de Frecuencias absolutas de presencia de Clarisia racemosa en relación con el factor temperatura*

Perfiles	<i>Clarisia racemosa</i>				TOTAL
	CLASE I <20 °C	CLASE II 20-21 °C	CLASE III 21-22°C	CLASE IV > 22 °C	
FAP	2	2	10	6	72

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6 se muestra la comparación de los valores de  $X^2$  del método de perfiles ecológicos y el software estadístico “R”, los mismos que fueron obtenidos mediante el análisis de perfiles ecológicos de las frecuencias absolutas de presencia (FAP) en cada clase.

Tabla 6. *Datos de  $X^2$  para Clarisia racemosa en relación con el factor temperatura.*

	Grados de Libertad	Equivalente	$X^2$	p-value
CALCPERF	3	7,81	28,55	0,05
"R"	3		28,86	0,000002

Fuente: Elaboración propia.

En el software estadístico “R” mediante el comando matrix (chisq.test) se determinó que la especie guarda relación con dicho factor, puesto que el valor de p-value es de 0,000002; lo cual indica que la probabilidad de error es insignificante.

El mismo procedimiento fue realizado para cada una de las especies con cada factor ecológico, y se obtuvo el mismo resultado que el método de los perfiles ecológicos, lo cual corrobora que todos los datos obtenidos en el programa CALCPERF son válidos y fiables.

#### 4.2. Mapas de Distribución de las Especies en Base a los Perfiles Ecológicos

El mapa de distribución de las parcelas y especies por rango altitudinal se relacionó con los mapas de cada factor ecológico mediante la superposición de capas. Luego estos mapas fueron entrecruzados con las clases de los factores ecológicos que guardaron relación con las especies, es decir los que presentaron valores mayores o iguales a 1, obteniendo así el mapa de distribución de cada especie en base a sus preferencias ecológicas para su mejor desarrollo.

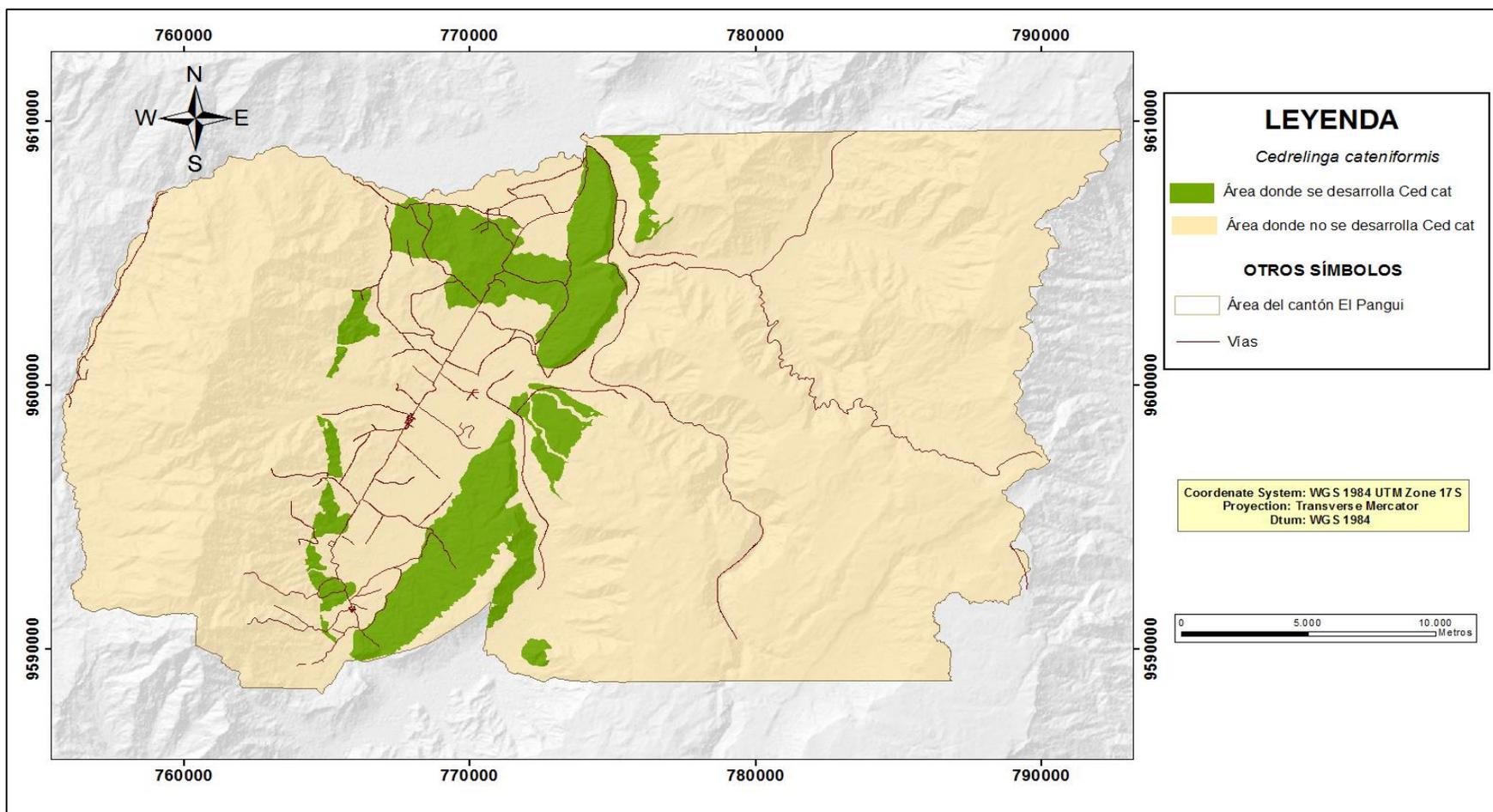
A continuación, se presenta la tabla resumen de las preferencias ecológicas para la distribución de las tres especies forestales nativas en el cantón El Pangui que se obtuvieron a través del método de los perfiles ecológicos (Tabla 7).

Tabla 7. *Preferencias ecológicas de las tres especies forestales nativas obtenidos a través de los perfiles ecológicos en el Cantón El Pangui.*

<b>ESPECIE</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
<i>Ced cat</i>	<b>Altitud</b>	<900 - 1100 m s.n.m.	Se asocia al factor ecológico
	<b>Litología</b>	Formación Napo Formación Hollín Batolito de Zamora	
	<b>Suelos: textura</b>	Arcillo - Arenoso Arcilloso Arcilla Pesada	
	<b>Precipitación</b>	1 858 - > 2 018 mm	
	<b>Temperatura</b>	> 22 °C	
	<i>Ter ama</i>	<b>Altitud</b>	< 900 m s.n.m. y 1 101 – 1 300 m s.n.m.
<b>Litología</b>		Depósitos Aluviales Depósitos de Ladera (coluvio, derrumbel) Formación Napo Formación Hollín Depósitos de Ladera	
<b>Suelos: textura</b>		Arcilla Pesada Arcilloso Franco Arcilloso	
<b>Precipitación</b>		1 858 - > 2 018 mm	
<b>Temperatura</b>		> 22 °C	Se asocia al factor ecológico
<i>Cla rac</i>		<b>Altitud</b>	901 - > 1 500 m s.n.m.
	<b>Litología</b>	Depósitos Aluviales Unidad Misahualli Depósitos de Ladera Batolito de Zamora	Se asocia al factor ecológico
	<b>Suelos: textura</b>	Franco Arcilloso Franco – Arcillo - Arenoso	Se asocia al factor ecológico
	<b>Precipitación</b>	< 1 858 – 1 938 mm y > 2 018 mm	
	<b>Temperatura</b>	< 20 °C – 22 °C	Se asocia al factor ecológico

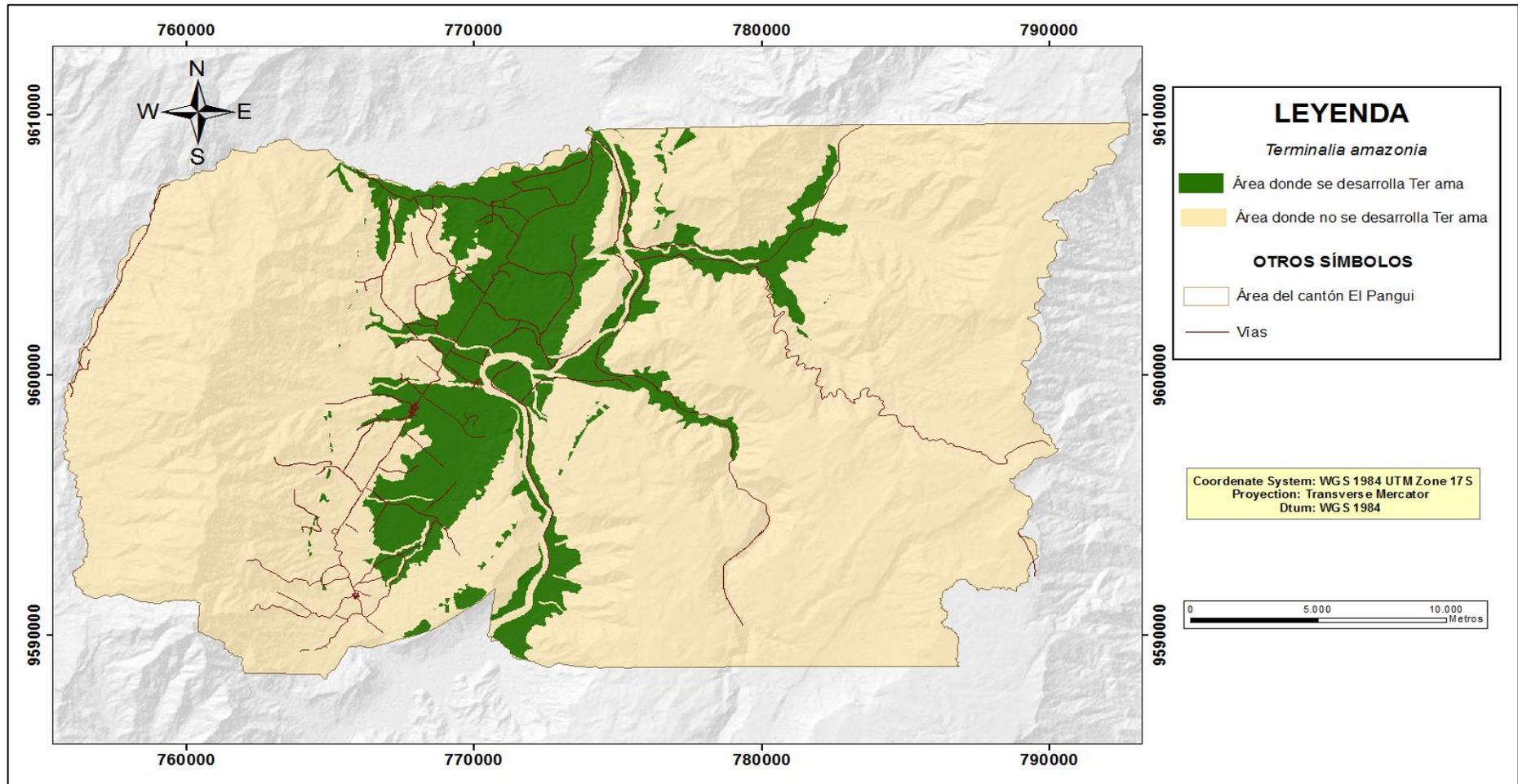
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos a través de los perfiles ecológicos presentados en la (Tabla 7), sirvieron para elaborar los mapas de distribución de cada una de las especies forestales nativas en estudio, según sus exigencias ecológicas (Fig. 16, 17 y 18).



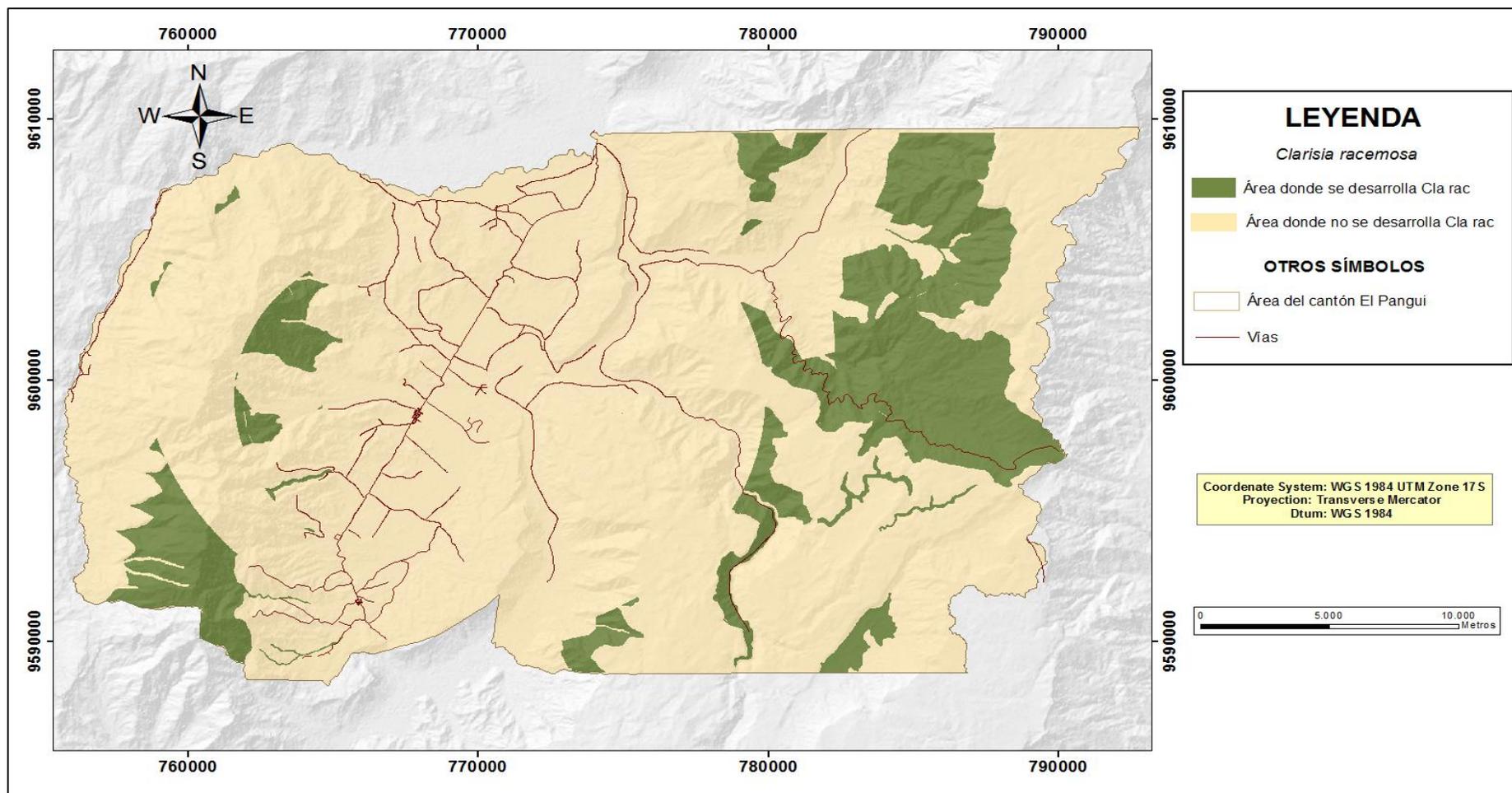
Fuente: SENPLADES

Figura 16. Mapa de distribución de *Cedrelinga cateniformis*, en el Cantón El Panguí, Provincia de Zamora Chinchipe



Fuente: SENPLADES

Figura 17. Mapa de distribución de *Terminalia amazonia*, en el Cantón El Pangui, Provincia de Zamora Chinchipe



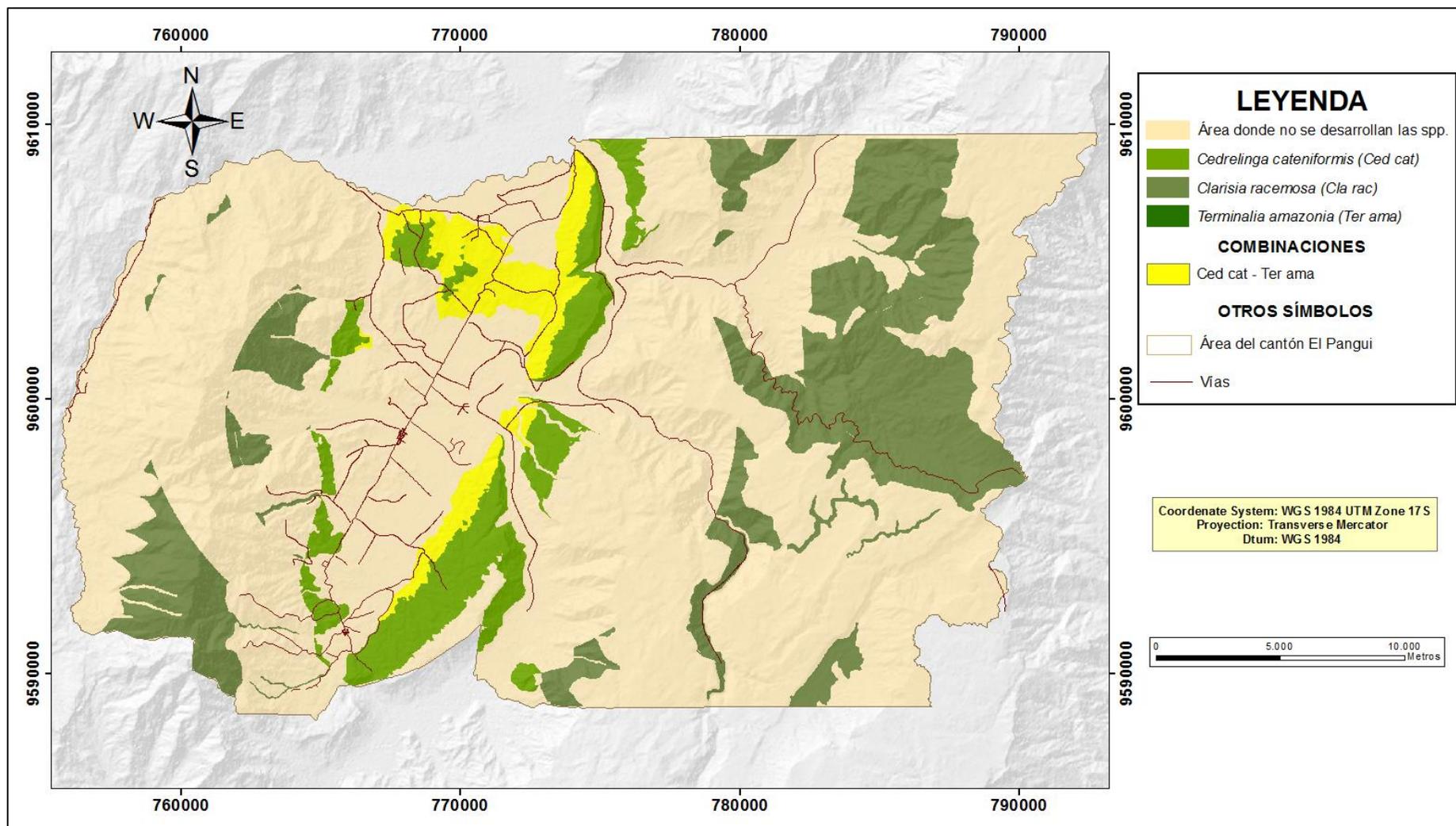
Fuente: SENPLADES

Figura 18. Mapa de distribución de *Clarisia racemosa*, en el Cantón El Pangui, Provincia de Zamora Chinchipe.

#### **4.2.1. Mapa de Zonificación Silvícola**

El mapa de zonificación silvícola fue elaborado a partir de la superposición de capas de los mapas de distribución de las especies seleccionadas, donde se representan las áreas con aptitud forestal para la distribución y desarrollo de las tres especies forestales (Fig. 19).

Este mapa aporta con información técnica, suficiente y actualizada sobre la delimitación de las áreas con vocación forestal potenciales del territorio, donde se determinan las condiciones ambientales que requieren las especies para su distribución y desarrollo, convirtiéndose en una herramienta útil de planificación para la ejecución de proyectos de forestación y restauración que aportará al desarrollo forestal en el cantón.



Fuente: SENPLADES

Figura 19. Mapa de zonificación silvícola de las tres especies forestales nativas en el cantón El Panguí.

### 4.3. Difusión de Resultados

Los resultados obtenidos en la investigación fueron socializados a través de un poster científico a estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal y actores interesados en el tema de estudio, en la semana del estudiante, realizada del 11 al 15 de febrero del 2019 (Fig. 20, 21). De igual manera se hizo una presentación de los resultados a actores del área de influencia del proyecto, tales como: Finqueros, Trabajadores públicos del GAD Municipal y más interesados. (Fig. 22) y (Anexo 9).

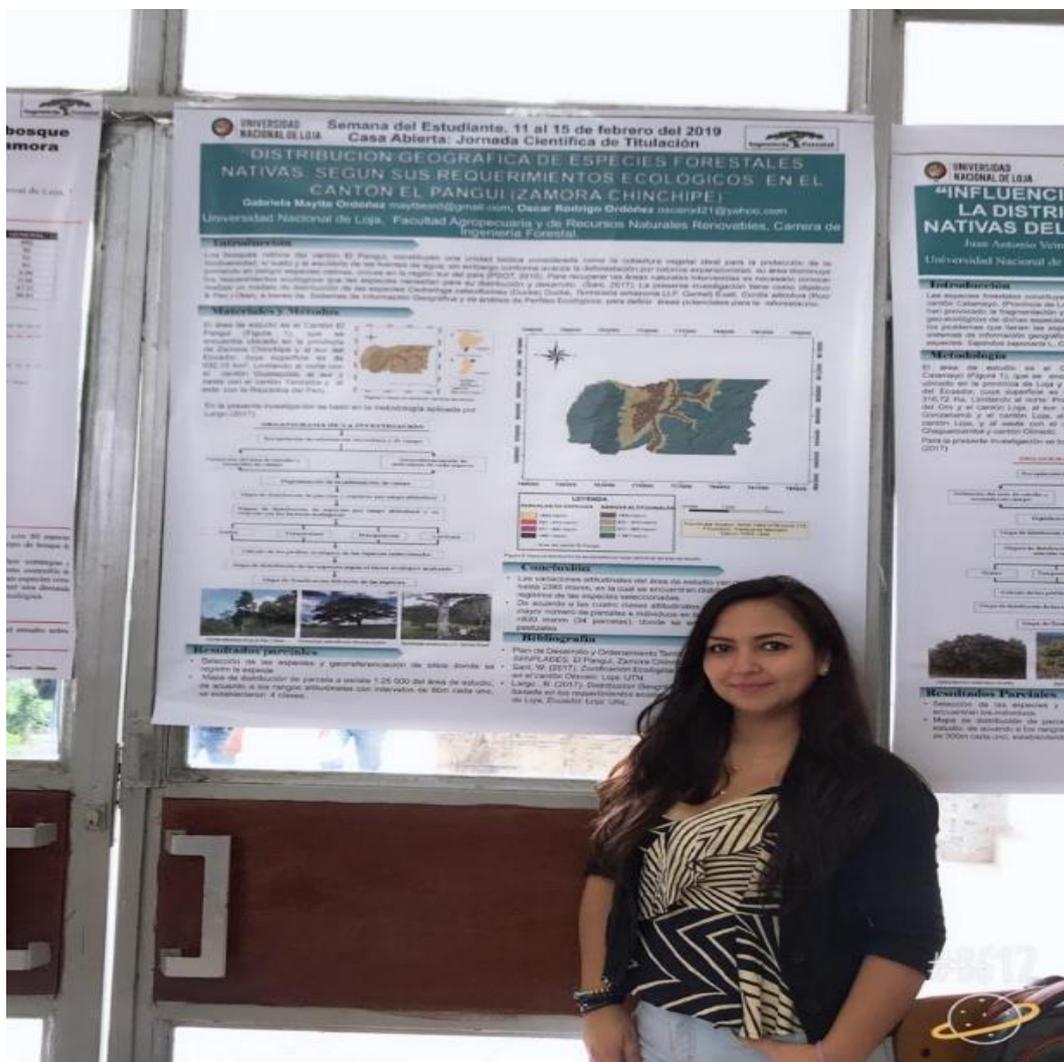


Figura 20. Registro fotográfico de la difusión de Resultados



# "DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS, SEGÚN SUS REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS, EN EL CANTÓN EL PANGUI (ZAMORA CHINCHIPE)"

Gabriela Maytte Ordóñez maytteord@gmail.com, Oscar Rodrigo Ordóñez oscarrod21@yahoo.com

Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Forestal.

## Introducción

Los bosques nativos del cantón El Pangui, constituyen una unidad biótica considerada como la cobertura vegetal ideal para la protección de la biodiversidad, el suelo y el equilibrio de las fuentes de agua; sin embargo conforme avanza la deforestación por colonos expansionistas, su área disminuye poniendo en peligro especies nativas, únicas en la región sur del país (PDOT, 2015). Para recuperar las áreas naturales intervenidas es necesario conocer los requerimientos ecológicos que las especies necesitan para su distribución y desarrollo (Sani, 2017). La presente investigación tiene como objetivo realizar un modelo de distribución de las especies *Cedrelga cateniformes* (Ducke) Ducke, *Terminalia amazonia* (J.F. Gemel) Exell, *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken, a través de Sistemas de Información Geográfica y de análisis de Perfiles Ecológicos, para definir áreas potenciales para la reforestación.

## Materiales y Métodos

El área de estudio es el Cantón El Pangui (Figura 1), que se encuentra ubicado en la provincia de Zamora Chinchipe y al sur del Ecuador, cuya superficie es de 632.10 km<sup>2</sup>. Limitando al norte con el cantón Guanoqueza, al sur y oeste con el cantón Yanacocha y al este con la República del Perú.

En la presente investigación se basó en la metodología aplicada por Largo (2017).



## Resultados parciales

- Selección de las especies y georreferenciación de sitios donde se registró la especie
- Mapa de distribución de parcela a escala 1:25 000 del área de estudio, de acuerdo a los rangos altitudinales con intervalos de 80m cada uno, se establecieron 4 clases.

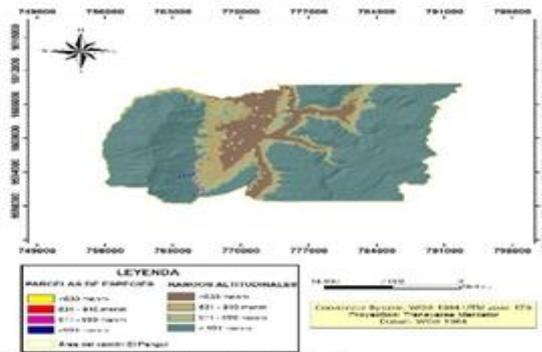


Figura 1. Mapa de 600 hectáreas de las parcelas por rango altitudinal en el área de estudio.

## Conclusión

- Las variaciones altitudinales del área de estudio van desde 750 msnm hasta 2385 msnm, en la cual se encuentran distribuidas 62 parcelas y 68 registros de las especies seleccionadas.
- De acuerdo a las cuatro clases altitudinales establecidas, se identificó el mayor número de parcelas e individuos en la clase I que comprende cotas <830 msnm (34 parcelas), donde se encuentran áreas de cultivo y pastizales.

## Bibliografía

- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón El Pangui. (2015). SENPLADES: El Pangui, Zamora Chinchipe.
- Sani, W. (2017). Zonificación Ecológica de especies forestales prioritarias en el cantón Otavalo. Loja: UTN.
- Largo, R. (2017). Distribución Geográfica de especies Nativas Arbóreas basada en los requerimientos ecológicos en el Cantón Zapotillo, Provincia de Loja, Ecuador. Loja: UNL.

Figura 21. Poster de la difusión de Resultados de la investigación



Figura 22. Registro Fotográfico de la difusión de resultados en el área de influencia.

## 5. DISCUSION

### 5.1. Exigencias Ecológicas de las tres Especies Forestales Nativas en el Cantón El Pangui, Provincia de Zamora Chinchipe.

El estudio de los factores ecológicos nos brinda información importante para rehabilitar territorios alterados con potencial forestal. Los resultados de la investigación sobre los requerimientos ecológicos de las tres especies forestales nativas para su distribución, confirman la hipótesis planteada al inicio de la investigación, donde se afirma que, los factores ambientales (altitud, litología, suelos: textura, precipitación y temperatura media anual) influyen de manera importante sobre los requerimientos ecológicos de las especies forestales nativas y consecuentemente en su distribución geográfica; información que se relaciona con lo dicho por Jaramillo y Cadena (2012), que manifiestan que las condiciones ambientales del sitio y las características genéticas de las especies influyen para un mejor desarrollo del individuo forestal.

Además, los perfiles ecológicos muestran la tendencia que tienen cada una de las especies forestales de depender de uno o más factores ecológicos para su distribución dentro de zonas específicas en el cantón de estudio, información que se constata con lo mencionado por Arias (2004), quien señala que las condiciones del sitio influyen en la producción de las especies y que según Fischer (2010), cada especie necesita de un ambiente óptimo para su desarrollo. Por lo tanto, con la aplicación del método de los perfiles ecológicos se determinó que la distribución de *Cedrelinga cateniformis* depende del factor altitud, mientras que *Terminalia amazonia* depende de la temperatura y *Clarisia racemosa* depende de los factores altitud, litología, suelo: textura y temperatura.

Partiendo de estos resultados y con la ayuda del software ArcMap 10.3, que es una herramienta adecuada para estudiar las potencialidades de productividad de diferentes áreas; se realizó el mapa de Zonificación silvícola en el que están representadas cartográficamente

las zonas con aptitud forestal donde se da la distribución de las tres especies forestales nativas y sus posibles combinaciones, que contribuirá en la toma de decisiones para el uso adecuado de los recursos forestales.

## **5.2. Distribución de las Especies Forestales Nativas y Zonificación Silvícola**

Martínez (2008), asegura que, el análisis de la relación del crecimiento de especies forestales con factores de temperatura media anual, precipitación media anual, suelo y relieve, han contribuido notablemente en el conocimiento de la productividad de los bosques. Por ello, al analizar los resultados obtenidos a través del método de los perfiles ecológicos y los mapas de distribución de las especies, se logró identificar y delimitar los lugares potenciales donde se pueden distribuir y desarrollar cada una de las especies forestales nativas en estudio.

Los resultados del método de los perfiles ecológicos determinaron que *Cedrelinga cateniformis* se relaciona con el factor altitud, siendo los rangos óptimos para su desarrollo los que se encuentran < 900 – 1 100 m s.n.m., prefiriendo precipitaciones de 1 958 - > 2 018 mm, y temperaturas de 22 - 23 °C; información que es corroborada por Dazzeo (2014), que indica que la especie se presenta en sitios con altitudes entre 120 - 1 000 m s.n.m., con temperaturas desde 22 - 27 °C. En cuanto al factor ecológico suelos: textura, la especie es más frecuente en las partículas texturales Arcillo-Arenoso, Arcilloso, y Arcilla pesada. Requerimiento reportado por Angulo (2014), que menciona que la especie se desarrolla en suelos ácidos y arcillosos, con pH de 4,5 a 5,5 (muy fuerte a fuertemente ácido), con alto contenido de aluminio, buen drenaje y no soporta inundaciones.

Para *Terminalia amazonia*, se determinó que esta especie guarda relación con el factor temperatura, siendo muy frecuente en el rango de > 22,1 °C, con precipitaciones que van desde 1 938 - 2 018 mm y en altitudes < 900 – 1 300 m s.n.m. Así mismo, Montero y Kanninen (s.f), manifiestan que esta especie se encuentra en elevaciones que van desde el nivel del mar hasta

los 1 100 m, con temperaturas entre 21 °C - 24 °C y precipitaciones media anuales entre 2 000 y 4 500 mm por año, soportando hasta cuatro meses de sequía.

Los suelos de preferencia de esta especie según el análisis de los perfiles ecológicos son las partículas texturales Arcilla Pesada y Arcilloso, con pendientes suaves menores al 12%, van de profundos a moderadamente profundos; se encuentran poco desarrollados, con drenaje bueno, pH medianamente ácido y fertilidad natural baja. Flores (1994), reportó a la especie en colinas de poca pendiente y llanuras costeras semipantanosas, en una gran variedad de suelos, incluyendo arenas, gravas, suelos volcánicos de tierras altas, arcillas de baja fertilidad y suelos calcáreos, con gran adaptabilidad a condiciones difíciles, convirtiéndola en una especie clave para los programas de reforestación.

En cuanto a *Clarisia racemosa* se determinó que se encuentra relacionada con los factores altitud, litología, suelos y temperatura, prefiriendo los rangos altitudinales aquellos que van desde 1 301 - 1 500 m s.n.m., con temperaturas < 20 °C y con niveles de precipitación media anual < 1 858 mm.; desarrollándose adecuadamente en partículas texturales Franco-Arcilloso y Franco-Arcillo-Arenoso, con pendientes de muy fuertes a abruptas mayores a 70 %, con drenaje moderado y fertilidad natural mediana. Dicha información es corroborada por Aguirre *et al.* (2015), quienes mencionan que la especie es nativa de la Costa, Andes y Amazonía, creciendo en las provincias de Esmeraldas, Los Ríos, Morona Santiago, Napo, Pastaza, Pichincha, Sucumbíos y Zamora Chinchipe; entre 0 – 1 500 m s.n.m. Mientras que Pinto *et al.* (2018), han observado a la especie creciendo aisladamente en potreros y remanentes boscosos, entre 0 - 1200 m de altitud; de igual manera indica que es una especie que facilita la descomposición del suelo. Cabe recalcar que, en cuanto a información del tipo de suelo y litología en la que se desarrolla la especie es escasa, por lo tanto, el análisis de los perfiles ecológicos contribuye con información para un mejor desarrollo y distribución de la misma.

Como respuesta a los resultados de la investigación, es importante mencionar lo dicho por Serrada (2008), quien indica que una especie tiene amplia valencia ecológica con respecto a un factor ecológico; denominando eurioica a aquellas que pueden soportar enormes variaciones de la intensidad de ese factor; y estenoicas a las que presentan escasa valencia ecológica, por lo que no pueden resistir más que variaciones pequeñas del mismo. Por lo tanto, en cuanto al análisis de los factores ecológicos que están relacionados con cada una de las especies, se determinó que *Cedrelina cateniformis* y *Terminalia amazonia* son especies **estenoicas** debido a que pueden soportar solamente variaciones pequeñas en la intensidad de los factores con los que se encuentran relacionados, mientras que *Clarisia racemosa* puede soportar enormes variaciones de intensidad de los factores que tiene relación, denominándose así como una especie **eurioica**.

En relación con el mapa de Zonificación Silvícola, la distribución espacial de las especies forestales sirven de ayuda para la planificación de programas de reforestación, siendo así que Ordóñez (2011), menciona que la zonificación silvícola interrelaciona las especies con los descriptores ecológicos, identificando y agrupando los terrenos que reúnen todos los factores ecológicos requeridos por las especies, siendo de gran aporte para la planificación y ejecución de los programas de reforestación y recuperación de áreas degradadas. Entonces de acuerdo al mapa, se identificó y delimitó 27 306 ha que cuentan con las condiciones ambientales apropiadas para el desarrollo y distribución de las especies, que serían de gran utilidad para llevar a cabo los programas de reforestación y ordenación forestal, mientras que 35 904 ha del territorio del cantón el Pangui que representan el 56,80 %, no reúnen los requerimientos ecológicos que las especies necesitan para su distribución y desarrollo.

## 6. CONCLUSIONES

- En base al análisis del método de los perfiles ecológicos se determinó que *Clarisia racemosa* es la especie que se relaciona con más factores ecológicos (altitud, litología, suelos: textura y temperatura), los cuales influyen directamente en su desarrollo y distribución, mientras que las especies *Cedrelinga cateniformis* y *Terminalia amazonia* se relacionan con un factor ecológico altitud y temperatura respectivamente.
- En el mapa de zonificación silvícola a escala 1: 25 000, se identificó que 27 306 ha (43,2%) del cantón El Pangui reúnen las condiciones ecológicas para el establecimiento de las tres especies, en el cual *Clarisia racemosa* presenta el mayor rango de distribución con un total de 11 031 ha (14,45%), seguida de *Terminalia amazonia* con 9 551 ha (15,11) y *Cedrelinga cateniformis* con 6 724 ha (10,64%).
- Se determinó que 2 452 ha del territorio del cantón El Pangui son áreas con potencial forestal para realizar proyectos de reforestación con la combinación de las especies *Cedrelinga cateniformis* y *Terminalia amazonia* información que aporta para un mejor manejo forestal de los bosques del cantón.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Difundir la metodología de los perfiles ecológicos a actores e instituciones que se encuentren involucrados en temas de restauración y reforestación de zonas alteradas y degradadas, de las diferentes partes del país para ser más efectivos en la selección de especies y alcanzar los objetivos planteados al inicio de la reforestación.
- Continuar con la realización de estudios de los perfiles ecológicos para más especies forestales de gran importancia económica y ecológica en otras áreas del país, para generar información sobre sus requerimientos ecológicos y definir zonas que cuentan con las condiciones ambientales apropiadas para su distribución.
- En los planes de reforestación a más de los resultados de los perfiles ecológicos se debe tomar en cuenta otros elementos que pueden influir en el desarrollo de las especies, como su estado fitosanitario, procedencia de las semillas y cuidados silviculturales, para de esta manera asegurar un buen desarrollo de la especie.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Z. (2002). *Árboles austro ecuatorianos poco conocidos*. En Aguirre Z, Madsen J, Cotton E. y H. Balslev. *Botánica Austroecuatorialiana*. Editorial UTPL. Universidad Nacional de Loja, Universidad de Aarhus. Loja. Ecuador. 351-374 p.
- Aguirre, Z., Loja A., Solano M. y Aguirre N. (2015). *Especies Forestales más aprovechadas del Sur del Ecuador*. Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 128p. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/299761463\\_Especies\\_forestales\\_mas\\_aprovechadas\\_del\\_sur\\_del\\_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/299761463_Especies_forestales_mas_aprovechadas_del_sur_del_Ecuador)
- Aguirre, Z., y Maldonado, N. (2004). *Ecosistemas Biodiversidad, Etnias y culturas de la Región Amazónica Ecuatorialiana*. Loja: UNL.
- Angulo, W. (2014). *Crecimiento y Productividad de la Plantación de Cedrelinga catenaeformis Ducke, establecida en diferentes condiciones de sitio, en suelo Inceptisol en el Bosque Alexander von Humboldt*. Investigador en bosques y plantaciones Estación Experimental Agraria Pucallpa. Pucallpa.
- Apolo, W. (2010). *Investigación para proveer servicios ecosistémicos a la población de Zamora Chinchipe, Ecuador*. CEDAMAZ.
- Arias, D. (2004). *Estudio de las relaciones altura-diámetro para seis especies maderables utilizadas en programas de reforestación en la zona Sur de Costa Rica*. Revista Forestal. Kurú 11p.
- Audesirk, T; Audesirk, G. y Byers, B. E. (2003). *Biología. La vida en la tierra*. México: Pearson Educación.
- Bastidas, J. (2007). *Nociones de Hidrografía*. Consejo de Publicaciones. Serie Ciencias de la Tierra. Serie Geografía. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. pp. 166, 168,169, 181

- Buzai, G. (2013). *Sistemas de Información Geográfica SIG: teoría y aplicación*. Universidad Nacional de Luján. Edición I.
- Casanova, J. (2010). *Zonificación Forestal en el cantón Cañar, bajo criterio biofísico y de conservación para un equilibrio social, económico y ambiental*. Tesis de Grado. Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Cayuela, L. y Cranzow, I. (2012). Biodiversidad y conservación de bosques neotropicales. *Ecosistemas*. 21(1-2):1-5.
- Claro, A. (1996). *Propuesta de Ordenamiento Agrosilvícola de la U. S. Guama: Provincia de Santiago de Cuba (Tesis de Maestría)*. Universidad de la Habana. Facultad de Geografía. La Habana, Cuba
- Claro, A. (2002). *La distribución de las especies forestales en las montañas de Cuba y su relación con las condiciones geo-ecológicas (inédito)*. Tesis de Doctorado. Facultad de Geografía, Universidad de la Habana. La Habana, Cuba. 136 p.
- Clavijo, J. y Yáñez, P. (2017). Plantas frecuentemente utilizadas en zonas rurales de la Región Amazónica centro occidental de Ecuador. *ResearchGate*, 2(6), 9-21.
- Dávila, F. (2016). *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica*. Cartoteca. Recuperado de: <https://sge.org/ibercarto/wp-content/uploads/sites/4/2016/01/sig2.pdf>
- Dezseo, N. (2014). *Especies forestales nativas de la Amazonía Ecuatoriana con potencial para uso en sistemas agroforestales*. Obtenido de Investigadora Prometeo MCPEC-UEA. Recuperado de: [http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4863/1/Anexo\\_1\\_EspeciesUtiles\\_Amazonia.pdf](http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/4863/1/Anexo_1_EspeciesUtiles_Amazonia.pdf)

- Fariñas M. R. y Claro, A. R. (1996). CALCPERF (programa estadístico). Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, Cuba.
- Fischer, G. (2010). *Condiciones ambientales que afectan en el crecimiento, desarrollo y calidad de las pasifloráceas*. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogota-Colombia. Pp: 39.
- Flores, E. (1994). *Características de la madera de Terminalia amazonia*. Roble coral. En árboles y semillas del Neotrópico. Jardín botánico Lancetilla, Honduras. Vol 3(1): 55-86.
- García, J. y Sánchez, O. (2001). Ecología Forestal y Cambio Climático. El cambio climático y sus implicaciones en la gestión forestal. Departamento de silvicultura. España. Vol 12: 23-28.
- GeoDatos. (2019). Coordenadas geográficas de El Pagui, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. Recuperado de: <https://www.geodatos.net/coordenadas/buscar?q=El+pangui>
- Gobierno Autónomo Descentralizado El Pangui. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. El Pangui, Zamora Chinchipe.
- Hamish. (2003). *Ordenación del ecosistema forestal: Una necesidad del Medio Ambiente. Pero, ¿Se trata de una realidad practica o simplemente de un ideal Eco-Utópico?*. Departament of Forest Science. Colombia. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/MS18-S.HTM>
- Ibarra, G. (2018). Litología: historia, que estudia y tipos. *Lifeder*. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/litologia/>
- Ingeoexpert. (2018). Tipos de ecosistemas: Ecosistemas Forestales. Madrid, España. Recuperado de: <https://ingeoexpert.com/tipos-de-ecosistemas/>

INIA. 2015. Ficha técnica: Mashonaste. Revisado el 05 de octubre del 2019. Disponible en:  
[<http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/CDinvestigacion/inia/inia-p4/inia-p4-05.htm>]

Jaramillo, C y Cadena, T. (2012). *Evaluación del crecimiento de cuatro especies forestales con y sin asociación con uvilla Physalis peruviana*. Otavalo-Ecuador.

Largo , R. (2017). *Distribucion Geográfica de especies Nativas Arbóreas basada en los requerimientos ecológicos en el Cantón Zapotillo, Provincia de Loja, Ecuador*. Loja: UNL.

Libro Rojo de Mamíferos del Ecuador. (2011). Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2<sup>da</sup> Edición, Versión 1. Quito, Ecuador.

Libro Rojo de Especies Amenazadas IUCN. (2019). Recuperado de:  
<https://www.iucnredlist.org>

Lista Nacional de Aves del Ecuador. (2019). Aves del Ecuador, Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado de:  
<https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb>

Lozada, J. (2017). Clasificación ecológica de las especies arbóreas, con fines de aprovechamiento forestal, en la estación experimental Carapo. *Universidad de los Andes*. Mérida, Venezuela. 44(1), 200. Obtenido de : [http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wp-content/uploads/sites/9/2017/01/2000\\_Clasif\\_orig.pdf](http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wp-content/uploads/sites/9/2017/01/2000_Clasif_orig.pdf)

Martínez, M. (2008). *Potencial productivo y Zonificación forestal para el reordenamiento silvícola en bosques templados*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Chihuahua-México. Recuperado de:

[http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/2680/potencia\\_lproductivoyzonificacionforestalparaelreordenamientosilvicolaenbosquestemplados.pdf?sequence=1](http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/2680/potencia_lproductivoyzonificacionforestalparaelreordenamientosilvicolaenbosquestemplados.pdf?sequence=1)

Ministerio del Ambiente. (2010). Cuarto Informe Nacional para el convenio sobre la Diversidad Biológica. Quito, Ecuador. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/world/ec/ec-nr-04-es.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2013). *Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental*. Quito-Ecuador. Disponible en <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>

Montero, M. y Kanninen, M. (s.f). *Biomasa y carbono en plantaciones de Terminalia amazonia en la zona Sur de Costa Rica*. CATIE. Costa Rica

Mosquera, D. (2014). Motores de la deforestación del bosque húmedo tropical. Grupo de Investigación en Sistemas productivos, *Universidad Tecnológica del Chocó*. Quibdó, Colombia. Volumen. 33, No. 2.

Navarrete, H. L. de la Torre, Muriel, P. Macía, J. y Blaslev, H. (2008). Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador. Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus. Quito y Aarhus.

Odum, E. (2005). *Fundamentals of ecology*. Philadelphia: Saunders. Disponible en: <http://www.evtfuto.com/download/Other%20Links/FUNDAMENTALS%20OF%20ECOLOGY-P.Odum.pdf>

- Olson, D., Dinerstein, E., Wikramanayake, E., Burgess, N., Powell, G., Underwood, E., D'Amico, J., Itoua, I. y Strand, H. (2001). Terrestrial ecoregions of the World: a new map of life on Earth. *Bioscience*. 51:933-938.
- Ordóñez, O. (2011). *Distribucion de las especies arbóreas y arbustivas basadas en los requerimientos ecológicos de los sistemas montañosos en la Provincia de Loja, Ecuador*. La Habana, Cuba: Universidad de la Habana.
- Palacios, W y Jaramillo, N. (2016). Arboles amenazados del Chocó Ecuatoriano. *Avances en Ciencias e Ingenierías. Seccion B*, 2-10 pp.
- Pinto, E., Pérez, A., Ulloa, C. y Cuesta, F. (2018). Árboles representativos de los bosques montanos del NOROCCIDENTE de Pichincha. CONDESAN, Quito, Ecuador.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. (2015). *SENPLADES*. Recuperado de: [www.elpangui.gob.ec/images/.../1960001190001-PDYOT-GADM-ELPANGUI.pdf](http://www.elpangui.gob.ec/images/.../1960001190001-PDYOT-GADM-ELPANGUI.pdf)
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce, J. y Hill, M. (2004). Propiedades físicas del suelo. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. Recuperado de: <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Salas, G. (1987). Suelos y Ecosistemas Forestales con Énfasis en América Tropical. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Edición I.
- Sani, W. (2017). *Zonificación Ecológica de especies forestales prioritarias en el cantón Otavalo*. Loja: UTN.
- SanMartín, I. (2012). Biogeografía. En P. Vargas y R. Zardoya. (Eds). *El árbol de la vida. Sistemática y Evolución de los seres vivos* (pp. 457-474). Madris, España.
- Sarmiento , F. (2001). *Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Quito: Abya-Yala.

Segerer, C. y Villodas, R. (2006). Hidrología I: Las precipitaciones. Universidad Nacional de Cuyo.

SERFOR. (2016). Guía Metodológica para la Zonificación Forestal. Servicio Nacional Forestal y de Fauna silvestre. Lima, Perú. Recuperado de: <https://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/12/SERFOR-Gu%C3%ADa-Metodol%C3%B3gica.pdf>

Serrada, R. (2008). *Apuntes de Silvicultura. Influencia de los factores ecológicos en la vegetación*. EUIT Forestal. Madrid.

Smith, T. y Smith, R. (2007). *Ecología. Ambiente Físico*. Sexta edición. España: Pearson Addison Wesley.

Zary, M. (2014). *Diseño de un Sistema de Conservación de áreas protegidas para el cantón El Pangui provincia de Zamora Chinchipe*. Loja: UNL.

## 9. ANEXOS

Anexo 1. Registros georreferenciados de las tres especies forestales nativas del cantón El Pangui.

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	x	y	Altitud	Lugar	Observaciones
1	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	781499	9600737	1040	Tundayme	Potrero, hondonadas
2	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	764766	9593351	1025	Buena Fe-Pachicutza	Potrero, hondonadas
3	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	765171	9590056	1034	San Francisco-San Roque	Filo carretera, en loma
4	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	766113	9590954	957	San Francisco-San Roque	Potrero, cerca de la quebrada
5	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	765590	9592122	971	Pachicutza	Pendiente pequeña
6	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	766251	9595947	930	Nueva Esperanza-El Pangui	Pendiente pequeña
7	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	766743	9596473	913	Santa Rita-El Pangui	Terreno plano, cerca de la carretera
8	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	767041	9597186	880	Santa Rita-El Pangui	Hondonada
9	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	768786	9600481	804	La Recta-El Pangui	Pendiente
10	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	775126	9607274	721	Vía al Quimi	Cerca de la vía principal, pendiente
11	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	774855	9608343	772	Vía al Quimi	Hondonada, cerca al río
12	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	773865	9607234	791	Paquintza- El Guisme	Pendiente pequeña
13	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	771654	9605523	798	Palmira- El Guisme	Filo carretera
14	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	772191	9603915	833	Santa Cruz	Filo de carretera, plano
15	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	772954	9603902	831	Santa Cruz	hondonada
16	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	770509	9603484	810	La Palmira-El Guisme	Pendiente pequeña

Anexo 1. Continuación...

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	x	y	Altitud	Lugar	Observaciones
17	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	772329	9601636	777	Hachales	Filo de carretera, plano
18	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	771615	9596354	810	Michanunca-El Panguí	Pendiente
19	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	771388	9597855	799	Pashkius-El Panguí	Filo de carretera, pendiente
20	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	775174	9604325	796	Quimi	Terreno plano, cerca de la carretera
21	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	776378	9604229	772	Quimi	Pendiente
22	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	766890	9589714	939	El Pincho	Pendiente moderada, árbol Plus
23	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	777984	9604440	797	Tundayme	Terreno plano
24	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	768524	9600194	820		Potrero, cerca de la vía
25	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	767350	9599705	854		Filo del río
26	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	764273	9593513	1115		Pendiente, potrero
27	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	763660	9593127	1254		Pendiente
28	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	765982	9595336	913	El Panguí	pendiente
29	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	767411	9597962	843	El Panguí	Potrero, terreno plano
30	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	781845	9601028	939	Tundayme	Potrero, terreno plano
31	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	782048	9600459	1081	Tundayme	Potrero, terreno plano
32	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	765559	9590543	989		Cerca de quebrada, potrero
33	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	765661	9594267	966		Filo de carretera, terreno plano
34	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	766433	9594204	907		Filo de carretera
35	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	766855	9596409	907		Filo de carretera
36	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	769195	9596507	805	Oasis	Potrero
37	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	774992	9607864	773	Vía al Quimi	Cerca al río, hondonada
38	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	774372	9608959	772	Chuchumletza	Pendiente, potrero
39	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	773803	9607254	789	Paquintza	Pendiente

## Anexo1. Continuación...

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	x	y	Altitud	Lugar	Observaciones
40	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	771939	9607252	787	Guisme	Potrero, terreno plano
41	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	771453	9602212	774	Hachales	Potrero, terreno plano
42	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	770994	9590938	799		Pendiente pequeña
43	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	771277	9591408	795		Potrero, pendiente pequeña
44	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	771679	9592082	796		Hondonada, potrero
45	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	772208	9592875	798		Pendiente pequeña
46	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	771429	9604503	812	Tundayme	Hondonada, cerca de quebrada
47	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	782250	9605904	857	San Marcos-Tundayme	Vivero del ECSA
48	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	767508	9601853	830	Santa Rita	Potrero
49	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	767303	9602278	837	Santa Rita	Potrero
50	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	767014	9602846	871	Santa Rita	Potrero
51	Yumbingue	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	775022	9605309	774	Quimi	Filo de carretera
52	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	761920	9598890	1519	San Isidro	Potrero
53	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	761371	9598744	1620	San Isidro	Cerca a quebrada, plano, potrero
54	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	764361	9599065	1095	San Isidro	Cerca a quebrada, plano, potrero
55	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	765141	9593350	984	Pachicutza	Cerca a quebrada, plano, potrero
56	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	771667	9598312	779	Sharip	Bosque
57	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	764779	9596577	1110	Santa Rita	Pendiente, cerca de la quebrada, potrero
58	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	763944	9596149	1224	Santa Rita	Pendiente, cerca de la quebrada, potrero
59	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	763604	9595997	1338	Santa Rita	Pendiente, cerca de la quebrada, potrero

Anexo 1. Continuación...

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	x	y	Altitud	Lugar	Observaciones
60	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	765581	9596545	1033	Santa Rita	Pendiente, cerca de la quebrada, potrero
61	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	764315	9596333	1155	Santa Rita	Pendiente, cerca de la quebrada, potrero
62	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	765170	9592919	976	Pachicutza	Pendiente
63	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	768543	9595799	816	Oasis- El Pangui	Plano, potrero
64	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	782149	9600977	983	Tundayme	Plano, potrero
65	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	782599	9600765	1029	Tundayme	Plano, potrero
66	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	783059	9600689	1064	Tundayme	Pendiente pequeña
67	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	782671	9600266	1081	Tundayme	Pendiente pequeña
68	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	786340	9603785	1462	Tundayme	Pendiente moderada
69	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	787278	9604748	1621	Tundayme	Potrero
70	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	766834	9603438	903	Santa Rita	Pendiente moderada
71	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	768005	9601575	813	Santa Rita	Potrero, pendiente pequeña
72	Seique	<i>Cedrelinga cateniformes</i>	Fabaceae	780598	9601624	1032	Tundayme	Pendiente, desbroce ECSA
73	Pituca	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	780373	9601428	1066	Tundayme	Pendiente, quebrada

Anexo 2. Datos generales de ubicación de parcelas y especies por cada factor ecológico distribuidas por rangos altitudinales.

N° parcela	Combinación	Altitud	Litología	Textura del Suelo	Temperatura	Precipitación
<b>Clase Altitudinal 1 (&lt; 900 msnm)</b>						
8	<i>Ced cat</i>	1	Formación Napo	Franco - Arcillo - Arenoso	4	4
9	<i>Ced cat</i>	1	Formación Napo	Franco - Arcillo - Arenoso	4	4
10	<i>Ced cat</i>	1	Formación Hollín	Arcillo - Arenoso	4	2
11	<i>Ced cat</i>	1	Formación Hollín	Arcillo - Arenoso	4	2
12	<i>Ced cat, Ter ama</i>	1	Formación Hollín	Arcilloso	4	3
13	<i>Ced cat</i>	1	Formación Napo	Arcilloso	4	3
14	<i>Ced cat</i>	1	Formación Napo	Arcilloso	4	4
15	<i>Ced cat</i>	1	Formación Napo	Arcilloso	4	3
16	<i>Ced cat</i>	1	Formación Napo	Arcilloso	4	4
17	<i>Ced cat</i>	1	Depósitos aluviales	Franco - Arcilloso	4	4
18	<i>Ced cat</i>	1	Formación Hollín	Arcillo - Arenoso	4	4
19	<i>Ced cat</i>	1	Formación Hollín	Arcillo - Arenoso	4	4
20	<i>Ced cat</i>	1	Formación Hollín	Arcillo - Arenoso	4	3
21	<i>Ced cat</i>	1	Batolito de Zamora	Franco - Arcillo - Arenoso	4	3
23	<i>Ced cat</i>	1	Depósitos de ladera (coluvio, derrumbel)	Arcilloso	4	3
24	<i>Ter ama</i>	1	Formación Napo	Franco - Arcillo - Arenoso	4	4
25	<i>Ter ama</i>	1	Depósitos de ladera	Arcilloso	4	4
29	<i>Ter ama</i>	1	Formación Napo	Franco - Arcillo - Arenoso	4	4
36	<i>Ter ama</i>	1	Depósitos de ladera	Arcilloso	4	4
37	<i>Ter ama</i>	1	Depósitos aluviales	Franco - Arcilloso	4	2
38	<i>Ter ama</i>	1	Depósitos aluviales	Franco - Arcilloso	4	2
40	<i>Ter ama</i>	1	Depósitos aluviales	Franco - Arcilloso	4	3
41	<i>Ter ama</i>	1	Depósitos aluviales	Franco - Arcilloso	4	4
42	<i>Ter ama</i>	1	Depósitos de ladera (coluvio, derrumbel)	Arcilloso	4	3
43	<i>Ter ama</i>	1	Formación Hollín	Arcillo - Arenoso	4	3
44	<i>Ter ama</i>	1	Depósitos de ladera (coluvio, derrumbel)	Arcilloso	4	3

Anexo 2. Continuación...

Nº parcela	Combinación	Altitud	Litología	Textura del Suelo	Temperatura	Precipitación
<b>Clase Altitudinal 1 (&lt; 900 msnm)</b>						
45	<i>Ter ama</i>	1	Formación Hollín	Arcillo – Arenoso	4	3
46	<i>Ter ama</i>	1	Formación Napo	Arcilloso	4	3
47	<i>Ter ama</i>	1	Depósitos aluviales	Franco – Arcillo – Arenoso	4	2
48	<i>Ter ama</i>	1	Depósitos de ladera (coluvio, derrumbel)	Franco – Arcilloso	4	4
49	<i>Ter ama</i>	1	Formación Napo	Franco – Arcillo – Arenoso	4	4
50	<i>Ter ama</i>	1	Formación Napo	Franco – Arcillo – Arenoso	4	4
51	<i>Ter ama</i>	1	Oxic Dystrudepts	Arcillo – Arenoso	4	3
56	<i>Clar rac</i>	1	Depósitos aluviales	Franco – Arcilloso	4	4
63	<i>Clar rac</i>	1	Depósitos de ladera	Arcilloso	4	4
71	<i>Ced cat</i>	1	Depósitos aluviales	Franco – Arcilloso	4	4
<b>Clase Altitudinal 2 (901 – 1100 msnm)</b>						
1	<i>Ced cat</i>	2	Batolito de Zamora	Franco – Arcillo – Arenoso	3	2
2	<i>Ced cat</i>	2	Depósitos de ladera	Franco – Arcillo – Arenoso	4	3
3	<i>Ced cat</i>	2	Formación Hollín	Arcilloso	3	2
4	<i>Ced cat</i>	2	Depósitos de ladera	Arcilloso	4	3
5	<i>Ced cat</i>	2	Formación Hollín	Arcilla Pesada	4	3
6	<i>Ced cat</i>	2	Depósitos de ladera	Arcilloso	4	4
7	<i>Ced cat</i>	2	Formación Napo	Franco – Arcillo – Arenoso	4	4
22	<i>Ced cat</i>	2	Formación Hollín	Arcillo – Arenoso	4	2
28	<i>Ter ama</i>	2	Depósitos de ladera	Arcilloso	4	4
30	<i>Ter ama</i>	2	Depósitos de ladera (coluvio, derrumbel)	Arcilloso	4	2
31	<i>Ter ama</i>	2	Batolito de Zamora	Franco – Arcillo – Arenoso	3	2
32	<i>Ter ama</i>	2	Depósitos de ladera	Arcilloso	4	2
33	<i>Ter ama</i>	2	Depósitos de ladera	Arcilloso	4	4
34	<i>Ter ama</i>	2	Depósitos de ladera	Arcilloso	4	4
35	<i>Ter ama</i>	2	Formación Napo	Franco – Arcillo – Arenoso	4	4
54	<i>Clar rac</i>	2	Depósitos de ladera	Arcilloso	3	4
55	<i>Clar rac</i>	2	Depósitos de ladera	Franco – Arcillo – Arenoso	4	3

Anexo 2. Continuación...

Nº parcela	Combinación	Altitud	Litología	Textura del Suelo	Temperatura	Precipitación
<b>Clase Altitudinal 2 (901 – 1100 msnm)</b>						
60	<i>Clar rac</i>	2	Formación Napo	Franco - Arcillo - Arenoso	4	4
62	<i>Clar rac</i>	2	Depósitos de ladera	Franco - Arcillo - Arenoso	4	3
64	<i>Clar rac</i>	2	Batolito de Zamora	Franco - Arcilloso	3	2
65	<i>Clar rac</i>	2	Batolito de Zamora	Franco - Arcilloso	3	2
66	<i>Clar rac</i>	2	Batolito de Zamora	Franco - Arcilloso	3	2
67	<i>Clar rac</i>	2	Batolito de Zamora	Franco - Arcilloso	3	2
70	<i>Clar rac</i>	2	Formación Napo	Franco - Arcillo - Arenoso	4	4
72	<i>Ced cat</i>	2	Batolito de Zamora	Franco - Arcillo - Arenoso	3	2
73	<i>Clar rac</i>	2	Batolito de Zamora	Franco - Arcillo - Arenoso	3	2
<b>Clase Altitudinal 3 (1101-1300 msnm)</b>						
26	<i>Ter ama</i>	3	Formación Hollín	Arcilla Pesada	4	3
27	<i>Ter ama</i>	3	Formación Hollín	Arcilla Pesada	3	3
57	<i>Clar rac</i>	3	Formación Hollín	Arcilloso	3	4
58	<i>Clar rac</i>	3	Depósitos aluviales	Franco - Arcillo - Arenoso	3	4
61	<i>Clar rac</i>	3	Depósitos aluviales	Franco - Arcillo - Arenoso	3	4
<b>Clase Altitudinal 4 (1301-1500 msnm)</b>						
59	<i>Clar rac</i>	4	Formación Hollín	Arcilloso	3	4
68	<i>Clar rac</i>	4	Batolito de Zamora	Franco - Arcilloso	2	1
<b>Clase Altitudinal 5 (&gt;1501 msnm)</b>						
52	<i>Clar rac</i>	5	Unidad Misahualli	Franco - Arcillo - Arenoso	2	4
53	<i>Clar rac</i>	5	Unidad Misahualli	Franco - Arcillo - Arenoso	1	3
69	<i>Clar rac</i>	5	Batolito de Zamora	Franco - Arcilloso	1	1

Anexo 3. Perfiles ecológicos para tres especies forestales nativas, en relación con el factor Litología en el cantón El Panguí, Provincia de Zamora Chinchipe.

Especie	Perfiles	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V	Clase VI	Clase VII	Total
		Depósitos Aluviales	Depósitos de Ladera (coluvio, derrumbel)	Formación Napo	Formación Hollín	Unidad Misahualli	Depósitos de Ladera	Batolito de Zamora	
<b>6° Libertad 12.59</b>	<b>PEC</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>72</b>
<i>Ced cat</i>	FAP	2	1	7	9	0	3	3	25
	FAA	8	5	8	7	2	10	8	47
	FRP	0,2	0,17	0,47	0,56	0	0,23	0,27	0,34
	FCP	0,58	0,49	1,36	1,64	0	0,67	0,8	1
	X	0,99	0,93	0,98	3,23	1,68	0,77	0,25	8,82
<i>Ter ama</i>	FAP	5	4	6	6	0	6	1	28
	FAA	5	1	9	10	2	7	10	44
	FRP	0,5	0,8	0,4	0,38	0	0,46	0,09	0,39
	FCP	1,29	2,06	1,03	0,96	0	1,19	0,23	1
	X	0,51	3,54	0,01	0,01	1,97	0,28	5,04	11,35
<i>Cla rac</i>	FAP	3	0	2	2	2	4	7	20
	FAA	7	5	13	14	0	9	4	52
	FRP	0,3	0	0,13	0,13	1	0,31	0,64	0,28
	FCP	1,08	0	0,48	0,45	3,6	1,11	2,29	1
	X	0,02	3,25	1,8	2,18	5,12	0,06	6,12	18,56

Anexo 4. Perfiles ecológicos para tres especies forestales nativas, en relación con el factor suelo: Taxonomía en el cantón El Panguí, Provincia de Zamora Chinchipe.

Especie	Perfiles	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V	TOTAL
		Arcilla Pesada	Arcillo - Arenoso	Arcilloso	Franco -Arcillo - Arenoso	Franco Arcilloso	
<b>4° Libertad 9,49</b>	<b>PEC</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>14</b>	<b>72</b>
<i>Ced cat</i>	FAP	1	6	9	7	2	25
	FAA	2	3	14	16	12	47
	FRP	0,33	0,67	0,39	0,3	0,14	0,35
	FCP	0,96	1,92	1,13	0,88	0,41	1
	X	0	3,8	0,19	0,19	2,98	7,17

Anexo4. Continuación...

Spp	Perfiles	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	Clase V	TOTAL
		Arcilla Pesada	Arcillo - Arenoso	Arcilloso	Franco -Arcillo - Arenoso	Franco Arcilloso	
<i>Ter ama</i>	FAP	2	3	11	7	5	28
	FAA	1	6	12	16	9	44
	FRP	0,67	0,33	0,48	0,3	0,36	0,39
	FCP	1,71	0,86	1,23	0,78	0,92	1
	X	0,94	0,12	0,76	0,71	0,06	2,59
<i>Cla rac</i>	FAP	0	0	4	9	7	20
	FAA	3	9	19	14	7	52
	FRP	0	0	0,17	0,39	0,5	0,28
	FCP	0	0	0,63	1,41	1,8	1
	X	1,95	5,86	1,36	1,38	3,08	13,63

Anexo 5. Perfiles ecológicos para tres especies forestales nativas, en relación con el factor Temperatura en el cantón El Pangui, Provincia de Zamora Chinchipe.

Spp.	Perfiles	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV	TOTAL
		<20°C	20-21 °C	21-22°C	22-23°C	
<b>3° Libertad 7.81</b>	PEC	2	2	15	53	72
<i>Ced cat</i>	FAP	0	0	3	22	25
	FAA	2	2	12	31	47
	FRP	0	0	0,2	0,42	0,35
	FCP	0	0	0,58	1,2	1
	X	1,71	1,71	1,57	1,05	6,03
<i>Ter ama</i>	FAP	0	0	2	26	28
	FAA	2	2	13	27	44
	FRP	0	0	0,13	0,49	0,39
	FCP	0	0	0,34	1,26	1
	X	1,97	1,97	4,8	2,25	10,99
<i>Cla rac</i>	FAP	2	2	10	6	20
	FAA	0	0	5	47	52
	FRP	1	1	0,67	0,11	0,28
	FCP	3,6	3,6	2,4	0,41	1
	X	5,12	5,12	9,78	8,52	28,55

Anexo 6. Perfiles ecológicos para tres especies forestales nativas, en relación con el factor Precipitación en el cantón El Pangui, Provincia de Zamora Chinchipe.

Spp.	Perfiles	CLASE I	CLASE II	CLASE III	CLASE IV	TOTAL
		<1858 mm	1858-1938 mm	1938-2018 mm	>2018 mm	
<b>3° Libertad 7.81</b>	<b>PEC</b>	2	17	21	32	72
<i>Ced cat</i>	<b>FAP</b>	0	6	9	10	25
	<b>FAA</b>	2	11	12	22	47
	<b>FRP</b>	0	0,35	0,43	0,31	0,35
	<b>FCP</b>	0	1,02	1,23	0,9	1
	<b>X</b>	1,71	0	0,59	0,17	2,48
<i>Ter ama</i>	<b>FAP</b>	0	6	10	12	28
	<b>FAA</b>	2	11	11	20	44
	<b>FRP</b>	0	0,35	0,48	0,38	0,39
	<b>FCP</b>	0	0,91	1,22	0,96	1
	<b>X</b>	1,97	0,09	0,66	0,03	2,75
<i>Cla rac</i>	<b>FAP</b>	2	5	3	10	20
	<b>FAA</b>	0	12	18	22	52
	<b>FRP</b>	1	0,29	0,14	0,31	0,28
	<b>FCP</b>	3,6	1,06	0,51	1,13	1
	<b>X</b>	5,12	0,02	2,18	0,19	7,51

Anexo 7. Registro fotográfico del levantamiento de información de puntos georreferenciados de las especies forestales nativas



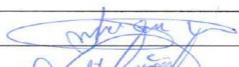
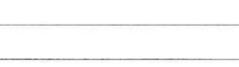
Anexo 8. Fotografías de las especies seleccionadas en el cantón El Panguí.



Anexo 9. Registro de asistencia en la difusión de resultados en el área de influencia.

REGISTRO DE PARTICIPANTES EN LA DIFUSIÓN DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN TITULADA:

**“DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS, SEGÚN SUS REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS, EN EL CANTÓN EL PANGUI, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE, ECUADOR”**

NOMBRE Y APELLIDO	CÉDULA	FIRMA
Edison Ochoa	110416937-4	
Jonathan Hidalgo	1900234490	
Jordanis Contreras	0152096012	
Henry Iannión	19006399-05	
Miriam Ordóñez	0501217806	
Pablo Perantez	1900512128	
KLEVER WENCA	110266368-1	
Alfredo Alvarado Cuevas	110277832-3	
Carlos Eras Torres	0702829079	
Veronica Falconi	1900599303	
Bertha Rojas	1106043221	