



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

### Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

#### Carrera de Ingeniería Forestal

### Evaluación de especies forestales establecidas con fines de enriquecimiento y de sucesión natural nativas en bosque secundario pie montano de la microcuenca “El Padmi” Zamora Chinchipe

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal

#### AUTOR:

Carlos Alberto Luzón Guamán

#### DIRECTOR:

Ing. For. Byron Gonzalo Palacios Herrera M.Sc

Loja - Ecuador

2023



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE LOJA**

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**Certificación.**

Loja, 05 de enero del 2023

Ing. For. Byron Palacios Herrera. M.Sc

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Evaluación de especies forestales establecidas con fines de enriquecimiento y de sucesión natural nativas en bosque secundario pie montano de la microcuenca “El Padmi” Zamora Chinchipe**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Forestal**, de la autoría del estudiante Sr. **Carlos Alberto Luzón Guamán**, con **cédula de identidad Nro. 1106040775**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Loja, 05 de enero del 2023

Atentamente,

.....

Ing. For. Byron Palacios Herrera M.Sc

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE LOJA**

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

### **Autoría**

Yo, **Carlos Alberto Luzón Guamán**, declaro ser el autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firmar:**

**Cédula:** 110604775

**Fecha:** 17 de octubre del 2023

**Correo electrónico:** [carlos.luzon@unl.edu.ec](mailto:carlos.luzon@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0989803206

**Carta de autorización por parte del autor para la consulta de producción parcial o total, y/o publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Titulación.**

Yo, **Carlos Alberto Luzón Guamán** declaro ser autor del Trabajo de Titulación **Evaluación de especies forestales establecidas con fines de enriquecimiento y de sucesión natural nativas en bosque secundario pie montano de la microcuenca “El Padmi” Zamora Chinchipe** como requisito para optar por el título de: **Ingeniero Forestal**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, 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 del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los diecisiete días del mes octubre de dos mil veintitrés.

**Firma:**



**Autor:** Carlos Alberto Luzón Guamán

**Cédula:** 1106040775

**Dirección:** Cuarto centenario

**Correo electrónico:** carlos.luzon@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0989803206

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Titulación:** Ing. Byron Palacios Herrera M.Sc.

## **Dedicatoria.**

Este trabajo de investigación se lo dedico primeramente a mis padres Imelda Guamán y Manuel de Jesús Luzón Cueva, sin duda este logro es suyo, son los pilares fundamentales en mi vida, en este proceso de aprendizaje universitario y mi guía en todo momento; ya que con su esfuerzo, sacrificio y amor, han forjado en mí una persona de bien, enseñándome con el ejemplo a salir adelante honestamente; ustedes me han brindado la fuerza y la inspiración para llegar a obtener uno de los anhelos más deseados, y continuar con mis metas trazadas sin desfallecer.

A mi madrina de confirmación, Esperanza Tinitana, quien al igual que mis padres es una de las personas que me brindo su confianza y su apoyo, permitiendo con su ejemplo fortalecer las virtudes y enseñanzas de mis padres.

A mis hermanas Arcelia y Rosa, quienes aparte de ser mis hermanas son mi ejemplo de trabajo honesto y sacrificio, mostrándome que al final todo sacrificio vale la pena. A mis hermanos Byron y Fernando, los cuales, a pesar de ser tan jóvenes, me han sabido apoyar y mostrarme que los hermanos menores te ayudan a ser mejor persona.

En general, a todos mis hermanos Edison, Arcelia, Danny, Rosa, Byron, Fernando y mi sobrino Carlitos, a ustedes les agradezco por compartir un hogar lleno de amor, dedicación, perseverancia y buenos valores, Sin duda, la familia es lo más importante que nos puede regalar Dios y la vida, la felicidad me embarga por tener la dicha de tener una familia.

A Mery Veliz la cual me apoyo sin esperar nada a cambio, llegando a ser una de las personas que con su aliento me dio las fuerzas para terminar este proyecto de mi vida, esperando con la bendición de Dios seguir cosechando muchos más junto a ella.

A mi abuelita María Marcela Guamán más conocida como Rosita, con la que quiero compartir este título, porque, aunque pase el tiempo y no te encuentres entre nosotros, tu alma sigue en quienes te queremos y tu recuerdo será imborrable.

*Con mucho cariño...*

*Carlos Alberto Luzón Guamán.*

## **Agradecimiento.**

Expreso mi agradecimiento a quienes hicieron posible que este trabajo investigativo sea posible.

Agradezco a Dios, por darme la vida, por guiarme en todo momento frente aquellas experiencias y decisiones vividas que me han permitido llegar a obtener este logro tan importante en mi formación profesional.

Agradezco a mis amados padres quienes me supieron guiar y darme su confianza en todo este camino académico; siendo ellos quienes, con su amor, ejemplo y sacrificio han hecho de mí una persona con valores, a mi madrina de confirmación, a mis hermanos por el apoyo incondicional que me han sabido brindar. A toda mi familia en general por el apoyo incondicional en todo momento durante toda esta etapa.

Expreso mis más sinceros agradecimientos al Ing. Byron Gonzalo Palacios Herrera, quien me brindo sus conocimientos y apoyo para el desarrollo del presente trabajo de investigación y ser mi guía en esta etapa de mi vida.

A la Universidad Nacional de Loja, la Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables, un especial agradecimiento por haberme acogido y formado en tan prestigiada carrera universitaria.

A los docentes y técnicos de la carrera de Ingeniería Forestal por haberme compartido sus enseñanzas y experiencias durante mi formación profesional y personal. A los distinguidos miembros del tribunal por las observaciones realizadas y el tiempo dedicado.

Agradezco a mis amigos y compañeros por el apoyo y por los buenos momentos compartidos dentro y fuera de las aulas en los cinco años de carrera compartidos.

***Carlos Alberto Luzón Guamán.***

## Índice de Contenidos.

<b>Portada .....</b>	<b>i</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>ii</b>
<b>Autoría .....</b>	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización. ....</b>	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimiento. ....</b>	<b>vi</b>
<b>Índice de Contenidos.....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>xi</b>
<b>Índice de Figura.....</b>	<b>xii</b>
<b>Índice de Anexos.....</b>	<b>xiii</b>
<b>1. Título.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Resumen. ....</b>	<b>2</b>
2.1. Abstrac .....	3
<b>3. Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Marco Teórico.....</b>	<b>7</b>
4.1. Biodiversidad. ....	7
4.2. Bosques Amazónicos. ....	7
4.3. Bosque Secundario.....	8
4.4. Sucesión Natural. ....	8
4.5. Plantaciones Forestales. ....	8

4.6. Enriquecimientos. ....	9
4.7. Parcelas de Muestreo Temporal. ....	9
4.8. Muestreos de Inventarios Forestales ....	9
4.8.1. Que es un Muestreo. ....	9
4.8.2. Tipos de Muestreo.....	10
4.9. Dasometria. ....	11
4.9.1. Objetivos de la Medición.....	12
4.10. Variables Dasométricas.....	12
4.11. Diámetro.....	13
4.12. DAP o CAP.....	13
4.13. Medición de DAP.....	14
4.13.1. Altura de Medición del DAP .....	14
4.13.2. Instrumentos para Medición del DAP.....	15
4.14. Clinómetro Sunnto. ....	17
4.15. Área Basal (G) .....	18
4.16. Altura .....	18
4.17. Medición y Estimación del Volumen.....	18
4.18. Estadística Descriptiva.....	19
4.19. Anova. ....	19
4.20. Comparación de Tukey. ....	20
4.21. Descripción de las Especies de Enriquecimiento y de Sucesión Natural. ...	20
3.21.1. Cedro (Cedrela odorata L.). ....	20
3.21.2. Zeique (Cedrelinga cateniformis Ducke.).....	22
3.21.3. Pachaco (Schizolobium parahyba (Vell.) S.F.Blake.) .....	23
3.21.4. Bosque Piemontano de la cordillera del Cóndor-Kutukú. ....	24
<b>5. Metodología.....</b>	<b>25</b>
5.1. Área de Estudio.....	25



5.2. Metodología para Determinar el Crecimiento de la Sucesión Natural y de Especies Arbóreas Establecidas con Fines de Enriquecimiento en el Bosque Secundario Pie Montano de la Quinta Experimental “El Padmi” Zamora Chinchipe.....	27
5.2.1. Fase 1. Regeneración del Componente Arbóreo.....	27
5.4.1.1. Delimitación e Instalación de Parcelas para la Regeneración del Componente Arbóreo.....	27
5.4.1.2. Medición de las Variables Dasométricas del Componente Arbóreo.. ...	28
5.4.1.3. Obtención de Muestras Botánicas para la Identificación del Componente Arbóreo.. .....	29
5.4.1.4. Identificación del Componente Arbóreo. ....	29
5.2.2. Fase 2. Enriquecimiento Forestal.....	29
5.2.2.1. Reconocimiento del Área de Estudio para las Parcelas de Enriquecimiento.....	29
5.2.2.2. Mediciones en Campo de las Variables Dasométricas de Individuos Establecidos en el Enriquecimiento.....	31
5.2.2.3. Medición de Diámetros.....	32
5.2.2.4. Medición de la Altura Total de los Individuos. ....	32
5.2.2.5. Cálculo del Área Basal.....	33
5.2.2.6. Cálculo del Volumen. ....	33
5.2.3. Generación de una Base de Datos (BD). ....	34
5.3. Metodología para Comparar el Crecimiento de la Sucesión de Especies Forestales Nativas y de las Parcelas Establecidas con Fines de Enriquecimiento.....	34

5.3.1. ANOVA.....	34
<b>6. Resultados.....</b>	<b>35</b>
6.1. Resultados de la Determinación del Crecimiento de la Sucesión Natural y de Especies Nativas Arbóreas Establecidas con Fines de Enriquecimiento en el Bosque Secundario Pie Montano de la Microcuenca “El Padmi” Zamora Chinchipe.....	35
6.1.1. Fase 1. Regeneración del Componente Arbóreo.....	35
6.1.2. Fase 2. Enriquecimiento Forestal.....	37
6.2. Resultados de la Comparación del Crecimiento de la Sucesión Natural y de Especies Nativas Arbóreas Establecidas con Fines de Enriquecimiento en el Bosque Secundario Pie Montano de la Microcuenca “El Padmi” Zamora Chinchipe.....	42
<b>7. Discusiones.....</b>	<b>47</b>
7.1. Determinación del Crecimiento de la Sucesión Natural y de Especies Nativas Arbóreas Establecidas con Fines de Enriquecimiento en el Bosque Secundario Pie Montano de la Microcuenca “El Padmi” Zamora Chinchipe. 47	
7.2. Comparación del Crecimiento de la Sucesión Natural y de Especies Nativas Arbóreas Establecidas con Fines de Enriquecimiento en el Bosque Secundario Pie Montano de la Microcuenca “El Padmi” Zamora Chinchipe. 50	
<b>8. Conclusiones.....</b>	<b>52</b>
<b>9. Recomendaciones.....</b>	<b>53</b>
<b>10. Bibliografía.....</b>	<b>54</b>
<b>11. Anexos.....</b>	<b>59</b>

## Índice de tablas:

<b>Tabla 1.</b> Hoja de registro de la regeneración del componente específico arbóreo .....	28
<b>Tabla 2.</b> Registro de individuos forestales establecidos con fines de enriquecimiento...32	
<b>Tabla 3.</b> Cuadro resumen del número de especies y las medias, mínimas y máximas de las variables dasométricas obtenidas.....	41
<b>Tabla 4.</b> DAP (m).....	42
<b>Tabla 5.</b> Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	42
<b>Tabla 6.</b> Test: Tukey Alfa= 0,5 DMS=0,06405 .....	42
<b>Tabla 7.</b> Altura (m) .....	43
<b>Tabla 8.</b> Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III).....	43
<b>Tabla 9.</b> Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,09860 .....	44
<b>Tabla 10.</b> Volumen.....	45
<b>Tabla 11.</b> Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III).....	45
<b>Tabla 12.</b> Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 3,74444 .....	45
<b>Tabla 13.</b> Base de datos unificada y depurada .....	65

## Índice de figura:

<b>Figura 1.</b> Formas de medir el DAP .....	15
<b>Figura 2.</b> Forcípula.....	16
<b>Figura 3.</b> Cinta diamétrica .....	16
<b>Figura 4.</b> Clinómetro Sunnto. ....	17
<b>Figura 5.</b> Cedrela odorata L. ....	20
<b>Figura 6.</b> Cedrelinga cateniformis Ducke. ....	22
<b>Figura 7.</b> Schizolobium parahyba (Vell.) S.F.Blake.....	23
<b>Figura 8.</b> Ubicación geográfica del área de estudio.....	25
<b>Figura 9.</b> Parcelas temporales de muestreo.....	28
<b>Figura 10.</b> Parcelas de enriquecimiento.....	31
<b>Figura 11.</b> Frecuencia de las especies en la regeneración natural .....	35
<b>Figura 12.</b> Diámetro y altura media de la regeneración forestal.....	36
<b>Figura 13.</b> Disposición de las parcelas de enriquecimiento.....	30
<b>Figura 14.</b> Diámetro medio del enriquecimiento forestal .....	37
<b>Figura 15.</b> Altura media del enriquecimiento forestal .....	38
<b>Figura 16.</b> Comparación Tukey de diámetros.....	43
<b>Figura 17.</b> Comparación Tukey de alturas.....	44
<b>Figura 18.</b> Comparación Tukey de Volumen.....	46
<b>Figura 19.</b> Establecimiento de parcelas de muestreo .....	59
<b>Figura 20.</b> Extracción de las muestras botánicas. ....	60
<b>Figura 21.</b> Prensado de muestras botánicas. ....	61
<b>Figura 22.</b> Secado de las muestras botánicas .....	62

<b>Figura 23.</b> Identificación de las muestras botánicas. ....	64
--	----

**Índice de anexos:**

<b>Anexo 1.</b> Establecimiento de parcelas de muestreo.....	59
<b>Anexo 2.</b> Extracción de las muestras botánicas.....	60
<b>Anexo 3.</b> Prensado de muestras botánicas.....	60
<b>Anexo 4.</b> Secado de las muestras botánicas.....	62
<b>Anexo 5.</b> Identificación de las muestras botánicas.....	63
<b>Anexo 6.</b> Base de datos unificada.....	65
<b>Anexo 7.</b> Prueba de supuestos de las variables dasométricas de diámetro y altura con Shapiro Wilks modificada.....	66
<b>Anexo 8.</b> Certificado de traducción .....	66

**Titulo.**

**Evaluación de especies forestales establecidas con fines de enriquecimiento y de sucesión natural nativas en bosque secundario pie montano de la microcuenca “El Padmi”  
Zamora Chinchipe**

## 2. Resumen.

La deforestación ha provocado la degradación y fragmentación progresiva de los ecosistemas naturales, por lo que se han desarrollado múltiples esfuerzos con la finalidad de restablecer los lugares afectados con especies que permitan restaurar algunos de los servicios ecosistémicos que fueron alterados en el proceso de intervención antrópica del ecosistema natural. Sin embargo, debido al uso de especies exóticas para actividades silviculturales en la restauración, no se ha tomado en cuenta las especies nativas las cuales por sus características son una mejor alternativa para la restauración. La presente investigación tuvo como finalidad contribuir con información que permita determinar que las especies que se desarrollan en los bosques Piemontano de la Provincia de Zamora Chinchipe son una alternativa para la restauración de los lugares deforestados. Para ello se establecieron dos parcelas al azar aledañas al área de enriquecimiento de 20 m × 20 m en el bosque secundario pie montano de la unidad hidrográfica “El Padmi” Zamora Chinchipe, donde se realizó un inventario con la finalidad de obtener datos dasométricos y florísticos del bosque natural y poder compararlos con los datos dasométricos obtenidos de las especies utilizadas en el enriquecimiento. Posteriormente se evaluó el desarrollo del  $DAP_{1,30}$  m y la altura total de las especies forestales en ocho parcelas de enriquecimiento de las cuales seis tienen un área de 300 m<sup>2</sup> y dos de 400 m<sup>2</sup> a un distanciamiento entre especies de 5 m × 5 m las cuales fueron reforestadas con 20 y 25 individuos de tres especies nativas hace 18 años en el bosque secundario piemontano de la unidad hidrográfica “El Padmi”, provincia de Zamora Chinchipe. Se creó una tabla unificada de doble entrada que fue analizada mediante el programa InfoStat versión estudiantil donde se desarrolló las comparaciones con la prueba Tukey. En base a los resultados obtenidos existe diferencia significativa entre el enriquecimiento y la regeneración forestal en cuanto al crecimiento de diámetro, altura y volumen, por lo que se puede mencionar que es viable la siembra de especies nativas a manera de enriquecimiento, en vista de que la regeneración natural por sí sola no se desarrolla de manera adecuada, esto debido a factores antrópicos o vestigios de actividades anteriormente desarrolladas en el lugar.

**Palabras clave:** *Silvicultura dasometría crecimiento comparación estadística evaluación intervenido.*

## 2.1. Abstrac.

Deforestation has caused the progressive degradation and fragmentation of natural ecosystems; therefore, multiple efforts have been developed in order to restore the affected places with species that allow the restoration of some of the ecosystem services that were altered in the process of intervention in the natural ecosystem. However, due to the use of exotic species for forestry activities in restoration, native species have not been taken into account, which, due to their characteristics, are a better alternative for restoration. The purpose of this research was to contribute information that allows us to determine that the species that develop in the Piemontano forests of the Province of Zamora Chinchipe are an alternative for the restoration of deforested places. For this, two random plots were established adjacent to the enrichment area of 20 m × 20 m meters in the foothill secondary forest of the "El Padmi" Zamora Chinchipe hydrographic unit, where an inventory was carried out in order to obtain dasometric data and floristics of the natural forest and be able to compare them with the dasometric data obtained from the species used in the enrichment. Subsequently, the development of the DAP 1.30 m and the total height of the forest species were evaluated in 8 enrichment plots, of which six have an area of 300 m<sup>2</sup> and two of 400 m<sup>2</sup> at a distance between species of 5 m × 5 m, which were reforested with 20 and 25 individuals of three native species 18 years ago in the Piemontano secondary forest of the "El Padmi" hydrographic unit, province of Zamora Chinchipe. A unified double-entry table was created that was analyzed using the InfoStat student version program, where comparisons were developed with the Tukey test. Based on the results obtained, there is a significant difference between enrichment and forest regeneration in terms of growth in diameter, height, and volume, so it can be mentioned that the planting of native species as an enrichment is viable, given that natural regeneration alone does not develop adequately due to anthropic factors or vestiges of activities previously developed in the place.

**Keywords:** *Forestry, Dasometry, Growth, Statistical Comparison, Intervened Evaluation.*



### **3. Introducción.**

El uso de la madera se ha ido incrementando, generando un impacto humano en los bosques y con esto la escases de madera en algunas regiones del mundo (Bannister et al., 2016). Entre los años del 2015 y 2020, se establece que la tasa de deforestación aproximada se encuentra en 10 millones de hectáreas por año en el mundo, a diferencia de 1990 en la cual se estimaba que era de 16 millones de hectáreas al año en el mundo. La expansión de la frontera agrícola sigue siendo la principal causa de deforestación y fragmentación del bosque y la perdida asociada de biodiversidad forestal (FAO, 2020).

La historia muestra que la superficie forestal ha disminuido con el pasar del tiempo por las diversas actividades antrópicas, según la FAO (2020) se han perdido alrededor de 178 millones de hectáreas de bosque desde el año 1990; por este motivo no se puede dudar de la importancia de la silvicultura debido a que brinda trabajo y es una de las principales fuentes económicas de los países de todo el mundo, aunque se observa que el desarrollo de estas prácticas silviculturales busca reducir la presión en el bosque algunos gobiernos tienden a pasar de un extremo a otro, debido a la falta absoluta regulación y prohibición de cortas forestales haciendo que no se reduzca la presión a los bosques sino que al contrario aumente la misma (Bannister et al., 2016).

Janis (2014) afirma que América Latina es el continente con el área más grande de bosques la cual se encuentra bajo manejo comunitario en los diversos niveles de silvicultura autogenerada; por otra parte, se cuenta con un amplio registro jurídico en las áreas geográficas. En México y en América Central, este tipo de silvicultura comunitaria mantiene una diferencia significativa con la de la cuenca amazónica; América del Sur tiene el 90% de los bosques de América Latina, de estos el 1,4% se constituye por plantaciones, mientras que por otra parte el 98% son bosques naturales (Janis, 2014).

En Ecuador se estima que la generación de empleo por las plantaciones forestales es de un 75% en la zona costera y un 25% en la Sierra y resto del país; se estima que toda la industria forestal genera aproximadamente 200.000 empleos directos (Garcia & Valencia, 2016).

Según STCTEA (2021), la silvicultura en la Amazonía se ha desarrollado poco; el enfoque que ha prevalecido desde el Estado ha sido la regulación y control del aprovechamiento del bosque, con fines de obtener madera, antes que promover un manejo forestal sostenible. La visión sectorial en la gestión de los bosques ha impulsado un manejo parcial de los diferentes bienes y servicios (madera, productos no madereros, paisaje, regulación hídrica), con el fin de

alcanzar diversos objetivos sectoriales (desarrollo industrial, desarrollo comunitario, conservación de la biodiversidad, turismo, mitigación del cambio climático) (STCTEA, 2021). Según la FAO (2020) para reducir la deforestación de los bosques naturales, se tiende a establecer plantaciones forestales las cuales tienen como objetivo producir madera de buena calidad, con el fin de obtener un mejor rendimiento en cuanto al crecimiento en diámetro y altura, a diferencia de la masa forestal que se generan de manera natural en el bosque sin intervención.

De acuerdo a Aguirre y Weber (2007) el establecimiento de plantaciones forestales se limita principalmente a la protección de áreas degradadas considerando que son la mejor alternativa para recuperar los ambientes degradados en áreas que anteriormente fueron productivas. No obstante, en Ecuador y en la región sur las plantaciones forestales han sido establecidas casi exclusivamente con especies exóticas como el género *Pinus* y *Eucalyptus*. Además, en las plantaciones forestales existentes no se han implementado acciones de manejo, por lo que se desconoce su potencialidad de aportar a la rehabilitación de la biodiversidad (Aguirre & Weber, 2007).

Lozaada (2003) menciona que debido a estos antecedentes se busca otras alternativas de manejo como son el enriquecimiento de áreas alteradas. Este método es utilizado en bosques en donde se ha realizado sobreexplotación de los recursos forestales o cambio de uso de suelo, en la cual se observa que la regeneración natural no tiene capacidad para realizar los procesos necesarios para la mejora de los bosques (Lozaada et al., 2003).

En la actualidad, existen numerosos estudios que demuestran que las plantaciones forestales establecidas ya sea con especies nativas o exóticas las cuales ayudan a recuperar las condiciones del área degradada, permitiendo promover la regeneración natural y contribuyendo a la mejora e incremento de la biodiversidad de los bosques degradados (Aguirre & Weber, 2007). Por otra parte, existen proyectos de enriquecimiento de bosques secundarios, de los cuales la mayoría no cuentan con evaluaciones posteriores a su implementación, por lo que son pocos los estudios desarrollados hacia estas prácticas que demuestran la importancia de la generación de servicios ecosistémicos para el ser humano tales como el control de erosión de las áreas degradadas, regulación de clima, protección de la biodiversidad entre otros (Palacios et al., 2015).

Por todo lo anterior mencionado, surge la necesidad de evaluar los proyectos de plantaciones con fines de enriquecimiento, ya que no se cuenta con información del

comportamiento de las especies empleadas después de varios años de establecidas las mismas. En este sentido se realizó la evaluación de crecimiento a un ensayo de enriquecimiento forestal establecido en el año 2004 en la Quinta experimental “El Padmi” propiedad de la Universidad Nacional de Loja, ubicada en la provincia de Zamora Chinchipe, en el cual se utilizó tres especies forestales; *Cedrela odorata* L. (Cedro) y *Cedrelinga cateniformis* Ducke. (Seique); y *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake (Pachaco), esta última exótica (Palacios et al., 2015). Asimismo, se realizó un muestreo de la regeneración natural forestal del mismo bosque secundario en el que se encuentra el enriquecimiento, esto se lo realizó con el fin de establecer una comparación entre la regeneración natural de especies nativas y las especies empleadas en el enriquecimiento. Para realizar esta investigación se planteó los siguientes objetivos:

**Objetivo general.**

- Contribuir al conocimiento con la evaluación de especies forestales establecidas con fines de enriquecimiento y sucesión de especies forestales nativas en bosque secundario Pie Montano de la microcuenca “El Padmi” Zamora Chinchipe.

**Objetivos específicos.**

- Determinar el crecimiento de la sucesión natural y de especies arbóreas establecidas con fines de enriquecimiento en el bosque secundario Pie Montano de la microcuenca “El Padmi” Zamora Chinchipe.
- Comparar el crecimiento de la sucesión natural y de especies arbóreas establecidas con fines de enriquecimiento en el bosque secundario Pie Montano de la microcuenca “El Padmi” Zamora Chinchipe.

## **4. Marco teórico.**

### **4.1. Biodiversidad.**

Este concepto hace referencia a la diversidad de plantas, animales, hongos y microorganismos que habitan en un espacio determinado. También se incluyen las variaciones genéticas que podemos encontrar en poblaciones de la misma especie y entre ecosistemas, y los procesos ecológicos y evolutivos que ocurren a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes. (Bravo, 2014).

Los humanos hemos domesticado varias especies a través de la selección artificial, aprovechando la variabilidad genética, al hacerlo, hemos creado muchas razas y variedad de especies. Los procesos utilizados para crearlos y las tradiciones orales que los sustentan son parte de la biodiversidad. (Bravo, 2014).

En cada uno de los niveles de la biodiversidad, desde genes hasta paisaje se puede encontrar tres atributos los cuales son: composición, estructura y función (Bravo, 2014).

La composición es la identidad y diversidad de elementos (incluyendo qué especies están presentes y cuántas), la estructura de organización física o el patrón de un sistema (incluyendo la abundancia relativa de especies, abundancia relativa de ecosistemas, conectividad, etc.) y la función son los procesos ecológicos y evolutivos (incluyendo depredación, competencia, parasitismo, dispersión polinización simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales, etc.) (Bravo, 2014).

### **4.2. Bosques amazónicos.**

La Amazonia tiene una extensión de 7,4 millones de km<sup>2</sup>, que representa 5% del área continental mundial, y son territorios de Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela. Se estima que los bosques amazónicos ofrecen la mayor biodiversidad de flora y fauna del planeta, y en su superficie pueden cohabitar el 50% del total de las especies vivas existentes (CEPAL y Patrimonio Natural, 2013).

La Amazonia cuenta en la actualidad con la mitad de la biodiversidad mundial, por lo que su destrucción puede significar que las futuras generaciones no puedan disfrutar del bienestar asociado con la diversidad genética. La unidad hidrográfica del río Amazonas tiene una longitud de alrededor de 6.600 km, considerada más grande del mundo, con un promedio de 230.000 m<sup>3</sup>/s de agua, que corresponde a cerca de 20% del agua dulce de la superficie terrestre mundial (CEPAL y Patrimonio Natural, 2013).

Los biomas forestales son reconocidos por ser productores de servicios ecosistémicos como es el control climático en todo el planeta. Los servicios ambientales suministrados por los bosques amazónicos son incontables, algunos de estos son la remoción de los contaminantes del aire, mantenimiento de nutrientes por medio del ciclo del agua, la conservación del hábitat de flora y fauna silvestre, la generación de suelos, la recaptura del dióxido de carbono CO<sub>2</sub> (CEPAL y Patrimonio Natural, 2013).

#### **4.3. Bosques secundario.**

Vegetación leñosa de carácter sucesional que se desarrolla sobre tierras cuya vegetación original fue destruida por actividades humanas. La recuperación dependerá en su gran mayoría del tiempo y de la intensidad del uso anterior ya sea este por uso de pastizales o de cultivos agrícolas, así como también de las fuentes de semilleras aledañas que permitan recolonizar el área destruida (Smitth et al., 1997).

#### **4.4. Sucesión natural.**

Es un término utilizado por la mayoría de los ecólogos para identificar los cambios temporales que se presentan en la estructura, la composición taxonómica y las funciones de un ecosistema después de que éste es perturbado. Los cambios ecológicos que sufre el ecosistema en sucesión, así como la velocidad con la que ocurren estos cambios, dependen de las características del disturbio (Martínez & García, 2007).

#### **4.5. Plantaciones forestales.**

Según Cabrera (2003), una plantación forestal es un bosque especial intervenido entropicamente. En comparación con muchos bosques naturales, la plantación forestal es simple y uniforme en cuanto a su estructura, composición de especies y en su capacidad para aprovechar la energía solar y el reciclaje del agua y de los nutrimentos. El crecimiento, la fertilidad, las relaciones hídricas y en general, el desarrollo de los árboles (Cabrera, 2003; D & J, 1995).

FAO (2002) menciona que las plantaciones forestales se definen como aquellas formaciones forestales sembradas en el contexto de un proceso de forestación o reforestación. Estas pueden ser especies introducidas o nativa que cumplen con los requisitos de una superficie mínima de 0.5 ha; una cubierta de copa de al menos el 10% de la cubierta de la tierra, y una altura total de los árboles adultos por encima de los 5 m (FAO, 2002).

#### **4.6. Enriquecimientos.**

Los sistemas de enriquecimiento son plantaciones realizadas en claros naturales del bosque o abiertos a propósito, cuando el número de árboles con valor comercial en el bosque original es bajo (como sucede en los bosques explotados) (Armién et al., 2015). El propósito de las plantaciones de enriquecimiento es aumentar la densidad de las especies arbóreas deseadas, asegurar una densidad total, control de especies, uniformidad de cultivo, rotaciones cortas y rendimientos competitivos con los otros usos del suelo (Gómez, 2012).

#### **4.7. Parcelas de muestreo temporal.**

La implantación de parcelas temporales se constituye como una solución rápida cuando no se tiene disponible ningún dato sobre el desarrollo forestal en un área determinada (Gutiérrez, 2006). Una parcela temporal solo se mide una vez, por lo tanto, para obtener información relevante empleando este tipo de parcelas se requiere que, en su conjunto, se cubra un amplio espectro de estados de desarrollo y calidades de estación, de este modo se sustituye la medición sucesiva en el tiempo propia de las parcelas permanentes (Gadow et al., 2007).

#### **4.8. Inventarios para manejo de bosque natural.**

##### **4.8.1. *Inventario general.***

El desarrollo de un inventario forestal general permite generar información que facilita la planificación del manejo forestal a corto y largo plazo, en este tipo de inventario se utiliza el muestreo sistemático o aleatorio con una intensidad de la muestra de 1 y 5 % de toda el área total efectiva, es diseñado para tener un margen de error de 15 y 20 % con una confiabilidad del 95 % para estimados de área basal o volumen por hectarea (CATIE, 2002).

#### **4.9. Muestreos de inventarios forestales.**

##### **4.9.1. *Que es un muestreo.***

La muestra por definición, es una parte representativa de un agregado mayor con la cual puede hacerse inferencias correctas acerca de los valores de la población, para esto debe cumplir con dos condiciones; la primera es que debe ser una muestra representativa en la cual se encuentre en la medida de lo posible la variedad de la población representada en la muestra, la segunda es que las muestras sirvan para hacer inferencias correctas acerca de la población (CATIE, 2002).

#### **4.9.2. Tipos de muestreo.**

##### **4.9.2.1. Muestreo selectivo.**

En el desarrollo de los inventarios forestales, este método de seleccionar la muestra no es tan utilizado, pero cuando se da el caso en el cual el bosque muestra formas heterogéneas se hace necesario escoger las unidades de muestreo que según criterio del profesional son representativas de la población. En base a criterio profesional se puede seleccionar unidades de muestreo lo más homogéneas, o bien aquellas que son más representativas. El muestreo selectivo es subjetivo, pero es muy eficiente cuando se desea conocer rápidamente la población, su posición y el grado de variación, aunque puede generar información sesgada. Lógicamente, los estadísticos de precisión generados con el muestreo selectivo, aunque se pueden calcular utilizando las fórmulas de un muestreo aleatorio, no tienen validez estadística (CATIE, 2002).

##### **4.9.2.2. Muestreo aleatorio.**

Comúnmente se emplean dos tipos de muestreos aleatorios: muestreo aleatorio con remplazo y muestreo aleatorio sin remplazo. Al utilizar el muestreo aleatorio con remplazo, todas las unidades muestrales de la población pueden ser seleccionadas sin ninguna límite. En el muestreo sin remplazo, en cambio, las unidades seleccionadas en una oportunidad no se vuelven a seleccionar en oportunidades sucesivas; este último es el utilizado en inventarios forestales, ya que al seleccionar una misma unidad dos o más veces no brinda información adicional (CATIE, 2002).

Los inventario en los cuales se utiliza el muestreo aleatorio genera información exacta acerca de la cantidad y calidad de la madera utilizada para la comercialización, el punto negativo de este método es que no permite recolectar información fiable para realizar cálculos de áreas, ni tampoco de localización y distribución de los árboles, o solamente que por azar las unidades de muestreo quedado bien establecidas (Pinelo, 2004).

##### **4.9.2.3. Muestreo sistemático.**

Utilizado para que la muestra se distribuya de manera efectiva sobre toda el área; con ello se evita que algunas partes del área a estudiar sea más muestreadas que otras. En los trópicos, este tipo de inventarios son muy utilizados, ya que nos permite recolectar información de la masa forestal, estratificaciones del bosque, estimaciones del área de cada estrato en general recolectar información adicional permitiendo de esta manera reducido los costos. Los inventarios con muestreo sistemático permiten generar la información básica requerida en todo inventario forestal, ya que:

1. Proporcionan datos suficientes para la construcción de mapas de la zona, al mismo tiempo que se realiza el inventario.
2. Facilitan el cálculo de áreas por tipos de bosque, área efectiva de manejo y área de protección.
3. Facilitan el trabajo de campo y reducen la incertidumbre de errores personales en la medición de distancias entre parcelas debido al valor constante de la medida.

Como la muestra cubre toda la población, las zonas más interesantes pueden separarse en bloques y tratarlas con la misma intensidad que el inventario de toda la población (CATIE, 2002).

#### **4.10. Dasometria.**

La palabra dasometria está compuesta de los vocablos griegos "daso" = bosque y "metrum" = medida. Consecuentemente esta ciencia trata de las mediciones o variables como son altura y diámetro en el bosque (Juárez, 2014). La expresión dasometria llega a ser un sinónimo de los términos dendrometría (dendro = árbol), silvimetria (silva = bosque) y mensura forestal (Imaña-encinas, 2011).

Según Juárez (2014) la ingeniería forestal busca un significado mucho más holístico que el de ser un conjunto de individuos maderables de una o varias especies que viven e interactúan en un mismo ecosistema. Siendo el bosque el resultado de una relación de muchas combinaciones, en las cuales se desarrollan características recíprocas y evolutivas vinculadas entre sí debido a la influencia de factores del lugar donde crecen y se desarrollan (Imaña-encinas, 2011).

La madera ha sido utilizada por la humanidad de distintas maneras y de forma recurrente y seguirá acompañando a la humanidad y es por eso que se establece toda un conjunto complejo de conocimientos técnicos de la actualidad que deben ser entendidos y estudiados por los especialistas de la ingeniería forestal (Imaña-encinas, 2011).

El uso del bosque se remonta hacia el principio de la humanidad y en todos los períodos, el bosque al igual que sus frutos siempre jugaron un papel importante en el desarrollo de las antiguas civilizaciones (Lázaro et al., 2017). La importancia de esta ciencia en el área forestal no requiere de mucha explicación, ya que es bien conocida por todo el personal que trabaja en la ciencia forestal (Romahn & Maldonado, 2010). El ingeniero o técnico forestal muy a menudo hará uso de la dasometría como herramienta indispensable para su trabajo, especialmente en la obtención de datos dasométricos para elaborar y ejecutar los proyectos silviculturales, de



administración, de manejo y ordenación forestal, explotación maderera y de la propia política y economía forestal (Imaña-encinas, 2011).

Se debe aún tomar en cuenta que el componente arbóreo y en consecuencia el bosque forma parte del capital que rinde intereses. Por lo que se hace necesario determinar y calcular ese capital y los intereses correspondientes (Cancino, 2012). En el concepto actual de la ingeniería forestal el uso sustentable o sostenido de estos recursos denominados “ese capital” (por ejemplo, determinado volumen de madera) extrayendo solamente lo necesario (aumento o crecimiento de ese volumen de madera) (Imaña-encinas, 2011).

#### **4.10.1. *Objetivos de la medición.***

La dasometría nace por la necesidad de atender varios desconocimientos forestales, desde el saber que la madera podrá ser medida hasta la interpretación de cuándo y cuánto un bosque es productivo un determinado servicio o producto (Neto, 1979). En ese caso las mediciones dasométricas permitirán resolver objetivos comerciales, de ordenación y de investigación (Imaña-encinas, 2011).

Los árboles y el conjunto de estos son considerados como un "capital forestal" generando de esta manera la necesidad de interpretar los intereses en términos dasométricos. Surge también la necesidad de medir e interpretar de la mejor manera los productos tanto primarios como secundarios del árbol y de los bosques (Imaña-encinas, 2011).

Entiéndase por mediciones la determinación de cierta magnitud de una variable física en relación de algún patrón estándar de medida (metros, kilogramos, etc.). Efectuada las medidas de las variables físicas será necesario posteriormente interpretarlas con la finalidad de obtener pertinentes resultados. Como ejemplo, midiendo dos diámetros se podrá obtener el diámetro medio de un grupo de árboles, el correspondiente volumen de madera, su cantidad de biomasa, crecimiento en altura, entre otras (Imaña-encinas, 2011).

#### **4.11. Variables dasométricas.**

La dasometría sirve para realizar mediciones forestales, ya sea de un árbol individual como también de un conjunto de individuos forestales, así como también el estudio del crecimiento de los árboles, y se terminando en la captación de información de las especies a través de la aplicación de Inventarios Forestales, el cual ayuda a la toma de decisiones de gestión. Esta información es utilizada para estimar la biomasa retenida en algunos lugares (Lázaro et al., 2017). A través de estas mediciones podemos calcular el volumen de biomasa contenida en la masa boscosa, si realizamos mediciones puntuales, o la cantidad de material

vegetal generado (por ende, carbono o dióxido de carbono absorbido) en un lapso de tiempo, si se realizan mediciones en series temporales (Juárez, 2014).

#### **4.12. Diámetro.**

El diámetro es la variable más habitualmente medida en los inventarios forestales y se suele expresar en centímetros. A lo largo del fuste de un árbol, y considerando que las secciones fuesen circulares, se podría medir un diámetro en cada uno de sus puntos. De todos ellos, el denominado diámetro normal o diámetro a la altura del pecho (medido a una altura normal, que se fija a 1,30 m sobre el nivel del suelo) es, probablemente, la medición más común en árboles en pie (Juárez, 2014).

En la práctica la mayor parte de ocasiones la sección del fuste no es un círculo perfecto, se pueden obtener distintas medidas para el diámetro dependiendo de en el tipo de fuste en la que se realicen, Debido a esto y para minimizar el error, la medición del diámetro se suele realizar en dos ejes diferentes (Juárez, 2014). Cuando las secciones fuesen claramente elípticas esos dos ejes deberían ser el mayor y el menor de la sección. En otros casos se deberían medir el diámetro del eje mayor y el perpendicular a este, o bien los diámetros de cualquier par de ejes perpendiculares, aunque lo habitual es establecer a priori un punto o dirección de medición del diámetro en el árbol y luego medir el diámetro perpendicular (Imaña-encinas, 2011).

Los diámetros y circunferencias son medidas fundamentales en la dasometría. Utilizados de base para realizar mediciones y estimaciones del área basal (G), volumen, crecimiento, clasificación del sitio, comparación de variables etc. (Lázaro et al., 2017). El resultado de la variable diámetro o circunferencia, así como de las demás variables dasométricas pueden ser determinados como medida directa realizada en la variable; medida indirecta realizada con ayuda de instrumentos ópticos y medida estimada sementada en métodos de origen estadísticos (Cancino, 2012). En los árboles algunos diámetros pueden estar accesibles para realizar medidas directas y algunos otros solamente podrán ser medidos con ayuda de instrumentos específicamente para el uso de la tarea. En una visión lineal observando los diámetros, estos posiblemente podrán representar círculos casi perfectos, sin embargo, en la dasometría es posible encontrar diámetros cilíndricos, cilíndricos irregulares, elípticos, cónicos, cónico irregulares y de formas muy irregulares (Imaña-encinas, 2011) .

#### **4.13. DAP o CAP.**

La medida más frecuente del diámetro en un árbol es la realizada a la altura del pecho, representado con abreviaturas de esta manera (DAP). El DAP debe ser medido con exactitud a

1,30 m de altura desde el suelo, este es el punto de medida que se internacionalizo (Lázaro et al., 2017). De la misma manera el DAP por convención internacional brinda el diámetro del tronco en la altura de 1,30 m sobre el nivel del suelo. Por lo tanto, cuando es medida la circunferencia en la altura del pecho su representación es establecida por CAP (Imaña-Encinas, 2011).

#### **4.14. Medición de DAP.**

##### **4.14.1. *Altura de medición del DAP.***

Para poder establecer comparaciones entre las mediciones efectuadas en los fustes, es preciso definir un punto (una altura) estándar donde realizarlas. Es necesario que este punto se localice a una altura considerable al suelo para que de esta manera facilite su medición, y suficientemente alejada de la base del árbol para que haya desaparecido los posibles errores que con frecuencia muestra la parte baja del tronco por su contacto con el suelo (Juárez, 2014). Por lo tanto, en árboles en pie, rectos y en terreno llanos, el DAP se mide a 1,3 m del suelo. Esta altura de medición varía por la presencia de malformaciones, como bifurcaciones, contrafuertes basales y otros defectos en el tronco, o por la topografía del terreno (Juárez, 2014).

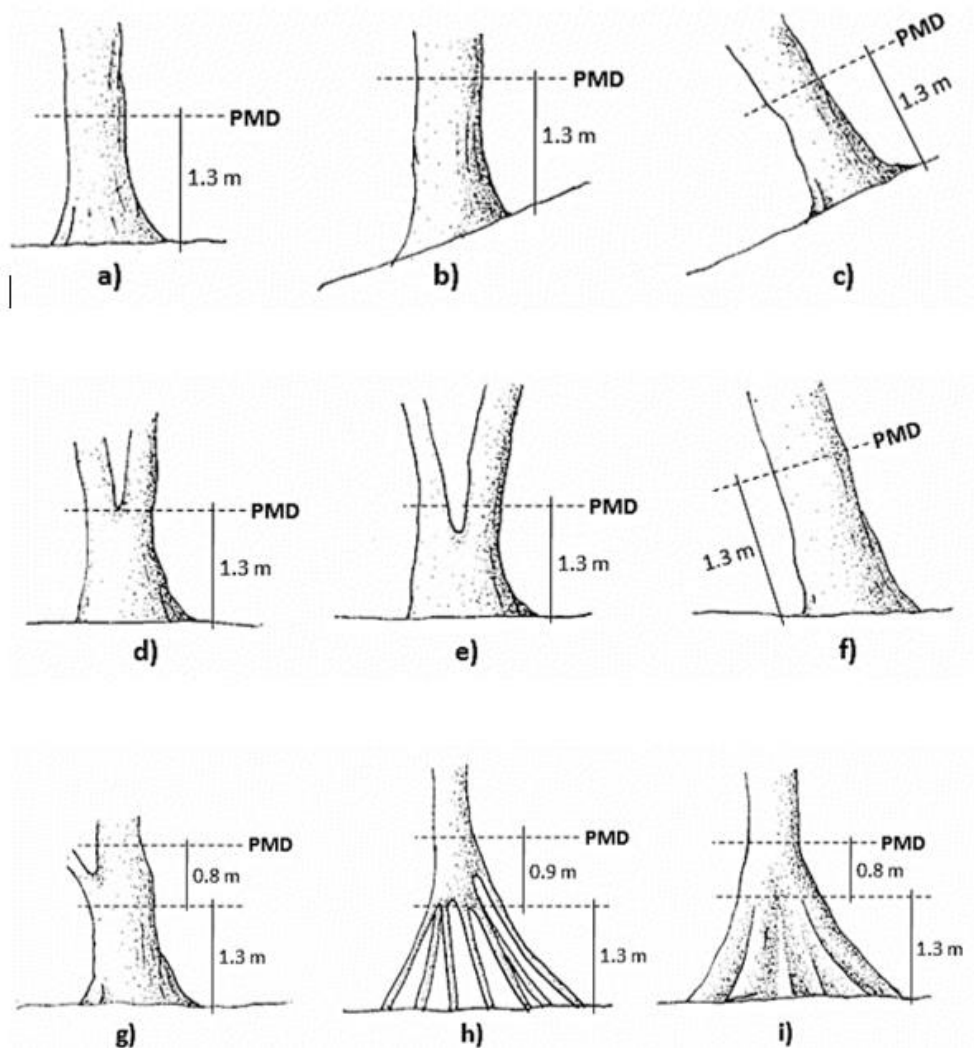


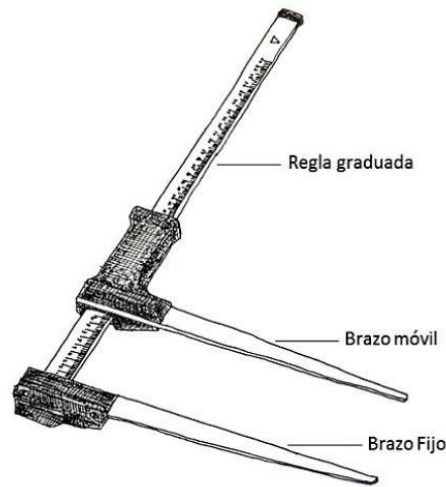
Figura 1 Formas de medir el DAP

Figura 1. Punto de Medición del Diámetro PMD. a) Diámetro normal. b) Árbol ubicado sobre pendiente. c) Árbol inclinado sobre pendiente. d) Árbol bifurcado por encima de los 1,3 m. e) Árbol bifurcado por debajo de los 1,3 m. f) Árbol inclinado sobre terreno plano. g) Árbol con presencia de nudos o ramificaciones. h) Árbol con raíces aéreas. i) Árbol con contrafuertes basales (Juárez, 2014) y (Cancino, 2012).

#### 4.14.2. Instrumentos para medición del DAP.

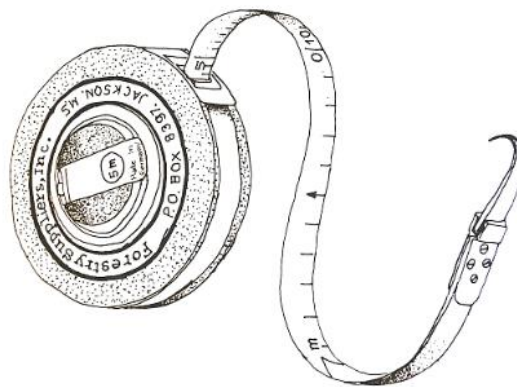
Forcípula: Es uno de los instrumentos para medir árboles en pie, esta compuesta de tres piezas: una regla que esta graduada conectada a dos piezas las cuales se las denomina como brazos. Uno de los brazos se encuentra unido fijamente a un extremo en una pieza principal, de modo que su borde interno coincide con el punto cero de la escala. El segundo brazo es

mueve y se desliza a lo largo de la pieza con la escala graduada de esta manera se efectuar las lecturas de las mediciones (Juárez, 2014).



*Figura 2 Forcípula*

Cinta diamétrica: Es de acero, material plástico o fibra de vidrio altamente estable y está graduada en mm y cm en una cara y en otra cara en unidades  $\pi$ . Esta última permite medir directamente el diámetro, al rodear el tronco a la altura deseada, cuidando que ella se ubique en un plano exactamente perpendicular al eje longitudinal del fuste.



*Figura 3 Cinta diamétrica*

Generalmente las cintas diamétricas vienen provistas de un gancho o un pequeño clavo en su extremo, de forma que sea posible fijar el extremo en árboles de gran diámetro mientras se rodea el mismo (Juárez, 2014).

A partir de la fórmula de la circunferencia.

$$C = \pi * D$$

Se lee directamente el diámetro.

$$D = C/\pi$$

Dónde:

D = Diámetro

C = Circunferencia

$\pi = 3.1416$  (Juárez, 2014).

#### 4.15. Clinómetro Suunto.

El Clinómetro Suunto, (Figura 4), contiene en su interior un disco móvil suspendido por un eje central. La caja tiene un orificio por el que se pueden observar la superficie del disco, en este se puede leer en su interior dos escalas, una graduada en grados (0 – 90) situado a la derecha y otra en porcentaje (0 – 150) a lados izquierdo, para este caso se utilizó los grados, y dependiendo del caso se utilizó el signo de suma o resta según sea el caso (Juárez, 2014).

$$HT = D * \text{Tan } \alpha \pm D * \text{Tan } \beta$$

Donde:

**HT** = Altura total.

**D** = Distancia de lectura desde el árbol hasta el lugar de toma de datos.

**Tan  $\alpha$**  = Primera lectura.

**Tan  $\beta$**  = Segunda lectura.



*Figura 4 Clinómetro Suunto.*

#### **4.16. Área basal (G).**

Se entiende por área transversal la superficie de cualquier corte horizontal hipotético realizado en el tronco del árbol. Si todos los árboles de un rodal fuesen cortados en una misma altura, se podrá obtener hipotéticamente el área transversal de ese rodal o bosque (Imaña-encinas, 2011).

Si el área transversal fuese hipotéticamente cortada y calculada en función del DAP, se denomina de área basal, siendo de un otro diámetro llámese de área transversal o seccional a la altura del referido diámetro. Por ejemplo: área transversal a la altura del diámetro de la base, área transversal a 7 metros de altura, etc. El área basal de un solo árbol está representada por la letra minúscula “g” mientras que el área basal de un conjunto de árboles está representada por “G” mayúscula. Suponiendo que “g” es un aproximado al área del círculo, así la determinación de cálculo será en función del diámetro a la altura del pecho DAP o la circunferencia a la altura del pecho CAP, de acuerdo a la fórmula:

$$G = DAP^2 \cdot \pi/4$$

La unidad de medida de g será en centímetros o metros cuadrados, y la de G obligatoriamente en metros cuadrados. G consecuentemente será la suma de todos los “g’s” (Imaña-encinas, 2011) y (Cancino, 2012).

#### **4.17. Altura.**

La altura del árbol es una variable de importancia dendrométrica, indispensable para estimar el volumen junto con el diámetro. También es imprescindible para la interpretación del proceso de crecimiento e incremento volumétrico, ofreciendo importante subsidio a la clasificación de sitios. Por la variable altura se podrá indicar la calidad del local de crecimiento, cuándo fuese analizada en conjunto con la edad de los árboles (Imaña-encinas, 2011).

Dos árboles, provenientes de una misma zafra de semillas, recibiendo similar tratamiento silvicultural podrán presentar un mismo valor en DAP, sin embargo, pueden diferir significativamente en altura, produciendo consecuentemente volúmenes de madera diferentes (Imaña-encinas, 2011).

#### **4.18. Medición y estimación del volumen.**

El volumen es la medida de la cantidad de madera sólida más ampliamente utilizada. En el árbol individual pueden identificarse diferentes categorías de volumen. El termino árbol

completo, considera todos los componentes que constituyen el volumen total; es decir todos los componentes los cuales son aceptables para el mercado mostrando el volumen comercial; el volumen de desechos de un árbol está conformado por las partes maderables del árbol que presentan malformaciones y dimensiones pequeñas las cuales no son aptas para comercializar; también existe la conocido volumen en bruto, cuando se utiliza el volumen total hasta un diámetro comercial incluyendo todas las malformaciones y dimensiones pequeñas; a este último, se descuenta los defectos, se obtiene el volumen neto, estos pueden expresarse con o sin corteza (Cancino, 2012).

La medición directa de cualquiera de los volúmenes mencionados en el párrafo anterior es difícil de realizar directamente en árboles en pie. Así, la cubicación normalmente se efectúa mediante métodos indirectos. Esto consiste en estimar el volumen del árbol a partir de variables de más fácil medición como el  $DAP_{1,30}$  m, la altura y la forma del fuste utilizando una función de volumen. La construcción y validación de una función de volumen requiere determinar directamente el volumen en un número suficiente de árboles, a partir de mediciones intensivas del diámetro y corteza a lo largo del fuste o por medio de metodologías que implican el uso de implementación costosa (Cancino, 2012).

#### **4.19. Estadística descriptiva.**

La finalidad de cualquier investigación es la de proporcionar evidencia que permita aceptar o rechazar las hipótesis planteadas. La información obtenida mediante la búsqueda cuidadosa de datos en una investigación tiene que traducirse en cifras. Al integrar y dar validez a los resultados de un trabajo, el profesional que investiga debe tener la capacidad de mostrar los datos de manera ordenada, sencilla y clara, para poder ser entendidos tanto por otros investigadores como por los encargados de revisarlo y validarlo. Este tipo de estadística es la rama de la estadística que ayuda a formular recomendaciones sobre cómo mostrar la información en cuadros, tablas con varias entradas, gráficas o figuras (Enrique et al., 2016).

#### **4.20. Anova.**

El análisis de varianza ANOVA (Analysis Of Variance) son técnicas de Análisis Multivariante de dependencia, que se utilizan para analizar datos procedentes de diseños con una o más variables independientes cualitativas (medidas en escalas nominales u ordinales) y una variable dependiente cuantitativa (medida con una escala de intervalo o de razón). En este contexto, las variables independientes se suelen denominar factores (y sus diferentes estados



posibles o valores son niveles o tratamientos) y la variable dependiente se conoce como respuesta (Dagnino, 2014).

El ANOVA ayuda básicamente a comparar los valores medios que toma una variable dependiente en X poblaciones en las que los factores son distintos uno del otro, con el fin de mostrar si existen diferencias significativas según los niveles o por el contrario, el resultado en cada lugar es independiente de los niveles establecidos (Dagnino, 2014).

#### **4.21. Comparación de Tukey.**

Este método se utiliza en el análisis de varianza para generar intervalos de confianza para todas las heterogeneidades en parejas entre las medias de los niveles de cada uno de los factores mientras controla la tasa de error en un nivel determinado. Es importante considerar la tasa de error cuando se hacen comparaciones múltiples, porque la probabilidad de cometer un error de tipo uno para una serie de comparaciones es mayor que la tasa de error para cualquier comparación individual. Para contrarrestar esta tasa de error más elevada, el método de Tukey ajusta el nivel de confianza de cada intervalo individual para que el nivel de confianza simultáneo resultante sea igual al valor que usted especifique (García et al., 2001).

#### **4.22. Descripción de las especies de enriquecimiento y de sucesión natural.**

##### **4.22.1. Cedro (*Cedrela odorata* L.).**



*Figura 5 Cedrela odorata L.*

Árbol caducifolio, de entre 20 a 35 metros (hasta los 45 metros aproximadamente) de altura, tiene un diámetro a la altura del pecho DAP de hasta 1.7 metros. Se han encontrado algunos de más 60 metros de altura, tienen una copa grande de forma redondeada achatada, hojas alternas, paripinnadas o imparipinnadas, de 15 a 50 centímetros con el pecíolo, tiene de entre 10 a 22 folíolos opuestos o alternos, de 4.5 a 14 centímetros de largo por 2 a 4.5 centímetros de ancho, lanceolados u oblongos (Systema Naturae, 2015).

Tiene un tronco recto, robusto que forma pequeños contrafuertes medianamente prominentes (1 metro de alto). Con ramas ascendentes o arqueadas y gruesas, con una corteza ampliamente fisurada escamosas, de color pardo grisáceo a moreno rojiza. Su parte interior es de color rosada cambiando a pardo amarillento, de tacto fibrosa y sabor amargo. (Systema Naturae, 2015).

Tiene flores en panículas terminales largas y sueltas, de 15 a 30 centímetros de largo; la mayoría de estas con angostas, de apariencia tubulares, pero con 5 pétalos, sutilmente perfumadas, actinomorfas; su cáliz tiene forma de copa, su corola crema verdosa (Systema Naturae, 2015).

Frutos en infrutescencias hasta de 30 centímetros de largo, cápsulas leñosas con apariencia de nuez, de 2.5 a 5 centímetros de largo, 4 a 5 valvadas, elipsoides a oblongas, de color pardo verdosas a morenas, con olor a ajo que produce un exudado blanquecino y acuoso cuando no están maduras. Contiene de entre 20 a 40 semillas y permanece incrustado al árbol por algún tiempo. Sus semillas son aladas de 2 a 3 centímetros de largo, incluyendo el ala, de color moreno, adheridas al eje. Raíz. Reproducción monoica (Systema Naturae, 2015).

#### 4.22.2. Zeique (*Cedrelinga cateniformis* Ducke.).



Figura 6 *Cedrelinga cateniformis* Ducke.

Es un árbol perennifolio con alturas de entre 25 a 40 metros de altura y diámetros de 60 a 150 centímetros, pudiendo alcanzar hasta 50 metros en altura y hasta 200 centímetros en diámetro; tiene fuste recto con grandes raíces tablares en la base; una copa globosa he irregular con amplia ramificación. Tiene la corteza es fisurada con grietas en dirección longitudinales de color pardo oscuro en árboles adultos y más claro en árboles jóvenes. El Grosor de la corteza se encuentra de entre 2 a 3 centímetros (Salazar et al., 2001).

Hojas compuestas, alternas, disposición dística, bipinnadas con dos a cuatro pares de pinnulas aovadas, desiguales en la base y acuminadas, de 6 a 9 cm de largo y de 2.5 a 5 cm de ancho; lustrosas, glabras con estípulas laterales caducas. Presentan una glándula caediza entre las pinnulas y una en la base del raquis (Salazar et al., 2001).

Inflorescencias en cabezuelas terminales o axilares, pedunculadas; flores hermafroditas, sésiles, cáliz sub glabro de 1 mm de largo con cinco sépalos triangulares, corola con cinco lóbulos de color verdusco a amarillento, de 4 mm de largo; alrededor de 40 estambres insertos en la corola en su parte media, ovario supero (Salazar et al., 2001).

Tiene un fruto de forma lomentosa de aspecto membranoso de 5 a 6 centímetros de ancho, con mas de tres segmentos que se desprenden en artejos helicoidales al madurar, de forma oblonga-oval. El fruto puede llegar a medir hasta 50 centímetros de largo dependiendo de los artejos. La madera tiene un peso específico de 0.50 a 0.70 g/cm. El duramen es de color castaño pálido con líneas de color rojo oscuro. Tiene textura áspera. Es moderadamente fácil a moderadamente difícil de trabajar, presenta buen acabado y es durable. Se emplea en construcción naval y civil, muebles, vigas, ventanas, carpintería en general, pulpa para papel y cajas para embalajes. En Brasil es recomendada para reforestar áreas abandonadas después del cultivo de especies de ciclo rápido (Salazar et al., 2001).

#### 4.22.3. *Pachaco* (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake.)



Figura 7 *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake

Árbol caducifolio, de entre 30 a 35 metros de altura, diámetro a la altura del pecho DAP de hasta 1 metro. Copa de forma redondeada abierta, tiene un conjunto de hojas largas similares a las de un helecho arborescente. Sus hojas son compuestas alternas, bipinnadas, de 30 a 50 centímetros en la edad adulta, llegando a medir hasta 1.5 metros en árboles jóvenes; compuestas por 7 a 11 pares de folíolos primarios opuestos, cada uno está formado por 7 a 20 pares de folíolos secundarios opuestos (Blake, 2013).

Tronco / Ramas. Tronco recto, a veces con pequeños contrafuertes poco prominentes en la base. Ramas horizontales y dispersas. Corteza externa, lisa a muy finamente fisurada gris

claro, con abundantes lenticelas conspicuas, suberificadas y prominentes, dispuestas en hileras longitudinales. Interna de color crema rosado, granulosa, amarga. Grosor: 5 a 8 mm. Flor(es). Flores en panículas, de 20 a 30 cm de largo; dulcemente perfumadas, zigomorfas, de 2 a 2.2 cm de largo; cáliz verde, tubular en la base; corola de 5 pétalos amarillos, de 2 cm de largo. Fruto(s). Vainas aplanadas dehiscentes de 9 a 10 cm de largo por 2.5 a 3.5 cm de ancho, oblanceoladas, con el cáliz persistente, verde oscuras a pardas, con una conspicua nervación reticulada y prominente; conteniendo una semilla. Semilla(s). Semilla de 8 mm de diámetro, redondeada, aplanada, moreno brillante. Raíz. No disponible. Sexualidad. Hermafrodita (Blake, 2013).

#### **4.22.4. Bosque piemontano de la cordillera del Cóndor-Kutukú.**

Compuesto por un bosque denso con un dosel cerrado de 20 m de alto y en donde los árboles dominantes sobrepasan los 30 metros (e.g. *Poulsenia armata*), abundancia de epifitas; se desarrolla en el sistema de las cordilleras de Cóndor y de Kutukú sobre terrenos de lomas y en pendientes, en alturas que oscilan entre los 350 y 1400 msnm (MAE, 2014).

Entre las especies que encontramos en el lugar están la *Aniba muca*, *Brosimum utile*, *Cecropia marginalis*, *Celtis schippii*, *Chimarrhis glabriflora*, *Clusia decussata*, *C. haughtii*, *Dacryodes peruviana*, *Elaeagia ecuadorensis*, *Endlicheria sericea*, *Ficus pertusa*, *Grias neuberthii*, *G. peruviana*, *Inga acreana*, *Iriartea deltoidea*, *Mabea elata*, *M. standleyi*, *Micropholis guyanensis*, *Nectandra lineatifolia*, *Neea divaricata*, *N. ovalifolia*, *Perebea xanthochyma*, *Poulsenia armata*, *Pouteria durlandii*, *Protium fimbriatum*, *Rollinia dolichopetala*, *Rustia schunkeana*, *Sapium marmieri*, *Socratea exorrhiza*, *Sorocea trophoides*, *Tapirira guianensis*, *T. obtusa*, *Virola peruviana*, *Vochysia guianensis*, *Wettinia maynensis*, *Elaphoglossum latifolium*, *E. leptophyllum*, *Renealmia* spp (MAE, 2014).



## 5. Metodología.

### 5.1. Área de estudio.

El sitio de estudio está en la Quinta Experimental El Padmi de la Universidad Nacional de Loja se encuentra ubicado a 5 km al norte de la unión con el río Nangaritzza, en la parroquia Los Encuentros perteneciente al cantón Yantzaza, de la provincia de Zamora Chinchipe.

La ubicación geográfica del área de estudio de la plantación de enriquecimiento forestal se encuentra ubicada en la unidad hidrográfica el Padmi, en la Quinta Experimental “El Padmi” de la Universidad Nacional de Loja, con coordenadas UTM 17 M y puntos 764623.92 m E y 9586780.40 m S y una altitud de 906 m s.n.m. (Figura 8).

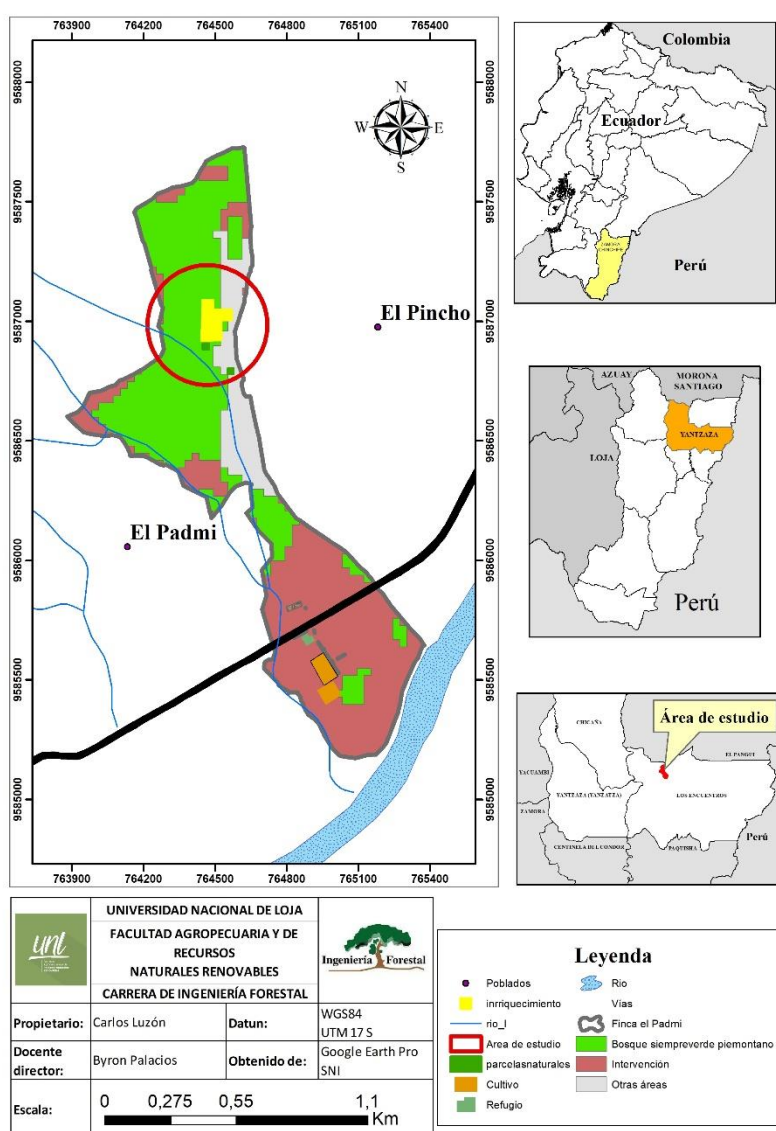


Figura 8 Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio se encuentra en la unidad hidrográfica El Padmi, donde existen tres tipos de ecosistemas: bosque siempre verde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú (parte baja del bosque área de interés en la investigación), bosque siempre verde montano bajo de las cordilleras del Cóndor-Kutukú, el cual corresponde a la parte media de la microcuenca y el bosque siempre verde montano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú, el cual corresponde a la parte alta de la microcuenca (MAE, 2012; Palacios et al., 2015).

Según Gonzalez & Pardo, (2013) la temperatura media anual es de 23°C, la precipitación media anual es de 2 000 mm, el mes más lluvioso es marzo con 226 mm, mientras que el mes de menor precipitación es octubre con 132 mm.

Este ecosistema es un bosque denso con un dosel cerrado de 20 m de alto y en donde los árboles emergentes sobrepasan los 30 m, presenta abundancia de epifitas; este ecosistema se desarrolla en las cordilleras de Cóndor y de Kutukú sobre terrenos colinados y en depresiones, en alturas que oscilan entre los 350 y 1400 msnm (MAE, 2014). Este bosque es muy similar al bosque piemontano de las estribaciones orientales de la Cordillera Real u Oriental de los Andes, sin embargo, hacia la vertiente oriental de la cordillera de Kutukú existe una superposición con elementos florísticos provenientes del abanico del Pastaza (MAE, 2014). Según Sierra (1999); MAE (2012); Palacios et al. (2015) el área de estudio está ubicada en el bosque siempre verde piemontano.

En la parte baja de la finca, se encuentran materiales aluviales del cuaternario; en tanto que, en la parte media y alta son rocas cristalinas y metamórficas (filitas y cuarcitas) (Gonzalez & Pardo, 2013). Debido a la precipitación y la temperatura, en la zona predomina un ambiente de meteorización ferralítica, cuyo proceso de formación de suelos se denomina ferralitización, mismo que consiste en una acumulación residual de óxidos de hierro y aluminio, como resultado de: a) una meteorización de los minerales primarios; b) una casi completa eliminación de las bases (Ca, Mg, K); y, c) una significativa eliminación del silicio (Gonzalez & Pardo, 2013).

## **5.2. Metodología para determinar el crecimiento de la sucesión natural y de especies arbóreas establecidas con fines de enriquecimiento en el bosque secundario pie montano de la Quinta Experimental “El Padmi” Zamora Chinchipe.**

Para dar cumplimiento a este objetivo se utilizó dos fases metodológicas, una para evaluar el enriquecimiento y la otra para medir la regeneración natural del bosque secundario pie montano, para lo cual tenemos las siguientes:

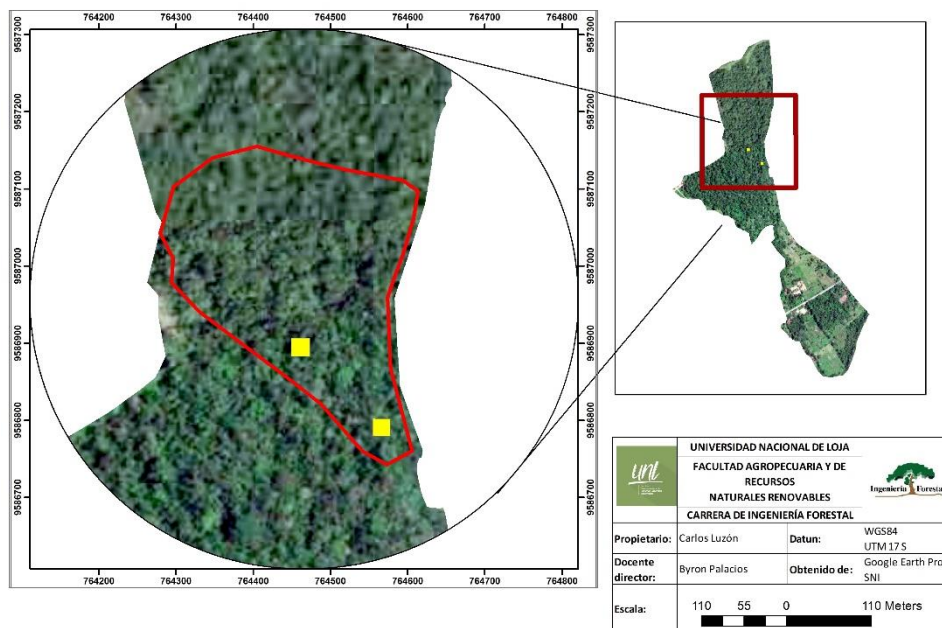
### **5.2.1. Fase 1. Regeneración del componente arbóreo.**

#### **5.2.1.1. Delimitación e instalación de parcelas para la regeneración del componente arbóreo.**

Para la evaluación de regeneración forestal se utilizó la metodología plateada por Gutiérrez, (2006). Se realizó la identificación de los lugares donde se instalaron las parcelas de muestreo.

Se utilizó el inventario general para bosques naturales CATIE, (2002), para ellos se utilizó como área efectiva todo de bosque secundario que se generó luego de haber sido utilizado para la agricultura. Se instaló dos parcelas de 20 m × 20 m (400 m<sup>2</sup>) a una distancia aproximada de 100 m alejada una parcela de la otra, en áreas en las que no se observa mayor homogeneidad del lugar. Este proceso se realizó usando una brújula para establecer la dirección a la cual se estableció las parcelas temporales de muestreo y se complementó con el tipo de muestreo al azar el cual nos permitió seleccionar el lugar más adecuado para obtener mejores resultados; con ayuda de una piola de color rojo se delimitó las dos parcelas temporales de muestreo ver (Anexo 1).





*Figura 9 Parcelas temporales de muestreo*

### 5.2.1.2. Medición de las variables dasométricas del componente arbóreo.

En cada una de las parcelas se midió todos los individuos con  $DAP \geq 10$  cm y la altura en metros con el Clinómetro Suunto, (Figura 4), de los individuos encontrados dentro de la parcela, los cuales se anotaron en una tabla de datos (Tabla 2), al igual que en las parcelas de enriquecimiento; en estas también se obtuvo los datos de coordenadas geográficas de cada una de las parcelas de muestreo establecidas. Se empleó la siguiente hoja de registro (Tabla 1).

*Tabla 1 Hoja de registro de la regeneración del componente específico arbóreo*



**unl**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES



Parcela: .....		Coordenadas: .....			
Altitud: .....		Fecha: .....			
N° Árbol					Observaciones
	CAP	DAP	Altura	Familia	

### **5.2.1.3. Obtención de muestras botánicas para la identificación del componente arbóreo.**

Se procedió a obtener muestras botánicas de cada uno de los individuos  $\geq 10$  cm DAP<sub>1,30</sub> con ayuda de una podadora aérea; obtenidas las muestras se las etiquetó con un código el cual consta de número de muestra, número de la parcela donde se obtuvo la muestra, de igual manera se tomaron fotografías de las especies encontradas y cada una de ellas se nombró con la etiqueta de la especie, con esto se buscó tener un mejor reconocimiento de las especies. Para finalizar el proceso se prensó cada muestra (Anexo 2). Obtenidas las muestras botánicas, se las transportó hasta el herbario Reinaldo Espinosa de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, en el cual se separó las especies arbóreas de las especies arbustivas. Terminado el proceso se trasladó las muestras arbóreas al área de secado de la facultad donde después de un periodo de cinco días de secado se retiró el material botánico del área de secado (Anexo 4).

### **5.2.1.4. Identificación del componente arbóreo.**

Se procedió a identificar las especies con ayuda del técnico especialista y mediante la revisión de la colección de muestras botánicas del herbario Reinaldo Espinosa de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja. En este proceso en un primer momento el técnico especialista del herbario identificó la familia, género y especie, y se comparó con las especies de la colección del herbario (Anexo 5).

### **5.2.2. Fase 2. Enriquecimiento forestal.**

Para la evaluación del enriquecimiento se utilizó la metodología planteada por Zulle et al., (2015) el cual menciona que para evaluar un enriquecimiento se debe identificar las parcelas y seguido a esto medir las variables dasométricas de DAP<sub>1,30</sub> m y la altura total de cada individuo.

#### **5.2.2.1. Reconocimiento del área de estudio para las parcelas de enriquecimiento.**

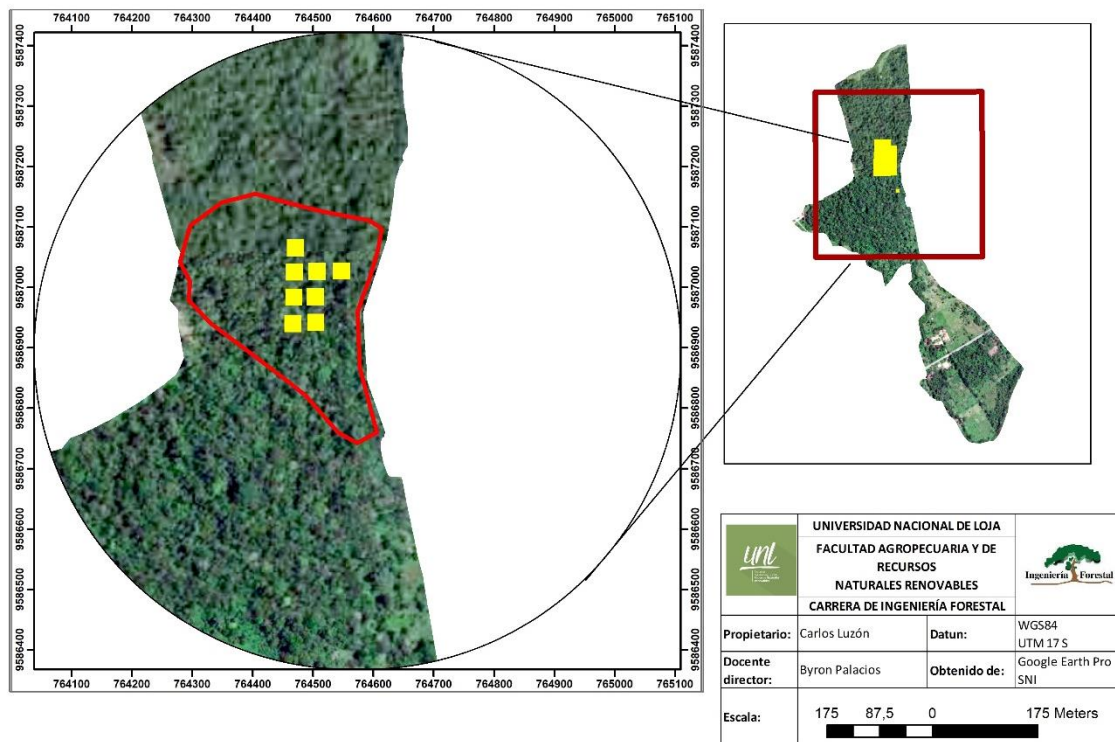
En el área de estudio se realizó un recorrido por todas las parcelas de enriquecimiento siendo estas ocho en total, dos de *Cedrela odorata* L., tres de *Schizolobium parahyba* (Vell. S.F. Blake) y tres de *Cedrelinga cateniformis* Ducke, todas tuvieron un distanciamiento de 5 m  $\times$  5 m con un número total de 25 individuos para dos parcelas y 20 individuos para seis parcelas, se registró los siguientes datos: altitud, posición geográfica de las parcelas, distanciamiento de los individuos plantados, coordenadas geográficas y la identificación de las

especies de cada una de las parcelas ya establecidas en un periodo de 18 años atrás (Figura 10) y (Figura 11).

En la Figura 10 se muestra las parcelas de enriquecimiento, están establecidas en sentido de los puntos cardinales Norte, Sur, Este y Oeste. Cuenta con distanciamiento entre cada individuo de 5 metros dando un total de 6 parcelas con un área de 300 m<sup>2</sup> de 20 individuos, 2 parcelas con un área de 400 m<sup>2</sup> de 25 individuos y un distanciamiento entre parcelas de 20 metros.



*Figura 10 Disposición de las parcelas de enriquecimiento, los puntos de color rojo son los individuos de los cuales no se encontró existencia mientras que los cuadrados verdes son los que muestran existencia de individuos.*



*Figura 11 Parcelas de enriquecimiento*

### 5.2.2.2. Mediciones en campo de las variables dasométricas de individuos establecidos en el enriquecimiento.

Previo a la medición de las variables dasométricas se llenó un registro con los datos obtenidos de las parcelas de enriquecimiento ya establecidas, en el cual se anotó las características principales del lugar, observaciones, coordenadas geográficas de ubicación de la parcela evaluada y posteriormente los valores dasométricos de todas las 8 parcelas y de los individuos existentes hasta el momento de la medición siendo estos valores el número de individuo, diámetro de altura al pecho (DAP) y altura total, (Tabla 1).

Tabla 2 Registro de individuos forestales establecidos con fines de enriquecimiento.



*unl*

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



Coordenadas UTM _____		<b>Lugar:</b>		
Número de Parcela. _____		Fecha _____		
<b>Observaciones:</b>				
Árbol N°	CAP (cm)	DAP (m)	Altura (m)	Observaciones

### 5.2.2.3. Medición de diámetros.

Para la medición de los diámetros de los árboles en pie primeramente se marcó con spray los CAP de los individuos; con ayuda de una cinta métrica se midió la circunferencia a la altura 1.30 metros a partir del suelo, lo cual se denomina circunferencia normal (Ver figura 1). Luego se procedió a transformar el CAP de cada árbol en DAP a través de la siguiente ecuación:

$$DAP = CAP / \pi$$

Donde:

**DAP:** Diámetro a la altura del pecho (cm).

**CAP:** Circunferencia a la altura del pecho (cm).

**$\pi$ :** Número Pi (constante para determinar el DAP) (Imaña-encinas, 2011).

### 5.2.2.4. Medición de la altura total de los individuos.

Antes de iniciar con la medición de alturas de los árboles, se procedió a diferenciar los tipos de alturas:

- Altura total: del suelo hasta el ápice de la copa.
- Altura del fuste: del suelo hasta la base de la copa.
- Altura de la copa: la diferencia entre altura total y altura del fuste.
- Altura comercial: la parte del fuste que se aprovecha; está determinado por el diámetro mínimo de corta o por defectos (nudos, torceduras, bifurcaciones) y por la altura del tocón (Juárez, 2014).

Luego se midió la altura de cada individuo con ayuda del clinómetro Sunnto, para esto se estableció una distancia desde la cual se pueda observar el ápice de la copa. Seguidamente ayuda de una cinta métrica se procedió a medir la distancia desde la base del árbol hasta el sitio donde se observa el ápice de la copa, estas distancias varían de árbol a árbol, se tomó la medida con el clinómetro Sunnto y se utilizó la siguiente fórmula para obtener la altura total del árbol:

$$HT = (D)(\tan \alpha) \pm (D)(\tan \beta)$$

#### 5.2.2.5. Cálculo del área basal.

El área basal permite determinar el espacio que ocupa cada árbol dentro de un área determinada (Cailliez, 1981). Se calculó el área basal a partir de la siguiente ecuación:

$$G = (DAP)^2 * \frac{\pi}{4}$$

Donde:

**G:** Área basal.

**DAP:** Diámetro a la altura del pecho

#### 5.2.2.6. Cálculo del volumen.

Se realizó con la fórmula de cálculo de volumen, que consiste en determinar el volumen de un fuste, lo cual es igual al producto del diámetro elevado al cuadrado por 0,7854, por su altura y por su factor de forma (Cailliez, 1981), tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$V \text{ m}^3 = G * HT * F$$

Donde:

**Vm<sup>3</sup>**= Volumen.

**G**= Área basal.

**HT**= Altura total.

**F** = factor de forma (varía en función de la especie)

### **5.2.3. Generación de una base de datos (BD).**

Finalizado el trabajo en campo se realizó el procesamiento de los datos de las especies encontradas en las parcelas de enriquecimiento y en las parcelas no enriquecidas, se los ordenó en una tabla de excel, luego de depurar la información se calculó las variables de diámetro al cuadrado, área basal, volumen y volumen por hectárea, obteniendo de esta manera una tabla dinámica de dos entradas con las variables diámetro a la altura del pecho, altura total, área basal, volumen, volumen por hectárea; al finalizar se codificó cada una de las especies utilizadas para el enriquecimiento con las letras A (*Cedrelinga cateniformis*), B (*Schizolobium parahyba*), C (*Cedrela odorata*) y las especies regeneradas en las parcelas establecidas en áreas sin intervención antrópica con la letra D (Regeneración Natural).

### **5.3. Metodología para comparar el crecimiento de la sucesión de especies forestales nativas y de las parcelas establecidas con fines de enriquecimiento.**

Para dar cumplimiento al siguiente objetivo se utilizó la información obtenida del objetivo anterior y se la traslado a un programa estadístico en el cual se desarrolló el ANOVA de la siguiente manera.

#### **5.3.1. ANOVA.**

Obtenida y depurada la base de datos con el nombre científico de las especies, diámetro de altura al pecho DAP, altura y volumen por hectárea de las 8 parcelas de enriquecimiento y de las dos parcelas establecidas en la regeneración natural del bosque secundario; se cargó los archivos en el programa InfoStat del año 2022 versión estudiante, se realizó la prueba de supuestos de normalidad de Shapiro Wilk con los datos de diámetro y altura, terminado este paso y obtenidos valores mayores a 0,05 en la prueba anterior se seleccionó la pestaña estadísticas del programa y se seleccionó el análisis de varianza, se despliega una pestaña en la cual se seleccionó las variables independientes de diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura de las especies evaluadas; en la variable de clasificación se seleccionó los códigos asignados anteriormente los cuales son A (*Cedrelinga cateniformis*), B (*Schizolobium parahyba*), C (*Cedrela odorata*) y las especies regeneradas en las parcelas establecidas en áreas sin intervención antrópica con la letra D (Regeneración Natural) todas estas variables en un mismo análisis. Se oprimió aceptar y en la siguiente ventana se seleccionó la pestaña comparaciones y se escogió el método de Tukey, se seleccionó la opción de gráfica y en aceptar.

## 6. Resultados.

6.1. Resultados de la determinación del crecimiento de la sucesión natural y de especies nativas arbóreas establecidas con fines de enriquecimiento en el bosque secundario pie montano de la Quinta Experimental “El Padi” Zamora Chinchipe.

### 6.1.1. Fase 1. Regeneración del componente arbóreo.

La figura 12 muestra la frecuencia de las especies de regeneración más representativas en el área de estudio. Destaca principalmente una especie del género *Miconia*, que es un árbol de dosel bajo, seguidas de otro grupo de especies de las familias: Rubiaceae (*Palicourea*, *Ladenbergia*), Simaroubaceae (*Banara*).

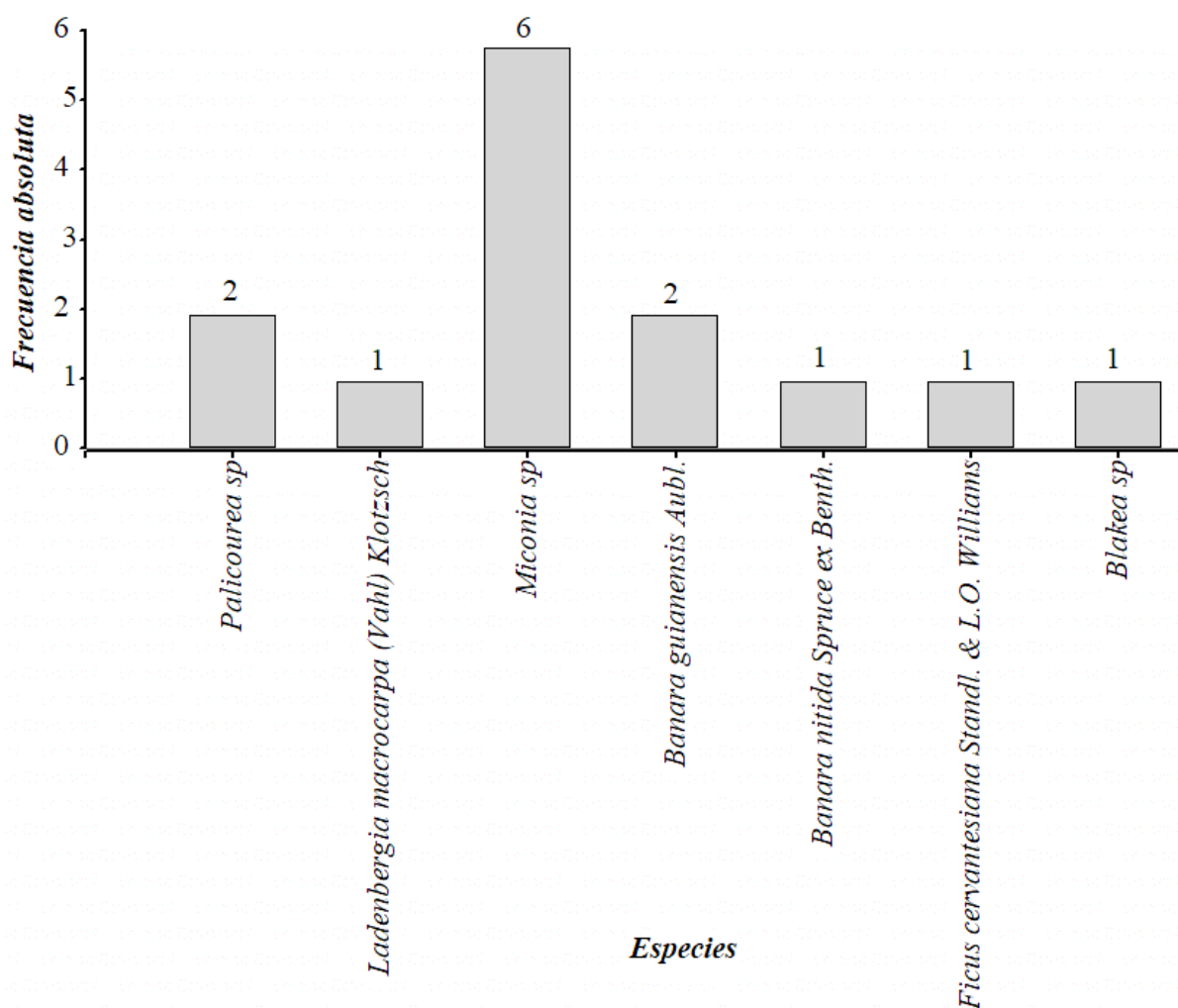


Figura 12 Frecuencia de las especies en la regeneración natural



La figura 13 (a) muestra el promedio de diámetro de la regeneración natural, mientras que la figura 13 (b) muestra el promedio de altura que han alcanzado los individuos de regeneración natural del bosque piemontano de la reserva El Padmi.

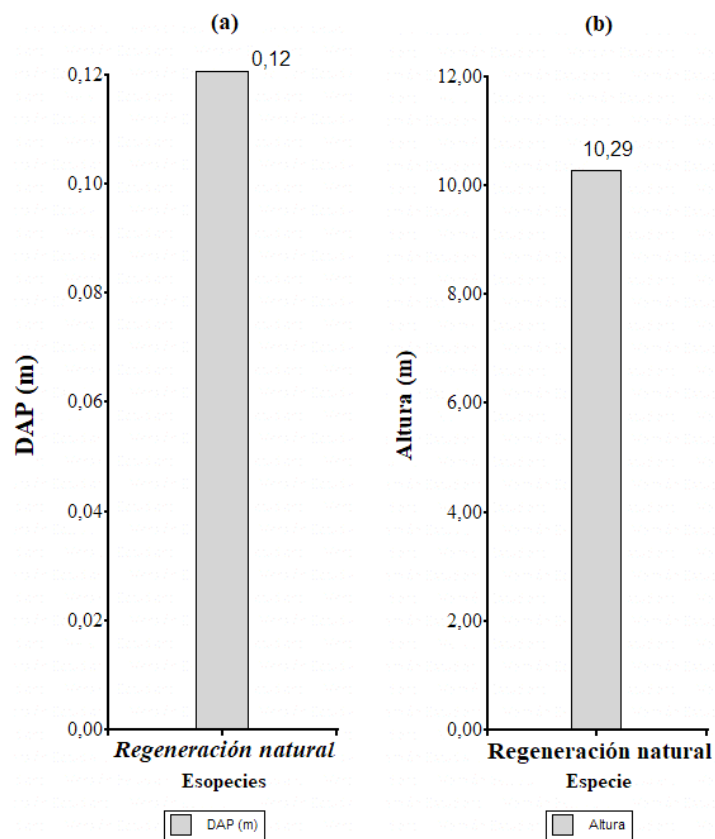


Figura 13 Diámetro y altura media de la regeneración forestal

### 6.1.2. Fase 2. Enriquecimiento Forestal.

La figura 14 muestra los diámetros de las especies enriquecidas en las cuales *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake (B) muestra mayor dominancia en la variable diámetro de altura al pecho, a diferencia de las demás especies plantadas para el enriquecimiento.

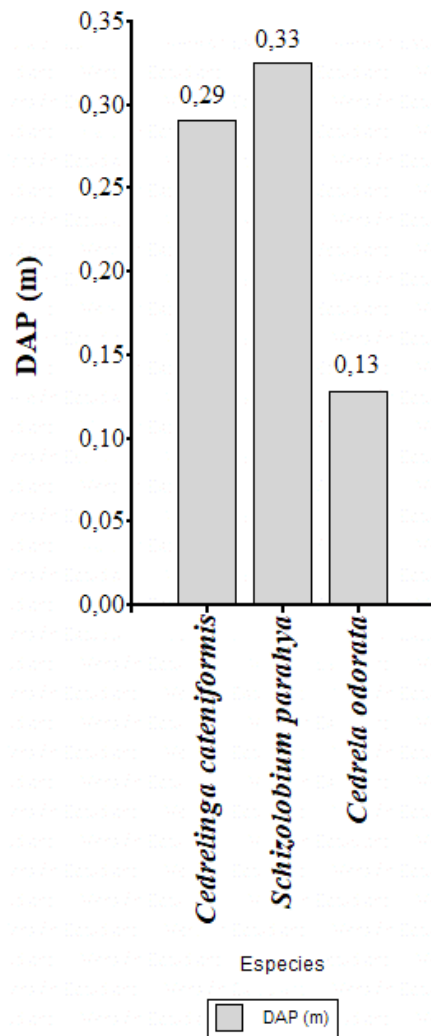


Figura 14 Diámetro medio del enriquecimiento forestal

En la figura 15 se muestra la altura total de las especies del enriquecimiento en la cual muestra que *Cedrelinga cateniformis* Ducke. (A) y *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake (B), son las especies dominantes en esta variable.

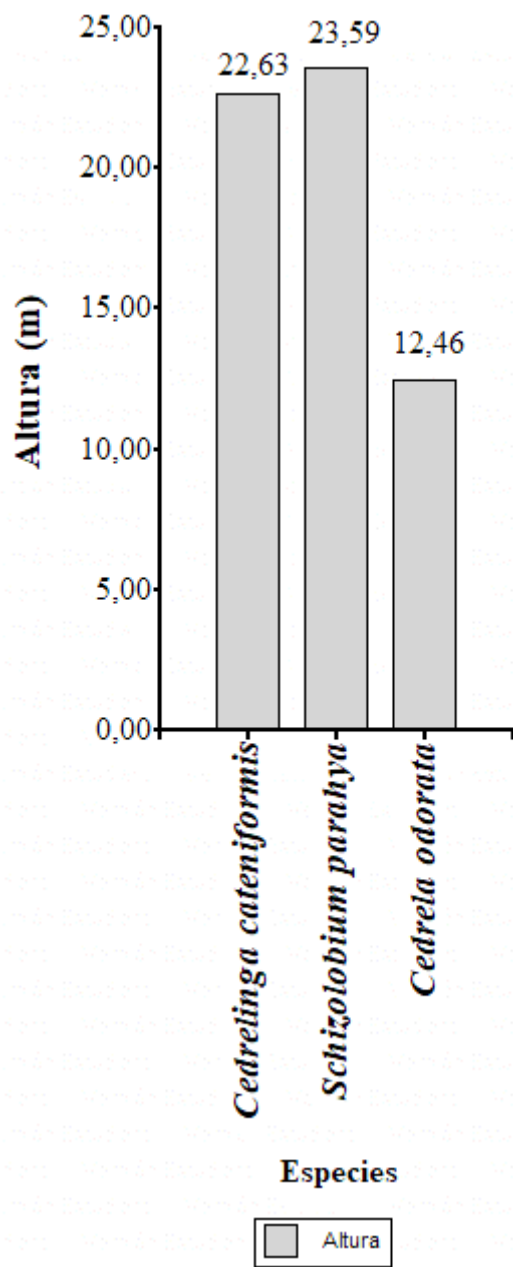


Figura 15 Altura media del enriquecimiento forestal

**Tabla 3** Cuadro resumen del número de especies y las medias, mínimas y máximas de las variables dasométricas obtenidas.

<b>Especie</b>	<b>Individuos vivos por parcela</b>	<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Mín.</b>	<b>Máx.</b>
<i>Cedrelinga cateniformis</i> Ducke	Parcela uno 11	DAP (m)	0,29	0,1	0,49
	Parcela dos 17	Altura	22,63	19	26
	Parcela tres 12	V (m <sup>3</sup> ) 1Ha	7,16	0,59	20,19
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F.Blake	Parcela uno 14	DAP (m)	0,33	0,17	0,58
	Parcela dos 9	Altura	23,59	19	29
	Parcela tres 14	V (m <sup>3</sup> ) 1Ha	9,46	1,83	31,66
<i>Cedrela odorata</i> L	Parcela uno 12	DAP (m)	0,13	0,05	0,28
	Parcela dos 13	Altura	12,46	3,5	20,3
		V (m <sup>3</sup> ) 1Ha	0,97	0,03	4,76
Regeneración natural	Parcela uno 8	DAP (m)	0,12	0,11	0,15
	Parcela dos 6	Altura	10,29	9	12
		V (m <sup>3</sup> ) 1Ha	0,73	0,49	1,04

**6.2. Resultados de la comparación del crecimiento de la sucesión natural y de especies nativas arbóreas establecidas con fines de enriquecimiento en el bosque secundario piemontano de la Quinta Experimental “El Padmi” Zamora Chinchipe.**

Para poder desarrollar el Anova se procedio a hacer una prueba prueba de supuestos de las variables dasométricas de diámetro y altura con Shapiro Wilks modificada, los valores de la misma se los observa en el (anexo 7)

Al comparar la media del DAP con el estadístico Tukey de las especies utilizadas en el enriquecimiento y lo obtenido en la regeneración natural se observa que existe diferencias significativas de las especies *Cedrelinga cateniformis* Ducke y *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake con las *Cedrela odorata* L y la Regeneración natural obteniendo lo siguiente.

**Tabla 4 DAP (m)**

Variable	N	R2	R2 AJ	CV
DAP (m)	116	0,52	0,5	34,86

**Tabla 5 Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,88	3	0,29	39,78	<0,0001
Código	0,88	3	0,29	39,78	<0,0001
Error	0,83	112	0,01		
Total	1,17	112			

**Tabla 6 Test: Tukey Alfa= 0,5 DMS=0,06405**

Error: 0,0074      gl: 112

Especie	Medias	n	E.E.	
Schizolobium parahyba	0,33	37	0,01	<b>A</b>
Cedrelinga cateniformis	0,29	40	0,01	<b>A</b>
Cedrela odorata	0,13	25	0,02	<b>B</b>
Regeneración natural	0,12	14	0,02	<b>B</b>

En la figura 16 se muestra la comparación del diámetro obtenido tanto en la regeneración natural como en el enriquecimiento de las parcelas establecidas hace 18 años, mostrando que existe superioridad por parte del enriquecimiento en la variable DAP

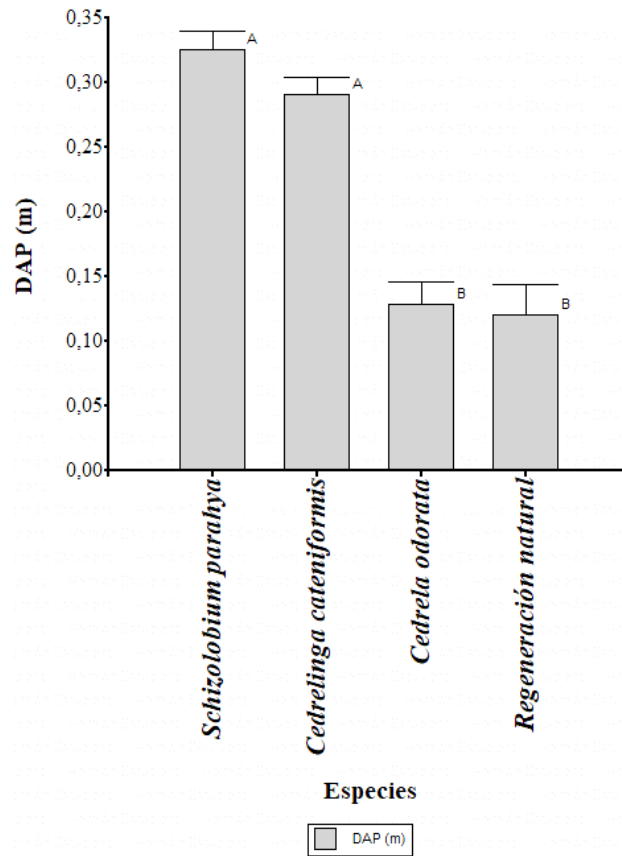


Figura 16 Comparación Tukey de diámetros. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ )

En cuanto a la variable altura total de las especies evaluadas en las cuales el estadístico Tukey permite observar que las especies de enriquecimiento entre *Cedrelinga cateniformis* Ducke y *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake, no mantienen diferencia significativa entre sí, mientras que *Cedrela odorata* L y la regeneración natural mantienen diferencia significativa entre ellas y con *Cedrelinga cateniformis* Ducke y *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake,

Tabla 7 Altura (m)

Variable	N	R2	R2 AJ	CV
DAP (m)	116	0,79	0,79	14,62

Tabla 8 Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

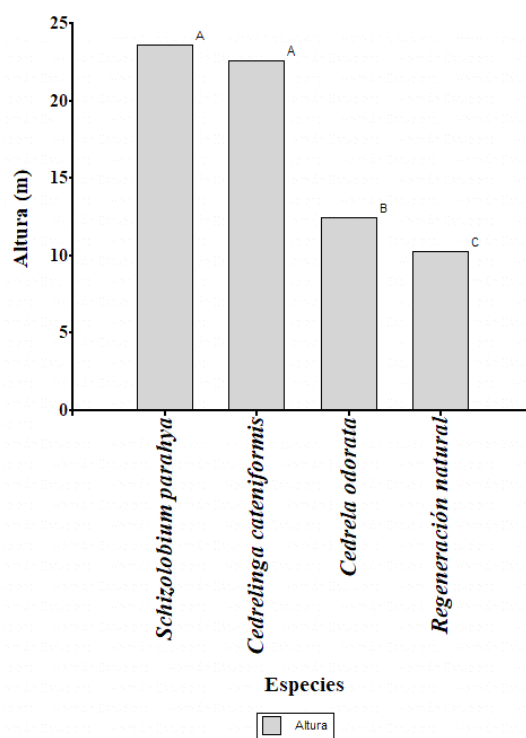
Modelo	3433,00	3	1144,33	144,44	<0,0001
Código	3433,00	3	1144,33	144,44	<0,0001
Error	887,33	112	7,92		
Total	4320,33	115			

**Tabla 9** Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,09860

Error: 7,9226      gl: 112

Especie	Medias	n	E.E.	
Schizolobium parahyba	23,59	37	0,46	<b>A</b>
Cedrelinga cateniformis	22,63	40	0,45	<b>A</b>
Cedrela odorata	12,46	25	0,56	<b>B</b>
Regeneración natural	10,29	14	0,75	<b>C</b>

En la Figura 17 se observa la comparación de la variable altura entre la regeneración natural y el enriquecimiento evaluado pudiendo observar que los valores mas altos en esta variable son de *Cedrelinga cateniformis* Ducke y *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake.



**Figura 17** Comparación Tukey de alturas. Letras diferentes indican diferencias estadísticas diferentes.

En cuanto a la variable volumen por hectárea, utilizando el método de comparación Tukey, muestra que existe diferencia significativa entre *Cedrelinga cateniformis* Ducke y *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F.Blake con *Cedrela odorata* L y la Regeneración natural.

**Tabla 10 Volumen**

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R2</b>	<b>R2 AJ</b>	<b>CV</b>
DAP (m)	116	0,35	0,33	86,83

**Tabla 11 Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	1514,32	3	504,77	20,01	<0,0001
Código	1514,32	3	504,77	20,01	<0,0001
Error	2824,87	112	25,22		
Total	4339,19	115			

**Tabla 12 Test: Tukey Alfa = 0,05 DMS = 3,74444**

Error: 25,2220      gl: 112

<b>Especie</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
Schizolobium parahyba	9,46	37	0,83	<b>A</b>
Cedrelinga cateniformis	7,16	40	0,79	<b>A</b>
Cedrela odorata	0,97	25	1	<b>B</b>
Regeneración natural	0,73	14	1,34	<b>B</b>



En la figura 18 se observa el volumen de el enriquecimiento y de la regneración natural estrapolado a una hectarea, de la misma manera que en las variables anteriores en esta muestra superioridad el *Cedrelinga cateniformis* Ducke y *Schizolobium parahya* (Vell.) S.F.Blake

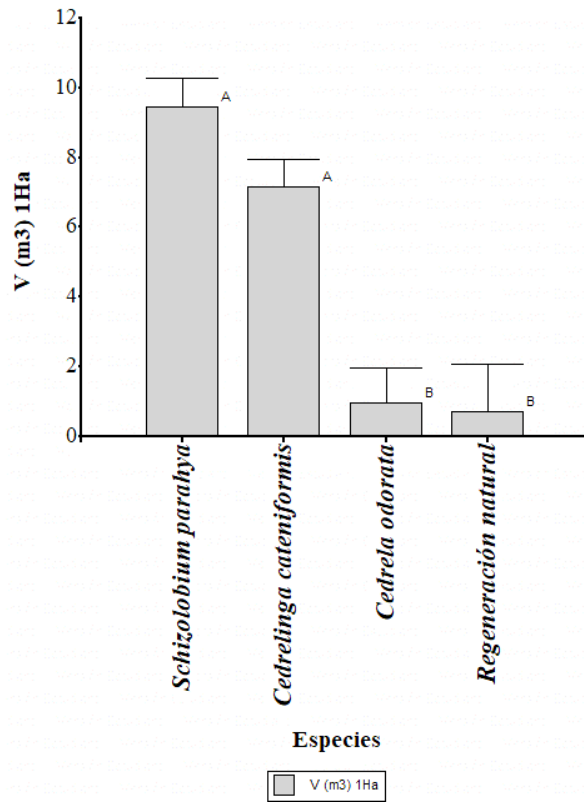


Figura 18 Comparación Tukey de Volumen. Letras diferentes muestran diferencias estadísticas significativas.

## 7. Discusiones.

### 7.1. Determinación del crecimiento de la sucesión natural y de especies nativas arbóreas establecidas con fines de enriquecimiento en el bosque secundario piemontano de la Quinta Experimental “El Padmi” Zamora Chinchipe.

Con respecto a los diámetros que se midió tanto de las parcelas de muestreo como las de enriquecimiento se determinó que el diámetro medio de *S. parahyba* (Vell.) S.F.Blake el cual es de 0,33 metros, es el más destacado en cuanto al diámetro de las especies de enriquecimiento, seguido de *C. cateniformis* Ducke con un diámetro medio de 0,29 metros siendo estos dos los más desarrollados, en cuanto a *C. odorata* L, esta especie cuenta con un diámetro medio de 0,13 metros muy cercano a las especies encontradas en las parcelas temporales de muestreo, la cual cuenta con un diámetro de 0,12 metros, por lo que se observó diferencia significativa ya que el p valor muestra diferencias entre las especies *C. cateniformis* Ducke y *S. parahyba* (Vell.) S.F.Blake con las de *C. odorata* L. y las especies encontradas en las parcelas de muestreo, esta diferencia es debido a que las especies de enriquecimiento con mayores diámetros son de la familia Fabaceae, otros estudios muestran buenos resultados con estas especies como es el de Misiones et al., (2017) el cual menciona que en su enriquecimiento en el cual también utilizó especies de la familia Fabaceae, muestran una alta sobrevivencia siendo de esta manera las especies que muestran mayor crecimiento, por lo que es aceptable que estas especies sean las que muestre mayor crecimiento primario y secundario en este estudio.

*C. odorata* L muestra diámetros inferiores a los de *C. cateniformis* Ducke y *S. parahyba* (Vell.) S.F.Blake estos resultados pueden ser por algunos factores climáticos, topográficos o de la viabilidad de las semillas utilizadas en el enriquecimiento. En este caso se revisó las características climáticas del lugar donde se realizó el enriquecimiento y se observa que se tiene temperatura promedio de 23°C, la precipitación media anual es de 2000 mm, (Gonzalez & Pardo, 2013) al igual que (Avila, 2017) menciona que la especie se desarrolla en temperaturas desde 20 y 32 °C, y con una precipitación entre 1200 y 2000 mm por año. En caso de la altitud, el enriquecimiento se encuentra a una altura de 900 m s.n.m. por lo que se encuentra en el rango adecuado, según (CAR, 2019), quien menciona que el rango altitudinal de la especie es de 0 – 2000 m s.n.m. Mientras que (Avila, 2017) menciona que el rango de la especie es hasta los 800 m s.n.m. Al ver que las características climáticas y topográficas son adecuadas para que la especie pueda desarrollarse, se puede mencionar otras características

como la viabilidad de la semilla utilizada y también la luminosidad del lugar, esto debido a que (Román, 2012; Torres et al., 2018) mencionan que cerca del 75% de este material no germina en condiciones naturales de bosque húmedo tropical, por factores como la luminosidad. Y existen otros factores como daños en los remanentes de bosque, esto es secundado por (Medina et al., 2007) quien menciona que, de igual forma, gran parte del material germinado no sobrevive por competencia intra e interespecífica y por daños ocasionados a la masa remanente en las actividades de aprovechamiento forestal todos estos puntos tratados también son corroborados por (Lozaada et al., 2003) ya que en su experiencia en el enriquecimiento por fajas se observa que las poblaciones de cedros más antiguas tienen crecimientos muy lentos a comparación de otras fajas de enriquecimiento como son las de *C. alliodora*, las cuales en su trabajo son enriquecimientos más jóvenes y estos tienen valores más altos en cuanto a sus variables dasométricas, a su vez este autor menciona que el motivo por el cual *C. odorata* no tiene diámetros superiores a los enriquecimientos más jóvenes es por causa de los métodos de plantación, de las características del sitio y la viabilidad de la semilla.

En cuanto a la regeneración no establecida se midió diámetros pequeños que tienen como media 0,12 metro por lo que se ve diferencia significativa con *C. cateniformis* Ducke y *S. parahyba* (Vell.) S.F.Blake pero no presenta diferencia significativa con *C. odorata* L esto debido a que los daños ocasionados por el cambio de uso de suelo afectan de manera directa al banco de semillas existente por lo que se generan factores de presión sobre el material germinativo haciendo que la regeneración en el lugar sea más lenta, esto también lo menciona Martínez-Ramos & García-Orth, (2017) quien dice que el rol que tienen las fuentes de regeneración posterior a la perturbación es fundamental en la definición de dicha trayectoria, (Quintana et al., 1996) menciona que los estudios sobre el banco de semillas muestran que la abundancia del mismo se reduce y su composición cambia a medida que las actividades agropecuarias se intensifican, por lo que se puede asumir que la regeneración natural se encuentra en ese estado por la presión a la que fue sometida el área al momento de cambiar el uso de suelo; por lo cual en este estudio se midió diámetros muy pequeños y pocas especies arbóreas fueron encontradas debido a que el lugar donde se realizó el estudio muestra aún actividad antrópica siendo este uno de los factores que aún no permiten que la vegetación se regenere de manera adecuada.

Al comparar los resultados obtenidos en este estudio con los encontrados anteriormente por Palacios et al., (2015) el cual realizó una medición del mismo enriquecimiento a los 11

años de haberse establecido, se observa los valores medios del diámetro, altura total y volumen de las especies establecidas con fines de enriquecimiento los cuales han cambiado, de esta forma se observa que las medias de diámetro para *C. cateniformis* Ducke., es de 0,16 metros a diferencia de lo que se estableció en este proyecto el cual muestra una media de 0,25 metros, por lo que se observó que esta especie en el lapso de siete años muestra crecimiento secundario. En cuanto a *S. parahyba* (Vell.) S.F.Blake se revisó un diámetro medio de 0,22 metros, a diferencia de lo que se estableció en este estudio, el cual muestra una media de 0,30 metros, al igual que *C. odorata* L. muestra una media de 0,7 metros, en este estudio se estableció una media de 0,10 metros.

Se comparó las alturas obtenidas con las de Palacios et al., (2015) observando que para *C. cateniformis* Ducke. una media de 15,13 metros, con respecto a lo que se estableció en este estudio la cuales fue para *C. cateniformis* Ducke. una media de 22,89 metros. Mientras que para las alturas de *S. parahyba* (Vell.) S.F.Blake, el mismo autor obtuvo una media de 20,46 metros, mientras que en este estudio se encontró una media de 23 metros. En cuanto a *C. odorata* L. Palacios et al., (2015) obtiene una altura media de 6,99 metros, mientras que en este estudio para *C. odorata* L. se encontró una altura media de 10,34 metros.

Ramirez et al., (2008) establece una plantación de *Cedrela odorata* L, en un lugar con similares características al de la Finca Experimental El Padmi, mostrando en su estudio la viabilidad de la especie para establecer plantaciones forestales obteniendo un crecimiento de diámetro medio de 1,72 cm por año, de esta manera concluye que *Cedrela odorata* L, es una alternativa viable para el desarrollo de plantaciones, a diferencia de nuestro estudio que muestra todo lo contrario ya que las especies de cedro muestra un crecimiento de diámetro promedio de 0,5 cm por año, esto se da debido al proceso al cual se sometió el terreno en el cual se desarrolló la plantaciones, Ramirez et al., (2008) menciona que en el proceso de establecimiento de la plantación se realizó una quema controlada para eliminar todos los vestigios de especies agrícolas, posterior a esto se utilizó maquinaria agrícola para realizar labores de remoción y bordeado del terreno con el fin de obtener un mejor enraizamiento, se puede argumentar que es por este motivo que *Cedrela odorata* L en este estudio muestra inferioridad en su crecimiento primario y secundario.

Ramirez et al., (2008) muestra que es su trabajo obtiene alturas de medias de *Cedrela odorata* L de 6,3 m en tres años, diferencia de nuestro estudio que muestra en 18 años un

crecimiento medio en altura de 12,46 m por lo que se observa que los factores de salubridad del lugar afectan directa a la especie en su estructura primaria y secundaria.

Angulo, (2014) menciona que en su trabajo sobre el establecimiento de una plantación de *C. cateniformis* Ducke con 17 años de edad tiene un diámetro medio de 22,6 cm en nuestro estudio se obtiene un crecimiento medio de 29 cm por lo que se observa superioridad en esta variable en, así mismo en el estudio de Angulo, (2014) se observa una altura media de 17,83 m mientras que nuestro estudio se observa una altura media de 22,63 m por lo que al igual que en el diámetro, en la variable altura se observa superioridad en nuestra investigación.

## **7.2. Comparación del crecimiento de la sucesión natural y de especies nativas arbóreas establecidas con fines de enriquecimiento en el bosque secundario piemontano de la Quinta Experimental “El Padmi” Zamora Chinchipe.**

Respecto a las variables dasométricas comparadas en el ANOVA, se observa que *S. parahyba* (Vell. S.F. Blake) y *C. cateniformis* Ducke, las cuales fueron utilizadas en el enriquecimiento realizado en la Quinta Experimental “El Padmi” de Zamora Chinchipe mantiene diferencia significativa con las especies arbóreas encontradas en las parcelas de muestreo establecidas dentro de la unidad hidrográfica. *C. odorata* no ingresa en las especies que mantienen diferencia significativa con las especies encontradas en regeneración debido a que no mantiene diferencia significativa con las regeneración, esto debido a factores externos como la intervención antrópica o factores ecológicos tal como se observa en el trabajo de (Lozaada et al., 2003) en el cual *C. odorata* tiene desarrollo bajo en sus variables dasométricas por lo que se observa diferencia significativa con las demás especies utilizadas en su estudio, no obstante existe una especie que muestra superioridad en su estudio la cual es *C. alliodora*, que es de la familia de las Fabaceae, esta especie muestra diferencia significativa frente a las demás especies utilizadas en su estudio y al igual que en este estudio *S. parahyba* y *C. cateniformis* muestran diferencia frente a *C. odorata* y la regeneración natural por lo que se evidencia la veracidad de lo obtenido en la comparación realizada en este estudio.

Se comparó las alturas de las especies enriquecidas y las especies de la regeneración natural, se observó que *C. cateniformis* Ducke y *S. parahyba* (Vell.) S.F.Blake no mantienen una diferencia significativa en cuanto a sus alturas debido a que sus medias son muy similares, mientras que *C. odorata* L y las especies de regeneración natural, no muestran diferencia significativa entre sí, pero si muestran diferencia significativa ante *C. cateniformis* Ducke. y *S. parahyba* (Vell.) S.F.Blake, ya que sus medias son muy diferentes.

El desarrollo del estudio permite demostrar que el crecimiento del *C. cateniformis* Ducke y el *S. parahyba* (Vell.), muestran diferencia significativa frente a las demás especies, esto concuerda con lo obtenido por (Palacios et al., 2015) el cual evaluó el mismo estudio a los 11 años de haberse establecido, mencionando que las dos especies antes mencionadas también muestran diferencia significativa frente a las demás especies.

## 8. Conclusiones.

El desarrollo del trabajo permitió generar información de las especies establecidas en el enriquecimiento y su estado con respecto a la regeneración natural del bosque secundario siendo un aporte importante para fortalecer el conocimiento y evaluar la eficiencia de las herramientas silviculturales enfocadas a la recuperación de lugares degradados.

Las especies forestales *C. cateniformis* Ducke y *S. parahyba* (Vell.) S.F.Blake utilizadas en el enriquecimiento y recuperación de áreas degradadas presentan mejores variables dasométricas con respecto al crecimiento primario y secundario, a diferencia de *C. odorata* L el cual presento medidas casi similares a las de la regeneración natural por lo que según lo obtenido no es viable para actividades de enriquecimiento debido a que el tiempo de crecimiento es lento a comparación de las dos primeras que mostraron mejores resultados en sus variables de crecimiento.

Las especies de regeneración natural no presentan un buen desarrollado en sus variables dasométricas durante los 18 años de evaluación, debido a algunas causas como el cultivo de especies domesticadas de la familia de las Musaceae y Rutaceae, y a la existencia de ganado lo cual no ha permitido que la regeneración natural se desarrolle con normalidad, debido a que algunas especies como *Terminalia amazónica* (J.Fgmel)Exell, *Clarisia racemosa* Ruíz & Pav, *Clarisia biflora* Ruiz & Pav, que son de importancia para la localidad sólo se encuentran dentro de las categorías de brinzales y plántulas.

Para la regeneración natural las actividades de preparación del sitio como son la quema y la remoción de tierra son fundamentales para tener mejores resultados en cuanto a sus variables dasométricas, debido a que en otros estudios se observa este tipo de actividades las cuales muestran muy buenos resultados al momento de evaluar la regeneración natural.

## **9. Recomendaciones.**

Utilizar *C. cateniformis* Ducke y *S. parahyba* (Vell.) S.F.Blake en la restauración de lugares degradados con similares características ecológicas debido a que tienen múltiples usos y contribuye a la restauración natural, ha conservar y recuperar especies de interés dentro del ecosistema.

Para posteriores investigaciones se sugiere realizar un estudio del suelo para complementar los resultados obtenidos debido a que este estudio aportaría con información sobre los requerimientos de algunas especies en cuanto al crecimiento de su estructura.

Realizar nuevas mediciones de las variables dasométricas de las especies que se encuentran en el área de enriquecimiento, esto con la finalidad de tener más información que permita evaluar el desarrollo de estas especies, permitiendo tomar decisiones futuras de que especies utilizar para recuperar lugares degradados mejorando la calidad de los ecosistemas y de la masa remanente del bosque.

Desarrollar investigación complementaria que ayude a comprender la dinámica de crecimiento de las especies de regeneración natural que se encuentran en las categorías de plántulas, brinzales y latizales bajos ya que no se registra ninguna especie de interés en la categoría de fustales, pero si se observó especies de interés en las categorías inferiores.

Utilizar técnicas de preparación de terreno tales como quemas y remoción de tierra para que tanto el enriquecimiento como la regeneración natural tengan mayor progreso en cuanto al crecimiento de su estructura.

Mantener el área denominada bosque secundario en la Quinta experimental el Padmi como un área estrictamente restringida de todo tipo de actividad ganadera y agrícola con la finalidad de obtener mejores resultados en estudios posteriores dentro del área.



## 10. Bibliografía.

- Aguirre, N., & Weber, M. (2007). Enriquecimiento de plantaciones forestales como herramienta para la rehabilitación de ambientes degradados en la region sur Ecuatoriana Nikolay Aguirre Mendoza 1\* & Michael Weber 2. *Naturaleza y Desarrollo Agropecuario*, 1–15.
- Angulo, W. E. (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. *Inia*, 31. [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/578/1/Angulo-crecimiento\\_productividad.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/578/1/Angulo-crecimiento_productividad.pdf)
- Armién, I., Szejner, M., Aviles, P., Castañeda, E., & Vergara, L. (2015). *Enriquecimiento forestal con especies nativas en áreas con matorrales de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá*.
- Avila, R. (2017). Cedrela odorata paquete tecnológico forestal. *Instituto Nacional de Bosques Guatemala*, 18.
- Bannister, J. R., Donoso, P. J., & Mujica, R. (2016). La silvicultura como herramienta para la restauración de bosques templados. *Bosque*, 37(2), 229–235. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002016000200001>
- Blake, V. S. F. (2013). Schizolobium parahyba (Vell.) S.F. Blake. *Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso de La Biodiversidad (CONABIO)*, 20, 89–90. [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/21-legum48m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/21-legum48m.pdf)
- Bravo, E. (2014). *La biodiversidad en el Ecuador*.
- Cabrera, C. (2003). Plantaciones Forestales: Oportunidades Para El Desarrollo Sostenible. *Universidad Rafael Landivar*, 06, 6–8. [http://recursosbiblio.url.edu.gt/publicjlg/IARNA/serie\\_tec/06tec2003.pdf](http://recursosbiblio.url.edu.gt/publicjlg/IARNA/serie_tec/06tec2003.pdf)
- Cailliez, F. (1981). Estimación del volumen forestal y prediccion del rendimiento con referencia especial a los tropicos. In *Estudio FAO: Montes 22/1*.
- Cancino, J. (2012). *Dendrometría Básica*. 1–171.

<http://repositorio.udec.cl/xmlui/handle/11594/407>

- CAR. (2019). *Plan de Manejo y Conservación del Cedro (Cedrela odorata L.) para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR*. 53(9), 1689–1699.
- CATIE. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central*.
- CEPAL y Patrimonio Natural. (2013). *Amazonia posible y sostenible*.
- D, R., & J, C. (1995). ¿Es Una Plantación Un Bosque? In *Revista forestal centro americana* (p. 15).
- Dagnino, J. (2014). Análisis de varianza. *Revista Chilena de Anestesia*, 43(4), 306–310. <https://doi.org/10.2307/j.ctvvn8k0.7>
- Enrique, M., Ángel, M., & Guadalupe, M. (2016). *Estadística descriptiva*.
- FAO. (2002). *The state of food and agriculture 2002*.
- FAO. (2020). *El estado de los bosques del mundo*. 31. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/32473/WF20BSP.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Gadow, K., Sánchez, S., & Álvavrez, J. (2007). *Estructura y Crecimiento del Bosque*.
- García, J., Castillo, A., Ramírez, M., Rendón, G., & Larqué, M. (2001). Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncandunnett, hsu y bechhofer para selección de medias. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 39(2), 77–81.
- García, M., & Valencia, A. (2016). Planeación estratégica. *Serie Gran Biblioteca Empresarial-Prentice Hall*, 1–15.
- Gómez, C. (2012). *El enriquecimiento en bosques nativos para la conservación ambiental y desarrollo económico*.
- Gonzalez, J., & Pardo, J. (2013). Dinámica Poblacional Del Bosque Nativo De La Quinta Experimental “El Padmi”, De La Universidad Nacional De Loja, Provincia De Zamora Chinchipe. *Universidad Nacional De Loja*, 62. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS> WILSON

FERNANDO.pdf

- Gutiérrez, R. (2006). *Evaluación de la regeneración natural en parcelas permanentes de medición en el bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María*.
- Imaña-encinas, J. (2011). *Mensura Dasométrica*.
- Janis, A. (2014). *América Latina Y Su Relevancia*.
- Juárez, F. (2014). *Dasometría apuntes de clase y guía de actividades prácticas*.
- Lázaro, Y., Bravo, P., Quintana, R. R., & Albuerne, C. R. (2017). *Variables dasométricas relacionadas con la productividad de Acacia mangium Willd. 44(2)*, 14–21.
- Lozaada, J., Moreno, J., & Suescun, R. (2003). *Plantaciones en fajas de enriquecimiento. Experiencias en unidades de manejo forestal de la guayana venezolana*. 1–14.
- MAE. (2012). Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental MINISTERIO. *Subsecretaría de Patrimonio Natural*, 186. [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS\\_ECUADOR\\_2.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf)
- MAE. (2014). Sistema de clasificación de los ecosistemas de Ecuador Co. *Igarss 2014*, 1–5.
- Martínez-Ramos, M., & García-Orth, X. (2007). Sucesión Ecológica y restauración de selvas húmedas. *Bol.Soc.Bot.Méx.*, 80, 69–84. <https://www.redalyc.org/pdf/577/57708008.pdf>
- Martínez, M., & García, X. (2017). Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Botanical Sciences*, 80S, 69. <https://doi.org/10.17129/botsci.1758>
- Medina, H., Martínez, M., Barrios, F., & Bolilla, J. (2007). Determinación del Porcentaje de Desperdicio en las Labores de Aprovechamiento Forestal en un Bosque Pluvial Tropical en el Municipio de Medio San Juan, Chocó, Colombia. *Nova*, 5(8), 154. <https://doi.org/10.22490/24629448.384>
- Misiones, S. D. E. L., Maiocco, D. C., Prof, M. S., Facultad, A., & Ortiz, H. J. (2017). \_\_\_\_ *Resumen*. 7–14.
- Neto, F. D. E. P. (1979). *Principios Básicos de Dendrometria*.

- Palacios, B., Aguirre, Z., & Lozano, D. (2015). Experiencias de enriquecimiento forestal en bosque secundario en la microcuenca “El Padmi”, Zamora Chinchipe Ecuador Forest. *Cedamaz*, 5(1), 5–11.
- Pinelo, G. (2004). Manual de inventario forestal integrado para unidades de manejo. In *Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala* (Vol. 4). <http://awsassets.panda.org/downloads/manualinventario.pdf>
- Quintana, P., Espinoza, M., Ramirez, N., Vazquez, G., & Martínez, M. (1996). Soil seed banks and regeneration of tropical rain forest from Milpa fields at the selva lacandona, Chiapas, Mexico. In *Biotropica* (Vol. 28, Issue 2, pp. 192–209).
- Ramirez, C., Vera, G., Carrillo, F., & Magaña, O. (2008). El cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) como alternativa de reconversión en terrenos abandonados por la agricultura comercial en el sur de Tamaulipas. *Agricultura Técnica En México*, 34(2), 243–250. <http://repositoriodigital.academica.mx/jspui/handle/987654321/175336>
- Romahn, C., & Maldonado, H. (2010). Dendrometría. *Universidad Autonoma de Chapingo-Division de Ciencias Forestales*, 294. <http://www.chapingo.mx/dicifo/publicaciones/dendrometria.pdf>
- Román, F. (2012). *Guía para la propagación de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el Neotrópico. May 2020.*
- Salazar, R., Soihet, C., & Catie. (2001). *Cedrelinga catenaeformis* Ducke. In *Manejo de semillas de 75 especies forestales de América Latina. Serie Técnica. Manual Técnico.*
- Sierra, R. (1999). *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRG Ecociencia. January 1999*, 194. <https://doi.org/10.13140/2.1.4520.9287>
- Smith, J., Sabogal, C., Wil, J., & Kaimowitz, D. (1997). *Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina.* 62(13).
- STCTEA. (2021). *Plan Integral para la Amazonía.* 264.
- Systema Naturae.* (2015). *Cedrela odorata.* *Sierra*, 1759, 386–389.

[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/36-melia2m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/36-melia2m.pdf)

- Torres, J., Medina, H., & Martíne, M. (2018). Germinación y crecimiento inicial de *Cedrela odorata* L empleando semillas silvestres en el departamento del Chocó, Colombia. *Revista.Biodivers.Neotop*, 8(1), 22–28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7399030>
- Zulle, F., Brassiolo, M., Gómez, C., & Kees, S. (2015). Enriquecimiento forestal en fajas en un bosque explotado del Chaco húmedo. In *Bosque (Valdivia)* (Vol. 36, Issue 2, pp. 171–177). <https://doi.org/10.4067/s0717-92002015000200003>

## 11. Anexos

### Anexo 1. Establecimiento de parcelas de muestreo.



*Figura 19 Establecimiento de parcelas de muestreo*

**Anexo 3.** Extracción de las muestras botánicas.



*Figura 20 Extracción de las muestras botánicas.*

**Anexo 2.** Prensado de muestras botánicas.







*Figura 21 Prensado de muestras botánicas.*



**Anexo 4. Secado de las muestras botánicas**

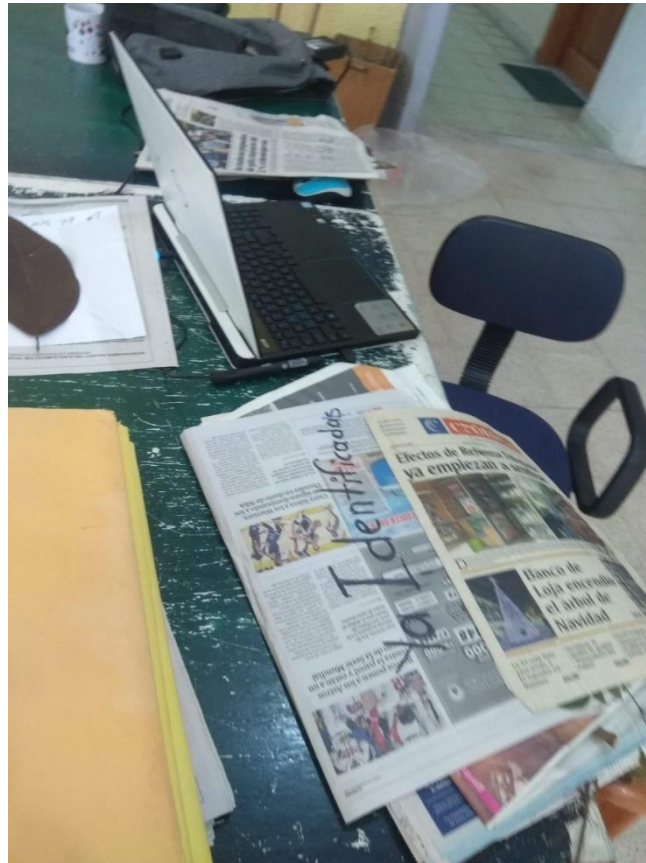


*Figura 22 Secado de las muestras botánicas*

**Anexo 5.** Identificación de las muestras botánicas.







*Figura 23 Identificación de las muestras botánicas.*

Anexo 6. Base de datos unificada.

Tabla 13 Base de datos unificada y depurada.

N	Código	Especie	CAP	$\pi$	DAP (cm)	DAP (m)	DAP (m <sup>2</sup> )	Altura	Constante	g (m <sup>2</sup> )	FF	V (m <sup>3</sup> ) 0,16 Ha	V (m <sup>3</sup> ) 1Ha
1	A	Cedrelinga cateniformis	41,00	3,14	13,05	0,13	0,02	19,00	0,7854	0,01	0,65	0,17	1,03
2	A	Cedrelinga cateniformis	57,50	3,14	18,30	0,18	0,03	20,00	0,7854	0,03	0,65	0,34	2,14
3	A	Cedrelinga cateniformis	88,00	3,14	28,01	0,28	0,08	23,00	0,7854	0,06	0,65	0,92	5,76
4	A	Cedrelinga cateniformis	83,50	3,14	26,58	0,27	0,07	22,00	0,7854	0,06	0,65	0,79	4,96
5	A	Cedrelinga cateniformis	96,00	3,14	30,56	0,31	0,09	24,00	0,7854	0,07	0,65	1,14	7,15
6	A	Cedrelinga cateniformis	113,10	3,14	36,00	0,36	0,13	25,00	0,7854	0,10	0,65	1,65	10,34
7	A	Cedrelinga cateniformis	100,40	3,14	31,96	0,32	0,10	24,00	0,7854	0,08	0,65	1,25	7,82
8	A	Cedrelinga cateniformis	79,80	3,14	25,40	0,25	0,06	21,00	0,7854	0,05	0,65	0,69	4,32
9	A	Cedrelinga cateniformis	72,30	3,14	23,01	0,23	0,05	21,00	0,7854	0,04	0,65	0,57	3,55
10	A	Cedrelinga cateniformis	48,70	3,14	15,50	0,16	0,02	19,00	0,7854	0,02	0,65	0,23	1,46
11	A	Cedrelinga cateniformis	82,00	3,14	26,10	0,26	0,07	22,00	0,7854	0,05	0,65	0,77	4,78
12	A	Cedrelinga cateniformis	89,00	3,14	28,33	0,28	0,08	19,00	0,7854	0,06	0,65	0,78	4,87
13	A	Cedrelinga cateniformis	99,50	3,14	31,67	0,32	0,10	24,00	0,7854	0,08	0,65	1,23	7,68
14	A	Cedrelinga cateniformis	125,70	3,14	40,01	0,40	0,16	25,00	0,7854	0,13	0,65	2,04	12,77
15	A	Cedrelinga cateniformis	94,00	3,14	29,92	0,30	0,09	24,00	0,7854	0,07	0,65	1,10	6,86
16	A	Cedrelinga cateniformis	125,00	3,14	39,79	0,40	0,16	25,00	0,7854	0,12	0,65	2,02	12,63
17	A	Cedrelinga cateniformis	66,00	3,14	21,01	0,21	0,04	21,00	0,7854	0,03	0,65	0,47	2,96
18	A	Cedrelinga cateniformis	155,00	3,14	49,34	0,49	0,24	26,00	0,7854	0,19	0,65	3,23	20,19
19	A	Cedrelinga cateniformis	51,00	3,14	16,23	0,16	0,03	20,00	0,7854	0,02	0,65	0,27	1,68
20	A	Cedrelinga cateniformis	67,50	3,14	21,49	0,21	0,05	21,00	0,7854	0,04	0,65	0,49	3,09
21	A	Cedrelinga cateniformis	77,50	3,14	24,67	0,25	0,06	21,00	0,7854	0,05	0,65	0,65	4,08
22	A	Cedrelinga cateniformis	31,00	3,14	9,87	0,10	0,01	19,00	0,7854	0,01	0,65	0,09	0,59

23	A	Cedrelinga cateniformis	115,50	3,14	36,76	0,37	0,14	25,00	0,7854	0,11	0,65	1,73	10,78
24	A	Cedrelinga cateniformis	87,00	3,14	27,69	0,28	0,08	23,00	0,7854	0,06	0,65	0,90	5,63
25	A	Cedrelinga cateniformis	107,00	3,14	34,06	0,34	0,12	24,00	0,7854	0,09	0,65	1,42	8,88
26	A	Cedrelinga cateniformis	60,50	3,14	19,26	0,19	0,04	20,00	0,7854	0,03	0,65	0,38	2,37
27	A	Cedrelinga cateniformis	133,50	3,14	42,49	0,42	0,18	25,00	0,7854	0,14	0,65	2,30	14,40
28	A	Cedrelinga cateniformis	45,50	3,14	14,48	0,14	0,02	19,00	0,7854	0,02	0,65	0,20	1,27
29	A	Cedrelinga cateniformis	86,00	3,14	27,37	0,27	0,07	23,00	0,7854	0,06	0,65	0,88	5,50
30	A	Cedrelinga cateniformis	78,50	3,14	24,99	0,25	0,06	21,00	0,7854	0,05	0,65	0,67	4,18
31	A	Cedrelinga cateniformis	138,60	3,14	44,12	0,44	0,19	25,00	0,7854	0,15	0,65	2,48	15,53
32	A	Cedrelinga cateniformis	117,10	3,14	37,27	0,37	0,14	25,00	0,7854	0,11	0,65	1,77	11,08
33	A	Cedrelinga cateniformis	131,90	3,14	41,98	0,42	0,18	25,00	0,7854	0,14	0,65	2,25	14,06
34	A	Cedrelinga cateniformis	66,20	3,14	21,07	0,21	0,04	21,00	0,7854	0,03	0,65	0,48	2,98
35	A	Cedrelinga cateniformis	106,70	3,14	33,96	0,34	0,12	24,00	0,7854	0,09	0,65	1,41	8,83
36	A	Cedrelinga cateniformis	94,70	3,14	30,14	0,30	0,09	24,00	0,7854	0,07	0,65	1,11	6,96
37	A	Cedrelinga cateniformis	128,00	3,14	40,74	0,41	0,17	25,00	0,7854	0,13	0,65	2,12	13,24
38	A	Cedrelinga cateniformis	68,00	3,14	21,65	0,22	0,05	21,00	0,7854	0,04	0,65	0,50	3,14
39	A	Cedrelinga cateniformis	98,70	3,14	31,42	0,31	0,10	24,00	0,7854	0,08	0,65	1,21	7,56
40	A	Cedrelinga cateniformis	151,60	3,14	48,26	0,48	0,23	26,00	0,7854	0,18	0,65	3,09	19,32
1	B	Schizolobium parahyba	91,20	3,14	29,03	0,29	0,08	24,00	0,7854	0,07	0,67	1,06	6,65
2	B	Schizolobium parahyba	110,20	3,14	35,08	0,35	0,12	24,00	0,7854	0,10	0,67	1,55	9,71
3	B	Schizolobium parahyba	57,00	3,14	18,14	0,18	0,03	19,00	0,7854	0,03	0,67	0,33	2,06
4	B	Schizolobium parahyba	139,30	3,14	44,34	0,44	0,20	25,00	0,7854	0,15	0,67	2,59	16,17
5	B	Schizolobium parahyba	149,20	3,14	47,49	0,47	0,23	26,00	0,7854	0,18	0,67	3,09	19,29
6	B	Schizolobium parahyba	86,60	3,14	27,57	0,28	0,08	23,00	0,7854	0,06	0,67	0,92	5,75
7	B	Schizolobium parahyba	68,00	3,14	21,65	0,22	0,05	21,00	0,7854	0,04	0,67	0,52	3,24
8	B	Schizolobium parahyba	70,20	3,14	22,35	0,22	0,05	22,00	0,7854	0,04	0,67	0,58	3,61
9	B	Schizolobium parahyba	106,20	3,14	33,80	0,34	0,11	24,00	0,7854	0,09	0,67	1,44	9,02
10	B	Schizolobium parahyba	91,10	3,14	29,00	0,29	0,08	24,00	0,7854	0,07	0,67	1,06	6,64

11	B	Schizolobium parahyba	88,30	3,14	28,11	0,28	0,08	23,00	0,7854	0,06	0,67	0,96	5,98
12	B	Schizolobium parahyba	91,60	3,14	29,16	0,29	0,09	24,00	0,7854	0,07	0,67	1,07	6,71
13	B	Schizolobium parahyba	130,50	3,14	41,54	0,42	0,17	25,00	0,7854	0,14	0,67	2,27	14,19
14	B	Schizolobium parahyba	90,50	3,14	28,81	0,29	0,08	24,00	0,7854	0,07	0,67	1,05	6,55
15	B	Schizolobium parahyba	163,00	3,14	51,88	0,52	0,27	27,00	0,7854	0,21	0,67	3,82	23,90
16	B	Schizolobium parahyba	106,20	3,14	33,80	0,34	0,11	24,00	0,7854	0,09	0,67	1,44	9,02
17	B	Schizolobium parahyba	175,00	3,14	55,70	0,56	0,31	28,00	0,7854	0,24	0,67	4,57	28,57
18	B	Schizolobium parahyba	90,10	3,14	28,68	0,29	0,08	24,00	0,7854	0,06	0,67	1,04	6,49
19	B	Schizolobium parahyba	103,60	3,14	32,98	0,33	0,11	24,00	0,7854	0,09	0,67	1,37	8,58
20	B	Schizolobium parahyba	181,00	3,14	57,61	0,58	0,33	29,00	0,7854	0,26	0,67	5,07	31,66
21	B	Schizolobium parahyba	79,60	3,14	25,34	0,25	0,06	21,00	0,7854	0,05	0,67	0,71	4,43
22	B	Schizolobium parahyba	84,80	3,14	26,99	0,27	0,07	23,00	0,7854	0,06	0,67	0,88	5,51
23	B	Schizolobium parahyba	107,50	3,14	34,22	0,34	0,12	24,00	0,7854	0,09	0,67	1,48	9,24
24	B	Schizolobium parahyba	68,40	3,14	21,77	0,22	0,05	21,00	0,7854	0,04	0,67	0,52	3,27
25	B	Schizolobium parahyba	112,50	3,14	35,81	0,36	0,13	24,00	0,7854	0,10	0,67	1,62	10,12
26	B	Schizolobium parahyba	62,30	3,14	19,83	0,20	0,04	21,00	0,7854	0,03	0,67	0,43	2,72
27	B	Schizolobium parahyba	136,50	3,14	43,45	0,43	0,19	25,00	0,7854	0,15	0,67	2,48	15,52
28	B	Schizolobium parahyba	139,50	3,14	44,40	0,44	0,20	26,00	0,7854	0,15	0,67	2,70	16,86
29	B	Schizolobium parahyba	110,80	3,14	35,27	0,35	0,12	24,00	0,7854	0,10	0,67	1,57	9,82
30	B	Schizolobium parahyba	53,70	3,14	17,09	0,17	0,03	19,00	0,7854	0,02	0,67	0,29	1,83
31	B	Schizolobium parahyba	93,30	3,14	29,70	0,30	0,09	24,00	0,7854	0,07	0,67	1,11	6,96
32	B	Schizolobium parahyba	82,50	3,14	26,26	0,26	0,07	22,00	0,7854	0,05	0,67	0,80	4,99
33	B	Schizolobium parahyba	93,90	3,14	29,89	0,30	0,09	23,00	0,7854	0,07	0,67	1,08	6,76
34	B	Schizolobium parahyba	77,00	3,14	24,51	0,25	0,06	22,00	0,7854	0,05	0,67	0,70	4,35
35	B	Schizolobium parahyba	67,50	3,14	21,49	0,21	0,05	21,00	0,7854	0,04	0,67	0,51	3,19
36	B	Schizolobium parahyba	121,00	3,14	38,52	0,39	0,15	25,00	0,7854	0,12	0,67	1,95	12,20
37	B	Schizolobium parahyba	103,50	3,14	32,94	0,33	0,11	24,00	0,7854	0,09	0,67	1,37	8,57
1	C	Cedrela odorata	65,20	3,14	20,75	0,21	0,04	15,00	0,7854	0,03	0,65	0,33	2,06

2	C	Cedrela odorata	28,30	3,14	9,01	0,09	0,01	12,00	0,7854	0,01	0,65	0,05	0,31
3	C	Cedrela odorata	89,20	3,14	28,39	0,28	0,08	18,50	0,7854	0,06	0,65	0,76	4,76
4	C	Cedrela odorata	47,60	3,14	15,15	0,15	0,02	12,50	0,7854	0,02	0,65	0,15	0,92
5	C	Cedrela odorata	54,20	3,14	17,25	0,17	0,03	15,00	0,7854	0,02	0,65	0,23	1,42
6	C	Cedrela odorata	44,00	3,14	14,01	0,14	0,02	12,50	0,7854	0,02	0,65	0,13	0,78
7	C	Cedrela odorata	16,90	3,14	5,38	0,05	0,00	12,50	0,7854	0,00	0,65	0,02	0,12
8	C	Cedrela odorata	54,50	3,14	17,35	0,17	0,03	15,00	0,7854	0,02	0,65	0,23	1,44
9	C	Cedrela odorata	31,60	3,14	10,06	0,10	0,01	5,00	0,7854	0,01	0,65	0,03	0,16
10	C	Cedrela odorata	21,90	3,14	6,97	0,07	0,00	6,00	0,7854	0,00	0,65	0,01	0,09
11	C	Cedrela odorata	37,50	3,14	11,94	0,12	0,01	9,00	0,7854	0,01	0,65	0,07	0,41
12	C	Cedrela odorata	64,50	3,14	20,53	0,21	0,04	20,00	0,7854	0,03	0,65	0,43	2,69
13	C	Cedrela odorata	59,40	3,14	18,91	0,19	0,04	18,00	0,7854	0,03	0,65	0,33	2,05
14	C	Cedrela odorata	43,50	3,14	13,85	0,14	0,02	19,30	0,7854	0,02	0,65	0,19	1,18
15	C	Cedrela odorata	20,08	3,14	6,39	0,06	0,00	10,10	0,7854	0,00	0,65	0,02	0,13
16	C	Cedrela odorata	20,50	3,14	6,53	0,07	0,00	7,80	0,7854	0,00	0,65	0,02	0,11
17	C	Cedrela odorata	32,50	3,14	10,35	0,10	0,01	11,00	0,7854	0,01	0,65	0,06	0,38
18	C	Cedrela odorata	36,70	3,14	11,68	0,12	0,01	13,50	0,7854	0,01	0,65	0,09	0,59
19	C	Cedrela odorata	52,40	3,14	16,68	0,17	0,03	20,30	0,7854	0,02	0,65	0,29	1,80
20	C	Cedrela odorata	18,40	3,14	5,86	0,06	0,00	7,30	0,7854	0,00	0,65	0,01	0,08
21	C	Cedrela odorata	36,20	3,14	11,52	0,12	0,01	12,30	0,7854	0,01	0,65	0,08	0,52
22	C	Cedrela odorata	37,60	3,14	11,97	0,12	0,01	11,50	0,7854	0,01	0,65	0,08	0,53
23	C	Cedrela odorata	57,20	3,14	18,21	0,18	0,03	13,90	0,7854	0,03	0,65	0,24	1,47
24	C	Cedrela odorata	15,00	3,14	4,77	0,05	0,00	3,50	0,7854	0,00	0,65	0,00	0,03
25	C	Cedrela odorata	20,70	3,14	6,59	0,07	0,00	9,90	0,7854	0,00	0,65	0,02	0,14
1	D	Palicourea sp	36,60	3,14	11,65	0,12	0,01	12,00	0,7854	0,01		0,13	0,80
2	D	Ladenbergia macrocarpa (Vahl) Klotzsch	33,00	3,14	10,50	0,11	0,01	9,00	0,7854	0,01		0,08	0,49
3	D	Miconia sp	38,40	3,14	12,22	0,12	0,01	11,00	0,7854	0,01		0,13	0,81

4	D	Banara guianensis Aubl.	39,50	3,14	12,57	0,13	0,02	10,00	0,7854	0,01	0,12	0,78
5	D	Miconia sp1	37,50	3,14	11,94	0,12	0,01	11,00	0,7854	0,01	0,12	0,77
6	D	Miconia sp2	37,40	3,14	11,90	0,12	0,01	10,00	0,7854	0,01	0,11	0,70
7	D	Banara nitida Spruce ex Benth.	38,70	3,14	12,32	0,12	0,02	11,00	0,7854	0,01	0,13	0,82
8	D	Ficus cervantesiana Standl. & L.O. Williams	45,80	3,14	14,58	0,15	0,02	10,00	0,7854	0,02	0,17	1,04
9	D	Miconia sp3	36,50	3,14	11,62	0,12	0,01	9,00	0,7854	0,01	0,10	0,60
10	D	Banara guianensis Aubl.	38,70	3,14	12,32	0,12	0,02	12,00	0,7854	0,01	0,14	0,89
11	D	Miconia sp4	36,20	3,14	11,52	0,12	0,01	9,00	0,7854	0,01	0,09	0,59
12	D	Blakea sp	35,20	3,14	11,20	0,11	0,01	9,00	0,7854	0,01	0,09	0,55
13	D	Miconia sp5	36,70	3,14	11,68	0,12	0,01	10,00	0,7854	0,01	0,11	0,67
14	D	Palicourea sp1	35,90	3,14	11,43	0,11	0,01	11,00	0,7854	0,01	0,11	0,71



**Anexo 7.** Prueba de supuestos de las variables dasométricas de diámetro y altura con Shapiro Wilks modificada

<b>Variables</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>W*</b>	<b>p(Unilateral D)</b>
RDUO DAP (m)	116	0,00	0,08	0,97	0,068
RDUO Altura	116	0,00	2,78	0,97	0,1947

## Anexo 8. Certificado de traducción

Loja, 14 de septiembre de 2023

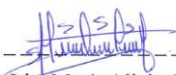
A quien corresponda. -

De mi consideración,

La presente traducción de español a inglés del resumen del Trabajo de Integración Curricular denominado **“Evaluación de especies forestales establecidas con fines de enriquecimiento y de sucesión natural nativas en bosque secundario pie montano de la microcuenca “El Padmi” Zamora Chinchipe”** de autoría de Carlos Alberto Luzón Guamán, portador de la cédula de identidad número 1106040775, fue realizado y revisado por la Srta. María Alicia Ortiz Cueva, Licenciada en Ciencias de la Educación Mención Inglés, con número de registro en Senescyt 1031-2022-2449846, en consecuencia, se da validez a la presentación del mismo.

Particular que informo para los fines pertinentes.

Atentamente,

  
-----  
Lic. María Alicia Ortiz Cueva  
C.I. 1150346789