



Universidad  
Nacional  
de Loja

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

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

**Estudio poblacional de tres especies forestales del  
bosque andino en el parque universitario “Francisco  
Vivar Castro”, Loja, Ecuador.**

**Tesis de grado previa a  
la obtención del título de  
Ingeniero Forestal**

**AUTOR:**

Aldo Rojas Hidalgo

**DIRECTOR:**

Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba Mg. Sc.

Loja – Ecuador  
2022



**UNL**

Universidad  
Nacional  
de Loja

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

**Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba MSc**

**DIRECTOR DE TESIS**

**CERTIFICO:**

Que en calidad de director de la tesis: **Estudio poblacional de tres especies forestales del bosque andino en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador.**, de autoría del señor egresado de la Carrera de Ingeniería Forestal **Aldo Rojas Hidalgo**, con número de cédula 1104678857, ha sido Dirigida, Revisada y Concluida dentro del cronograma aprobado. Por tal razón se autoriza a continuar con los trámites legales para su presentación, sustentación y graduación.

**Loja, 28 de agosto de 2020**

**Atentamente,**

**LUIS FERNANDO MUÑOZ CHAMBA** Digitally signed  
by **LUIS FERNANDO**

---

**Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba MSc.**

**DIRECTOR DE TESIS**

## AUTORIA

Yo, Aldo Rojas Hidalgo declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

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

Firma. -



Firmado electrónicamente por:  
**ALDO ROJAS HIDALGO**

Autor: Aldo Rojas Hidalgo

Cédula: 1104678857

Fecha: 22/07/2021

## **CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA DE PRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE TEXTO COMPLETO**

Yo, Aldo Rojas Hidalgo, declaro ser autor, de la tesis titulada **Estudio poblacional de tres especies forestales del bosque andino en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador.** como requisito para optar al grado de: Ingeniero Forestal, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 22 días del mes de julio de dos mil veinte y uno, firma el autor.

Firma. -



Firmado electrónicamente por:  
**ALDO ROJAS HIDALGO**

Autor: Aldo Rojas Hidalgo

Número de cédula: 1104678857

Dirección: Manzanos (25-114) y Castaños, Barrio La Pradera

Correo electrónico: arojash@unl.edu.ec

Teléfono: 2-103269 Celular: 0968191842

### **DATOS COMPLEMENTARIOS:**

Director de Tesis: Ing. Luis Fernando Muñoz Chamba Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Zhofre Huberto Aguirre Mendoza, PhD.

Ing. Darío Alfredo Veintimilla Ramos, Mg. Sc.

Ing. Natalia Soledad Samaniego Rojas, Mg. Sc.

Presidente

Vocal

Vocal

## **AGRADECIMIENTO**

Al concluir con una etapa de mi vida quiero de manera muy grata extender un profundo agradecimiento, a quienes han hecho posible este logro, aquellos que junto a mi han recorrido. Esta mención es especial para mis padres y mis tan queridos hermanos. Muchas gracias por demostrarme que el amor hacia ustedes está más allá de todo y de todos. Son mis compañeros del alma, de vida y de corazón.

La mayor parte de nuestras vidas nos sentimos inquietados por lo desconocido, en todos sus ámbitos y cuando empezamos a recorrer ese gran camino llamado vida, el cual se encarga de ponernos a personas que caminan junto a nosotros y después se convierten en algo más que conocidos, se convierten en amigos con los cuales compartimos momentos los cuales se vuelven inolvidables en nuestras vidas.

Dentro de todos esos buenos momentos, gracias Luisa por acompañarme en esta aventura.

Mi gratitud, también a mi asesor de tesis, Ing. Luis Muñoz, gracias a él y a cada docente que con su apoyo y sus enseñanzas han constituido la base de mi vida profesional.

***Aldo Rojas Hidalgo***

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres, Frans y María por ser parte fundamental en mi vida y haberme forjado en el ser humano que soy, muchos de mis logros se traducen en su esfuerzo y dedicación, me formaron con reglas y con libertades, pero al final de cuentas me han alentado a que alcance mis logros.

Y sin dejar atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mis abuelos, tíos y primos, pero especialmente mis hermanos, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos.

*Aldo Rojas Hidalgo*

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
<b>PORTADA:</b> .....	<b>i</b>
<b>CERTIFICACIÓN DE DIRECTOR DE TESIS:</b> .....	<b>ii</b>
<b>AUTORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. TÍTULO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. RESUMEN</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1. Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>3. INTRODUCCION</b> .....	<b>6</b>
<b>4. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>9</b>
<b>4.1. Poblaciones forestales</b> .....	<b>9</b>
4.1.1. Estudio de poblaciones forestales.....	10
<b>4.2. Características poblacionales</b> .....	<b>10</b>
4.2.1. Densidad poblacional .....	11

4.2.2. Estructura por edades .....	11
4.2.3. Disposición espacial .....	11
4.2.3.1. Métodos para evaluar la disposición espacial en especies vegetales. ....	13
4.2.3.2. Índices para determinar la disposición espacial. ....	14
<b>4.3. Métodos de interpolación.....</b>	<b>16</b>
<b>4.4. Procesos poblacionales .....</b>	<b>17</b>
<b>4.5. Importancia de la regeneración natural en poblaciones forestales.....</b>	<b>18</b>
<b>4.6. Investigaciones realizadas sobre poblaciones forestales .....</b>	<b>20</b>
<b>4.7. Descripción de las especies forestales en estudio .....</b>	<b>21</b>
4.7.1. Hedyosmum scabrum (Ruiz & Pav.).....	21
4.7.2. Siparuna muricata (Ruiz & Pav.) A. DC .....	24
4.7.3. Clusia alata Planch. & Triana.....	27
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
<b>5.1. Área de estudio .....</b>	<b>29</b>
<b>5.2. Criterios de selección de las especies forestales de estudio .....</b>	<b>30</b>
<b>5.3. Diseño del muestreo.....</b>	<b>31</b>
5.3.1. Unidades de muestreo, forma y tamaño .....	31
5.3.2. Tamaño de la población y número de unidades de muestreo .....	31
<b>5.4. Metodología para determinar la estructura poblacional de tres especies forestales del bosque andino.....</b>	<b>32</b>
5.4.1. Tamaño y densidad poblacional .....	33
5.4.2. Estructura poblacional .....	34



5.4.3. Disposición o distribución espacial .....	35
<b>5.5. Metodología para evaluar la regeneración natural de las especies arbóreas.....</b>	<b>39</b>
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
<b>6.1. Estructura poblacional de tres especies forestales del bosque andino del parque universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC).....</b>	<b>42</b>
6.1.1. Densidad poblacional .....	42
6.1.2. Estructura por clases diamétricas .....	42
6.1.3. Disposición o distribución espacial.....	45
<b>6.2. Evaluación del estado de la regeneración natural de tres especies forestales del bosque andino. ....</b>	<b>47</b>
<b>7. DISCUSIÓN.....</b>	<b>50</b>
<b>7.1. Estructura poblacional de tres especies forestales del bosque andino del parque universitario “Francisco Vivar Castro” .....</b>	<b>50</b>
7.1.1. Densidad poblacional .....	50
7.1.2. Estructura por clases diamétricas .....	52
7.1.3. Disposición o distribución espacial.....	53
<b>7.2. Evaluación del estado de la regeneración natural de tres especies forestales del bosque andino .....</b>	<b>55</b>
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>9. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>59</b>
<b>11. ANEXOS .....</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Modelos de distribución espacial A) distribución al azar, B) distribución uniforme, C) distribución agregada. ....	13
Figura 2. Muestra botánica de <i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.).....	22
Figura 3. Muestra botánica de <i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC .....	25
Figura 4. Muestra botánica de <i>Clusia alata</i> Planch. & Triana.....	27
Figura 5. Mapa de ubicación del área de estudio y distribución de las parcelas de muestreo dentro del parque universitario "Francisco Vivar Castro" .....	30
Figura 6. Forma y tamaño de unidades de muestreo utilizadas en la investigación. ....	31
Figura 7. Estructura de edades definida en clases diamétricas de las especies: A) <i>Hedyosmum scabrum</i> , B) <i>Clusia</i> aff. <i>alata</i> , C) <i>Siparuna muricata</i> en el bosque nativo del parque universitario "Francisco Vivar Castro". ....	44
Figura 8. Disposición espacial de la especie <i>Hedyosmum scabrum</i> dentro de: a) parcela M; b) parcela X. ....	46
Figura 9. Disposición espacial de la especie <i>Clusia</i> aff. <i>alata</i> dentro de las parcelas, a) parcela L; b) parcela A.....	46
Figura 10. Disposición espacial de la especie <i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.), dentro de las parcelas: a) parcela N, b) parcela X. ....	47
Figura 11. Estado poblacional de la regeneración natural: A) <i>Clusia</i> aff. <i>alata</i> , B) <i>Hedyosmum scabrum</i> y C) <i>Siparuna muricata</i> , en el bosque nativo del parque universitario "Francisco Vivar Castro" .....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1. Registro del número de individuos por parcela.....	34
Tabla 2. Categorías de disposición espacial en función de la variación de número de individuos por parcela. ....	35
Tabla 3. Calculo e Interpretación del índice de Morisita estandarizado (Ip) .....	37
Tabla 4. Resumen para la interpretación de resultados de los valores p y z obtenidos con el índice de Moran I .....	38
Tabla 5. Categorías de regeneración natural utilizadas para evaluar el estado poblacional de las especies forestales. ....	40
Tabla 6. Hoja de campo para la recolección de datos en parcelas de estudio de la regeneración natural.....	40
Tabla 7. Parámetros estructurales de la vegetación aplicados a la regeneración natural. ....	41
Tabla 8. Número de individuos y densidad poblacional de las especies <i>Hedyosmum scabrum</i> , <i>Clusia aff alata</i> y <i>Siparuna muricata</i> en el bosque nativo del parque universitario “Francisco Vívar Castro”, año 2020.....	42
Tabla 9. Patrón de distribución y valor de los índices de las especies de <i>Hedyosmum scabrum</i> , <i>Clusia aff alata</i> y <i>Siparuna muricata</i> en el bosque nativo del parque universitario “Francisco Vívar Castro”.....	45
Tabla 10. Parámetros estructurales de la regeneración natural de las especies forestales <i>Hedyosmum scabrum</i> , <i>Siparuna muricata</i> y <i>Clusia aff alata</i> en el bosque nativo del parque universitario “Francisco Vívar Castro”. ....	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1. Hoja de campo para la recolección de datos dentro de las parcelas de muestreo.....	69
Anexo 2. Hoja de campo para la recolección de datos de regeneración natural dentro de las parcelas de muestreo .....	70
Anexo 3. Base de datos de individuos mayores a 5 cm de DAP dentro de la zona de estudio	72
Anexo 4. Base de datos de regeneración natural de las especies en estudio.....	76
Anexo 5. Tablas resumen para cálculo de la disposición espacial a través de los índices aplicados.....	82
Anexo 6. Cálculo del índice de varianza media de <i>Hedyosmum scabrum</i> , <i>Clusia aff. alata</i> y <i>Siparuna muricata</i> .....	83
Anexo 7. Cálculo del índice estandarizado Morisita de <i>Hedyosmum scabrum</i> , <i>Siparuna muricata</i> y <i>Clusia aff. alata</i> .....	84
Anexo 8. Índice Moran I para las especies <i>Hedyosmum scabrum</i> .....	85
Anexo 9. Índice de Moran I para la especie <i>Clusia aff. alata</i> .....	86
Anexo 10. Índice de Moran I para la especie <i>Siparuna muricata</i> .....	87

**Estudio poblacional de tres especies forestales del bosque andino en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador.**

## RESUMEN

Los bosques andinos del Ecuador son ecosistemas de altísima relevancia por su alta diversidad y endemismo, además de presentar una importante contribución de bienes y servicios para el desarrollo y progreso de nuestra sociedad. Los procesos ecológicos dentro de los bosques andinos nos permiten conocer el estado poblacional de las especies que lo conforman. La presente investigación se desarrolló en el parque universitario “Francisco Vivar Castro” en la provincia de Loja, Ecuador, con el objeto de caracterizar tres especies forestales mediante la determinación de parámetros poblacionales como: densidad poblacional, estructura en clases diamétricas, distribución espacial y regeneración natural. Se establecieron veinticuatro parcelas temporales con un área de 400 m<sup>2</sup>, en donde se registró los árboles con diámetros iguales o mayores 5 cm, y variables como: altura total, diámetro, posición geográfica y posición de la copa. Para evaluar la regeneración natural se establecieron parcelas anidadas de áreas de 25 m<sup>2</sup> y de 4 m<sup>2</sup> para el estudio de brinzales y latizales bajos, respectivamente. La densidad poblacional fue determinada mediante la relación entre el número de individuos de la especie y el área muestreada, la estructura poblacional se analizó en función de clases diamétricas y la distribución espacial se calculó usando los índices de Varianza Media, Morisita Estandarizado y Moráns I; además, la distribución espacial se evaluó por medio del método de interpolación IDW. En regeneración natural se determinaron dos categorías brinzal y latizal bajo, donde se calcularon los parámetros estructurales de regeneración natural: densidad, densidad relativa, frecuencia relativa y el índice de valor de importancia simplificado IVI. La densidad de las especies forestales *Hedyosmum scabrum*, *Siparuna muricata* y *Clusia* aff. *Alata* es 18, 28 y 51 ind/ha, respectivamente. La estructura por clases diamétricas determinó curvas poblacionales con tendencia a J invertida e indican que *H. scabrum* y *S. muricata* son especies de semiluz; mientras que, *C. aff. alata* es considerada como esciófita. La distribución espacial en *H.*

*scabrum* y *S. muricata* es agregada y para *C. aff. alata* es aleatoria. En regeneración natural, las especies estudiadas que presentan mayor IVI son *H. scabrum* y *C. aff. alata* en la categoría latizal bajo, y *S. muricata* en categoría de brinzales.

**Palabras clave:** diversidad, endemismo, disposición espacial, ecología, regeneración natural.

## ABSTRACT

The Andean forests of Ecuador are highly relevant ecosystems due to their high diversity and endemism, additionally, they contribute in an important level to the development and progress of our society. The ecological processes befalled within the Andean forests allow us to know the population status of the species that constitute it. The research was developed in the "Francisco Vivar Castro" university park in the province of Loja, Ecuador, and aims to characterize three forest species by determining population parameters such as: population density, structure in diametric classes, spatial distribution and natural regeneration.

Twenty-four temporary plots with an area of 400 m<sup>2</sup> were established, where trees with diameters equal or greater than 5 cm, and variables such as: total height, diameter, geographical position and crown position, were registered. To evaluate natural regeneration nested plots of 25 m<sup>2</sup> and 4 m<sup>2</sup> areas were established, studying low grassland and saplings respectively. The population density was calculated upon the relation between the number of individuals of a specie and the sampled area; the population structure was analyzed based on the diametric classes and the spatial distribution was calculated using the Average Variance, Standardized Morisita and, Moráns indices I; furthermore, the spatial distribution was evaluated through the IDW interpolation method. The natural regeneration was determined t for the categories of low grassland and saplings, and the structural parameters were calculated: density, relative density, relative frequency and the simplified importance value index IVI. The density of forest species *Hedyosmum scabrum*, *Siparuna muricata* and *Clusia* aff. *Alata* is 18, 28 and 51 ind/ha, respectively. The structure by diametric classes determined population curves with an inverted J trend that indicates that *H. scabrum* and *S. muricata* are semi-light species, while, *C. aff. alata* is considered a sciophyte. The spatial distribution in *H. scabrum* and *S. muricata* is aggregated and for *C. aff. alata* random. In natural regeneration, the studied species that show the highest



IVI are *H. scabrum* and *C. aff. alata* in the low grassland category, and *S. muricata* in the sapling category.

**Keywords:** diversity, endemism, spatial distribution, ecology, natural regeneration.

### 3. INTRODUCCION

Los bosques andinos en Ecuador son ecosistemas que poseen una gran importancia por su diversidad y alto endemismo; así como, por la producción de servicios ecosistémicos que ofrecen a la sociedad humana (Bokkestijn, 2017). Según Bussmann (2005) y Curipoma et al. (2018), en los bosques andinos los estudios sobre los recursos forestales son relativamente recientes y aún no es generalizado su uso; en parte, dado que en los países donde se encuentran los bosques tropicales son de escasos recursos y no intervienen en el sector forestal ni tampoco en la investigación y control.

Los bosques andinos se encuentran ubicados en un punto caliente de la biodiversidad, conocido como Andes Tropicales, lo que los convierte en ecosistemas altamente amenazados, por lo tanto, es importante la generación de conocimiento para comprender la estructura y dinámica de estos bosques a lo largo del tiempo (Jiménez y Tapia, 2017). El estudio de las poblaciones vegetales, en particular de especies forestales, es de vital importancia pues éstas son muy dinámicas, con altas tasas de reclutamiento y mortalidad, lo cual lleva a preguntarse sobre los mecanismos que determinan la coexistencia de tantas especies en un espacio reducido (Hubbel y Foster, 1986)

La dinámica poblacional está basada en crecimiento y sobrevivencia de especies, en los procesos sucesionales que se dan luego de las alteraciones antrópicas, en la respuesta fenológica a estos factores (Aguirre et al., 2014). El entendimiento de la dinámica del bosque y de sus especies, involucra del estudio de variables como el crecimiento de los árboles, mortalidad, estructura poblacional, que dependen de factores ambientales y de características propias de las especies (Lambers et al., 1998). Son escasas las investigaciones sobre dinámica poblacional de árboles a través de gradientes ambientales; variación que podría ser crítica para la distribución y abundancia de las especies (Peâlissier y Pascal, 2000).

El estudio de poblaciones vegetales se hace a través de sus características estructurales y dinámica. En el caso de la estructura de las poblaciones, parámetros como densidad poblacional, disposición espacial, estructura etaria y regeneración natural, ayudan a comprender y a caracterizar las poblaciones biológicas y como estas interactúan o reaccionan a las condiciones ambientales (Smith y Smith, 2007).

La densidad es un parámetro demográfico y su conocimiento permite saber en qué medida está cambiando la población en el tiempo e informa en que patrón de crecimiento se encuentra la población (Morlans, 2004). Las distribuciones espaciales sugieren como hipótesis acerca de los mecanismos que afectan las poblaciones naturales. En general, la distribución de los individuos de una especie local responde a un conjunto de diversas influencias ambientales, tales como: condiciones físicas favorables, buena oferta de alimento, competencia (Morlans, 2004).

Los bosques andinos en Ecuador albergan alrededor de 9 865 especies vasculares, la mitad de las especies de flora del Ecuador (Ministerio del Ambiente [MAE] y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2015); además, existe la presencia de especies endémicas, abundancia en epifitas como heliconias, orquídeas, bromelias y musgos. Según Aguirre et al. (2017) el bosque montano del parque universitario “Francisco Vivar Castro” contiene una cantidad importante de especies típicas de los bosques andinos, entre las de mayor importancia constan: *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pav.) Solms, *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav.) A. DC., *Clusia alata* Planch. & Triana.

El desconocimiento de las poblaciones de las especies antes mencionadas es evidente, a pesar de ser especies con alta importancia ecológica, económica y de uso, se desconoce la estructura de sus poblaciones en el bosque andino del parque universitario “Francisco Vivar Castro”, lo que es fundamental para contribuir a la conservación y el manejo de éstas. La investigación es parte del Proyecto institucional denominado: “Procesos ecológicos de la vegetación en el

Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, UNL, Fase II”; y, para la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

#### Objetivo General

Caracterizar la dinámica poblacional de tres especies arbóreas: *Hedyosmun scabrum*, *Siparuna muricata* y *Clusia alata* en el bosque andino del parque universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador.

#### Objetivos específicos

- Determinar la estructura poblacional de tres especies forestales del bosque andino en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”, a través del estudio de la densidad poblacional, estructura de edades y disposición espacial.
- Evaluar el estado de la regeneración natural de tres especies forestales en el bosque andino del parque universitario “Francisco Vivar Castro”.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Poblaciones forestales

La población es definida como un grupo colectivo de organismos de la misma especie, en cuyo seno los individuos pueden intercambiar material genético y ocupan un área determinada. Los grupos de población presentan diversas características, como densidad, natalidad, mortalidad, edad, distribución, potencial biótico, dispersión y forma de desarrollo. Las poblaciones poseen características genéticas relacionadas directamente a su ecología, como la adaptación, capacidad reproductiva y persistencia. Las relaciones entre población y comunidad son más importantes en la determinación de la existencia y supervivencia de organismos en la naturaleza en este caso de especies arbóreas que los efectos directos de los factores físicos en el medio ambiente (Jiménez y Tapia, 2017).

Según Busch (2017), una población local es grupo de individuos de una misma especie que habitan un mismo lugar en un mismo tiempo. Los individuos que forman una población son ecológicamente equivalentes pues presentan el mismo ciclo de vida, los organismos que están en un mismo estadio y están involucrados en los mismos procesos; las tasas de los procesos son básicamente las mismas para todos los individuos y existe intercambio de información genética entre ellos.

Lo que significa que comparten propiedades biológicas que ocasionan una alta cohesión reproductiva y ecológica del grupo. La cohesión reproductiva implica el intercambio de material genético entre los individuos. La cohesión ecológica está referida a la presencia de interacciones entre ellos, resultantes de poseer requerimientos similares para la supervivencia y la reproducción (Morlans, 2004).

Según Whitmore (1990), Heredia y Gil (2006) las especies arbóreas son los vegetales que han alcanzado un mayor grado de control sobre el ambiente y tienen un papel predominante en la parte terrestre de la biosfera, siendo la base sobre la que se sustentan el resto de los componentes

de los ecosistemas forestales, el efecto de perturbaciones de origen antrópico y recurrente, suponen la fragmentación de las masas y ponen en peligro la capacidad de cambio adaptativo y el mantenimiento a escala local de estas especies.

#### ***4.1.1. Estudio de poblaciones forestales***

En el estudio de poblaciones forestales se analizan varias características de la población como menciona Morláns (2004), donde manifiesta que las características de una población son el efecto resultante de la interacción entre elementos intrínsecos de la biología de los organismos y extrínsecos del medio en el cual habitan. Los factores intrínsecos contienen lo que suele denominarse “propiedades biológicas de una población” como son: número de individuos representado en la abundancia y densidad, biomasa total, porción de edades o clases diamétricas la distribución. Las propiedades biológicas en concordancia con las particularidades del medio donde la población reside son factores extrínsecos, y son en gran medida las responsables de las características de una población. Es decir, su dinámica determinando su curva de crecimiento, las tasas de natalidad y mortalidad, migraciones. Todas estas métricas representan las causas últimas de la variación sobre las dimensiones espacial y temporal (Morláns, 2004; Heredia y Gil 2006).

#### **4.2. Características poblacionales**

Según Morláns (2004), los caracteres estructurales más importantes dentro de una población son: abundancia que es el número absoluto de individuos de la población o la cantidad de individuos de la misma especie en un lugar y tiempo determinados, abundancia relativa que representa en una especie los individuos en relación al número total de individuos de todas las especies, densidad que se manifiesta como el número de individuos por unidad de espacio, porción por edades que se refiere a la cantidad de individuos contenidos en cada intervalo de edad y la distribución espacial que se refiere a como se encuentran acomodados dentro de un área.

#### ***4.2.1. Densidad poblacional***

La densidad poblacional es el número de individuos por unidad de área (kilómetro cuadrado, hectárea o metro cuadrado) y puede variar de un año a otro dependiendo de las condiciones del ambiente en el que las poblaciones se desarrollan (Haeckel y Odum, 2006). Smith y Smith (2007) proponen que, para el cálculo de la densidad poblacional, el tamaño de la población (abundancia) es una función de la densidad de la población y del área que está ocupada (distribución geográfica). El tamaño de la población es igual a la densidad por área.

#### ***4.2.2. Estructura por edades***

La edad o la proporción de individuos dentro de cada clase de edad definen la estructura de la edad de la población. Los individuos que componen la población generalmente se dividen en tres períodos ecológicos: pre-reproductivo, reproductivo y pos-reproductivo (Smith y Smith, 2007).

Según Morláns (2004), El porcentaje de las diferentes clases de edad entre los componentes de una población afecta mucho a las posibilidades de multiplicación, y por tanto a su desarrollo evolutivo donde se requiere un muy buen conocimiento de la biología de la especie, ya que generalmente hay que recurrir a determinadas características anatómicas para estimar la edad. En el caso de los vegetales, en leñosas se puede apelar a los anillos de crecimiento, pero estos no siempre se visualizan con facilidad. Cuando no es posible determinar la edad individual se puede recurrir a clases diamétricas.

#### ***4.2.3. Disposición espacial***

La disposición o distribución espacial responde a un conjunto de diversas influencias ambientales tales como: condiciones físicas favorables, buena oferta de alimento, competencia. La distribución espacial dentro de una población es en otras palabras, su posición relativa con respecto a los otros, ya que la distribución espacial esta dictaminada por los procesos de la

dinámica de la población como estrategia de las especies para la supervivencia (Encarnación, 2019; Smith y Smith, 2007).

Según Morláns (2004) existen varios tipos de distribución espacial (ver Figura 1).

- Distribución al azar: sin regularidad o grado de afinidad alguna, sólo se da allí donde el ambiente es muy homogéneo y no hay atracción social. Caso raro en la naturaleza ya que necesitaría un medio totalmente homogéneo y que los individuos no mostraran ninguna tendencia a la agregación

- Distribución uniforme: puede observarse cuando la competencia por los recursos es muy aguda (plantas de semidesierto). Una distribución uniforme tiene lugar cuando los animales maximizan la distancia entre sus vecinos y tiene lugar cuando existe una fuerte competencia entre los individuos o cuando hay un antagonismo que obliga a una separación regular entre ellos. Esto implica el establecimiento de territorios.

- Distribución agrupada: es irregular y no fortuita. Ocurre como respuesta a diferencias locales de hábitat (microhábitat) en donde los individuos encuentran la mejor combinación de factores. La agregación responde también al modo de reproducción y dispersión de propágulos, comportamiento social, discontinuidad de ecotopos favorables, fuego recurrente, inundaciones recurrentes, etc. La distribución agregada es la más frecuente en la naturaleza, y se produce por la tendencia a la agregación que hay en los individuos, así tanto las plantas como los animales tienden a esparcir sus semillas o a colocar sus nidos o sus crías, en sus proximidades o en el mismo lugar habitado por ellos. Además, las agregaciones usualmente implican alguna clase de parche ambiental, o los organismos podrían ser atraídos por la reproducción, o forman agregados para reducir la depredación.



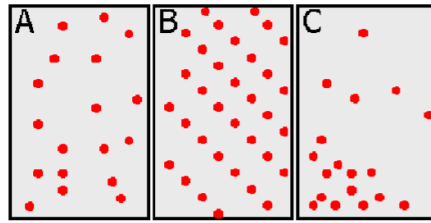


Figura 1. Modelos de distribución espacial A) distribución al azar, B) distribución uniforme, C) distribución agregada.

Fuente: Morlans (2004)

#### 4.2.3.1. Métodos para evaluar la disposición espacial en especies vegetales.

Juárez (2003), Montaini (2004), Martella (2012) y Encarnación (2019) realizaron la recopilación de algunos métodos que se emplean desde 1999 para determinar el tipo de disposición espacial de la vegetación, entre ellos están:

- a) **Método de individuo más cercano:** Se ubican puntos al azar y se miden las distancias entre cada punto y el individuo más cercano a él. Se obtienen tantas distancias como puntos al azar y se registra igual número de individuos.
- b) **Método del vecino más cercano:** Se elige el árbol más cercano al punto al azar y se mide la distancia entre el árbol y su vecino más cercano. Se obtienen tantas distancias como puntos y se registran dos veces más árboles que en el método anterior.
- c) **Método de pares al azar:** Se traza una línea imaginaria entre el punto de muestreo y el individuo más próximo a él, para luego trazar una perpendicular a esta línea que pase por el punto. Se mide entonces la distancia entre el individuo más próximo al punto, pero por fuera del ángulo de exclusión de  $180^\circ$ , del cual la primera línea imaginaria es la bisectriz ( $2^\circ$  integrante del par) y el primero individuo.
- d) **Métodos de los cuadrantes centrados:** Con cada punto de muestreo como centro, se traza un par de coordenadas ortogonales; se mide la distancia entre el punto los cuatro árboles más cercanos ubicados encaden uno de los cuadrantes. Por cada punto se obtienen cuatro

distancias que se promedian y se registran cuatros árboles, se considera un número mínimo.

#### **4.2.3.2. Índices para determinar la disposición espacial.**

##### **a) Coeficiente de dispersión o índice de varianza media**

El coeficiente de dispersión o índice de varianza/media (I) mide relación entre la desviación de un arreglo de los datos de la aleatoriedad. El coeficiente de variación permite comparar las dispersiones de dos distribuciones distintas, siempre que sus medias sean positivas. Se calcula para cada una de las distribuciones y los valores que se obtienen se comparan entre sí. La mayor dispersión corresponderá al valor del coeficiente de variación mayor (Izar et al., 2016). De acuerdo con la variación del número de individuos por parcela, si la distribución se asemeja a una distribución de Poisson la disposición es al azar, si es mayor a lo esperado ( $S^2 > \bar{X}$ ), la distribución es agregada y si la variación del número de individuos es menor a lo esperado ( $S^2 < \bar{X}$ ), es uniforme.

Mediante el coeficiente de dispersión o índice de varianza media (I) (Krebs, 1999), se explora un patrón de puntos por medio del recuento de estos por parcela aplicando la fórmula:

$$I = \frac{S^2}{\bar{X}}$$

Donde:

$S^2$  = Varianza de los organismos

$\bar{X}$  = Media de los organismos

Para determinar si el valor del coeficiente de dispersión (I) se desvía significativamente de la unidad, es decir si la varianza es mayor que la media y que tal diferencia no es por errores aleatorios de medición se efectúa una prueba de hipótesis con un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ : aplicando el estadístico de prueba:

$$t = \frac{(S^2/\bar{X}) - 1}{\sqrt{2/(n-1)}}$$

### b) Índice Morisita

Debido al tamaño del cuadrante (UM) puede afectar la estimación del contagio, es adecuado tener una medida de dispersión independiente del tamaño de la unidad muestral. Proponiendo que la población se compone de consiste en agrupaciones de individuos de diferentes densidades y en de cada agrupación los individuos están distribuidos de forma aleatoria; para este tipo de circunstancias se puede usar el modelo de Morisita (1959):

$$I_d = n \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \sum_{i=1}^n X_i}{(\sum_{i=1}^n X_i)^2 \sum_{i=1}^n X_i}$$

Donde:

$I_d$  = Índice morisita

$\sum X^2$  = Sumatoria de las frecuencias observadas al cuadrado

n = Número de muestra

### c) Índice Moran

El Índice de Moran I se utiliza para analizar el patrón de distribución de los valores de la entidad analizada, no de la entidad en sí misma, esta herramienta calcula el valor medio y la varianza del atributo evaluando e infiere en qué tipo de patrón de distribución presentan los datos, donde puede resultar agrupado, disperso o aleatorio esto mediante la autocorrelación espacial basada en las ubicaciones y los valores de las entidades simultáneamente. Esto deduce que los valores z y p obtenidos revelen si se rechaza la hipótesis nula, cuando el índice de Moran es mayor a 0 indica una tendencia de los valores hacia la agregación (clustering); a su vez, si el índice es menor a 0 indica una tendencia de los valores hacia la dispersión (Baneya, 2016).

Se manifiesta que la hipótesis nula establece que las entidades o los valores de las entidades están distribuidos de manera aleatoria, y al realizar el análisis obtenemos valores para los

parámetros "z" y "p" que indican si la hipótesis se cumple o no, correspondiendo a si debemos rechazar la hipótesis nula (Baneya, 2016).

El índice de autocorrelación de Moran está dado por la siguiente ecuación:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} Z_i Z_j}{\sum_{i=1}^n Z_i^2}$$

Donde  $Z_i$  es la desviación de un atributo para la entidad i de su media ( $x_i - X$ ),  $w_{ij}$  es el peso espacial entre la entidad i y j, n es igual al número total de entidades y  $S_0$  es el agregado de todos los pesos espaciales:

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

Los análisis de patrones no generan capas si no informes que se pueden visualizar mediante un navegador de internet, seleccionando el archivo HTML de la ventana "Resultados" (Baneya, 2016).

### 4.3. Métodos de interpolación

La interpolación espacial es un procedimiento que, dado una serie de datos espaciales, sea en forma de puntos o sub-áreas, busca la función que mejor representará la superficie total y que predecirá los valores en otras unidades espaciales (Bosque, 1997). Se le atribuye a la interpolación espacial, la función de rellenar la información que falta en aquellas áreas en las que no están disponibles las observaciones del mundo real.

Existen diferentes métodos de interpolación, uno de los más conocidos es el IDW (Inverse Distance Weighting), que supone que las diferencias entre los datos espaciales dependen solo de la distancia entre dos localizaciones. Así, los valores de la variable que estén más cerca de la ubicación sujeta a predicción tendrán mayor ponderación o influencia en el valor de predicción que aquéllos que están más lejos (Navarrete y López, 2019).

El método IDW se basa en el principio que cada punto ejerce una influencia sobre el punto a determinar y disminuye en función de la distancia, el cual utiliza un algoritmo simple basado en distancias donde asume que cada punto de entrada tiene una influencia local que disminuye con la distancia (Chamorro, 2011).

#### **4.4. Procesos poblacionales**

Existen algunos factores o elementos que influyen en la dinámica poblacional vegetal, Samper y Vallejo (2007) manifiestan que la característica básica de una población es su tamaño o densidad. Los parámetros que afectan el tamaño de la población son natalidad (nacimientos o reclutamientos a la población), mortalidad (muertes), inmigración (entrada de individuos), emigración (salida de individuos).

Según Haeckel y Odum (2006) existen varios procesos poblacionales, estos son N: natalidad, I: inmigración, M: migración, E: emigración; definiéndolos como:

- Natalidad se refiere a la tasa de nacimiento. Sin embargo, natalidad es tiene sentido más amplio ya que comprende el origen de nuevos individuos vivos por parto, incubación, y por reproducción asexual como la germinación y/o escisión. Por otra parte, la tasa de natalidad puede expresarse como el número de organismos nacidos por hembra o por unidad de tiempo.
- La mortalidad es el número de individuos que mueren en una población, esta se encuentra relacionada con el tiempo de vida o longevidad de los individuos y por las condiciones del medio en el que la población habita.
- La inmigración es el movimiento de individuos en un solo sentido de una o varias poblaciones hacia una población receptora. Este movimiento produce el crecimiento de la población receptiva, La inmigración sucede cuando las condiciones fuera de la población original son mejores para la supervivencia de los organismos (es decir, alimento, espacio o época reproductiva).

- La emigración es el movimiento de individuos en un solo sentido hacia afuera de la población, produciendo la pérdida de individuos, Esta sucede cuando las poblaciones son muy grandes y el hábitat no posee la capacidad para soportar el aumento en el número de individuos.
- Curvas de crecimiento: existen dos maneras de representar de forma gráfica el aumento de una población, la curva en “J”, que corresponde a un crecimiento de tipo exponencial, y la curva sigmoidea o en “S”, que corresponde al llamado crecimiento logístico. El crecimiento exponencial se refiere al aumento proporcional de forma constante de una población es decir el 10 %, 50 %, lo cual induce a una superpoblación de individuos. El crecimiento logístico posee una fase de crecimiento lento lo cual provoca a una aceleración, luego en la fase decrecimiento se produce una desaceleración lo que ocasiona que finalmente el tamaño de la población se estabilice.

#### **4.5. Importancia de la regeneración natural en poblaciones forestales**

Quesada y Quiros (2003) y Muñoz (2017) mencionan que la regeneración natural depende de factores propios del ambiente en que se encuentra cada ecosistema, así como de las adaptaciones evolutivas que tienen las comunidades vegetales de los bosques tropicales y constituye el conjunto de procesos ecológicos cíclicos que depende de factores bióticos y abióticos específicos, así como de las intervenciones antrópicas que ocurren dentro del bosque. Algunos de los factores que intervienen en los procesos de regeneración natural en bosques son: el banco de semillas presente en el suelo, la vegetación remanente, las limitaciones de dispersión de semillas, disponibilidad de luz. Las fases de producción y dispersión de semillas, germinación y establecimiento de las plántulas representan un cuello de botella muy fuerte en la demografía de las especies, pues los estadios más tempranos en el ciclo de vida de las plantas (semillas y plántulas) son los más vulnerables a fusiones de origen ambiental y biótico, y por ende los individuos están sujetos a altos riesgos de mortalidad (Aguirre et al., 2013).

Áreas influenciadas por actividades humanas interfieren fuertemente en el proceso de regeneración natural, como los incendios forestales y el pastoreo de animales bovinos; esto se torna aún más crítico si alrededor de estos sitios no se encuentran parches de bosques, bancos de semillas o árboles remanentes aislados que aporten material vegetativo que colonicen estas áreas (Quesada y Quiros, 2003). Así pues, tener una comprensión global sobre las circunstancias que determinan el reclutamiento exitoso de las especies es un factor crítico para inferir los mecanismos que contribuyen a la continuidad de los bosques tropicales y al mantenimiento de la diversidad en estos ecosistemas (Norden, 2014).

Según Cabrera (2020), al conocer el estado de la regeneración natural se puede tener una idea del estado actual de las especies y su proyección a futuro, es decir, si su regeneración natural es abundante significa que la especie no posee peligro alguno y que las condiciones del sitio son las óptimas para que esta se desarrolle, por el contrario, si su regeneración natural es escasa significa que la especie está siendo afectada por algún factor externo que puede causar la disminución de los individuos de una población.

Una investigación realizada por Muñoz y Muñoz (2010) que evalúan la regeneración natural de especies forestales en áreas sometidas a intervención y en áreas no intervenidas con tratamientos silviculturales analizó variables como densidad, abundancia, tasa anual de reclutamiento y mortalidad. Donde se destaca que la mayor tasa de reclutamiento y mortalidad se dio en un área con intervención fuerte en comparación con las otras áreas de estudio. En el área sometida a una intervención leve la respuesta de especies de interés comercial se evidenció con la presencia de cuatro especies: *Nectandra membranacea*, *Hyeronima moritziana*, *Clusia ducuoides* y *Podocarpus oleifolius*, evidenciándose efectos mínimos en su densidad, abundancia y frecuencia.

Encarnación (2019) en su estudio de parámetros poblacionales y regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don, en dos relictos boscosos del sur del Ecuador, determinó que la

categoría de regeneración brinzal en el sitio I con el 26,32 % y el latizal alto en el sitio II con 20,44 % presentaron el menor número de individuos, donde se concentra etapas semi-maduras donde la ausencia de plántulas es notable concluyendo la importancia de tomar medidas para evitar el declive de la población de la especie en el sitio II.

En relación a la dinámica poblacional, algunos tipos de bosque han sido estudiados en los últimos años, Samper y Vallejo (2007), refieren que los bosques montanos de Los Andes presentan una dinámica de poblaciones muy alta y tasas de crecimiento bajas comparadas con bosques tropicales en zonas bajas; donde en el bosque montano se revela una tasa de mortalidad de plantas de 3,65 %/año y una tasa de reclutamiento anual de 3,52 %, mientras que el área basal y biomasa se incrementa cerca del 5 % en cinco años.

#### **4.6. Investigaciones realizadas sobre poblaciones forestales**

Según Whitmore (1990) y Boshier (2004), la evaluación de los impactos de la fragmentación en la biodiversidad de la vegetación forestal tropical requiere de estudios integrados que consideren sus principales componentes funcionales: estructura, composición, diversidad y procesos dinámicos. Se enfatiza esto para el manejo y la conservación de los bosques, en el entendido de que los procesos dinámicos de los fragmentos y de las poblaciones de las especies son tan relevantes como la comprensión de la estructura y composición del bosque. Estos efectos pueden extenderse a través de una red de interacciones intraespecífica, siendo probablemente las más críticas aquellas que afectan directamente la producción de semillas (Murcia, 1996) y por ende el reclutamiento de nuevos individuos, pudiendo causar la extinción local de especies en los fragmentos (Turner, 1996).

Según Encarnación (2019), las poblaciones de la especie nativa *Podocarpus oleifolius* D. Don tiene importancia ecológica y económica a nivel local y nacional, por ende, sus poblaciones han sufrido cambios drásticos que han generado la formación de pequeños relictos de bosque. Estas poblaciones presentan una distribución espacial agrupada; se determinó tres categorías de



regeneración natural: brinzal, latizal bajo y latizal alto; en donde la categoría brinzal predominante. Utilizó el índice de Morisita estandarizado y obtiene como resultado un patrón de distribución agrupado para la especie, con un índice equivalente a 0,50 para el sitio I y 1,00 para el sitio II. Con respecto a la densidad poblacional los resultados obtenidos fueron de 136 ind/ha en el sitio I y 22 ind/ha en el sitio II. Y con respecto a la estructura de edad se obtuvo que en el sitio I la mayor cantidad de individuos se encuentran en estadios jóvenes en la categoría brinzal y  $\leq 18,38$  cm (DAP), mientras que en el sitio II la mayor cantidad de individuos se encuentran en diámetros que van desde los 12,34 cm a 20,54 cm de DAP.

Cabrera (2020) evalúa los parámetros poblacionales de tres de especies arbóreas de bosque andino en un área de 0,96 ha, que fueron: densidad poblacional, estructura, disposición espacial y regeneración natural. Entre los principales resultados menciona abundancias de 32, 9, 23 ind/ha para las especies *Clethra fimbriata*, *Nectandra laurel* y *Prunus opaca* respectivamente. Sus estructuras presentaron diferencias en la distribución de individuos por clases diamétricas y la distribución espacial dominante fue el agregado. En cuanto a regeneración, las tres especies presentaron individuos en las categorías de regeneración estudiadas.

#### **4.7.Descripción de las especies forestales en estudio**

##### **4.7.1. *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pav.)**

- **Taxonomía**

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Piperales

Familia: Chloranthaceae

Género: *Hedyosmum*

Epíteto específico: *scabrum* (Trópicos, 2020)



Figura 2. Muestra botánica de *Hedyosmum scabrum* (Ruiz & Pav.)

- **Descripción botánica**

Según Harling y Andersson (1990), son árboles erectos dioicos a arbustos de 2 a 12 m de altura, con muchos troncos, 4 a 20 cm de diámetro a la altura del pecho; corteza gris a blanca; madera blanca, débil; tallos jóvenes cuadrados, verdes, a veces morados, lisos, escasamente densos y vellosos con tricomas blancos o marrones retorcidos y rígidos; Tallos más viejos teretes, lisos, glabros, con bases foliares que se desintegran y dejan cicatrices circundantes. Láminas foliares estrechamente elípticas, elípticas a obovadas, con puntas acuminadas de 0,5 a 1,4 cm de largo, cuneadas en la base, carnosas a subcoriáceas, lisas, brillantes o sin brillo, escasamente vellosas debajo, lisas, los márgenes profundamente serrados con dientes de 2 a 3 mm de distancia; venas centrales impresas arriba, elevadas y vellosas para alisarse debajo; venas laterales más grandes de 11 a 19, de 3 a 5 mm de distancia, a veces bifurcadas de un cuarto a tres cuartos de distancia al margen, con venas inter secundarias más pequeñas que se extienden de un tercio a dos tercios camino al margen; porción libre de pecíolos verde o morado, 0,5 a 2 cm de largo; vainas

petiolares verdes o moradas, lisas, glabras a vellosas, caducas, cada margen distal con dos apéndices estípolares fimbriados caducos de 3 a 5 mm de largo. Inflorescencias estaminales terminales o axilares, de 8 cm de largo, compuestas de 1 a 3 espigas agrupadas en el extremo de un raquis de 3 a 8, de 7 cm de largo, con la espiga solitaria o grupo de espigas sostenidas por un par de brácteas; espigas maduras de 5 cm de largo, con aproximadamente 200 estambres; anteras de color verde amarillento. Inflorescencias pistiladas axilares o terminales, de 6 cm de largo; flores agrupadas, subrayando las brácteas florales verdes, connadas en dos tercios inferiores a tres cuartos, flores agudas, que encierran completamente, excepto los lóbulos y estigmas de periantio. Flores pistiladas fuertemente trígonas, 7 a 9 mm de largo, de 3 mm de ancho en cada cara, con o sin poros en cada cara; estigmas blancos a morados, lineales, de 3 a 5 mm de largo. Címulos fructíferos de púrpura a negro, irregularmente globosos a oblongos, 1 de 1,9 cm de diámetro; semillas fuertemente trígonas, 6 a 7 mm de largo.

- **Fenología**

Flores observadas en enero, de julio a octubre y en diciembre, se encuentra en regiones que están bajo la influencia frecuente de las nieblas o, en zonas más secas, al lado de los cursos de agua (MAE, 2015).

- **Tipo de bosque**

Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Oriental y Occidental de los Andes; Bosque siempreverde montano de la Cordillera Oriental y Occidental de los Andes (MAE, 2015).

- **Distribución geográfica**

El género se encuentra distribuido desde el sur de México hasta Bolivia, incluyendo las Antillas. En Ecuador se registra en las provincias de Cañar, Carchi, Loja, Pichincha, Zamora, Morona, Napo, Pastaza y Sucumbíos (MAE, 2015).

- **Categoría**

Nativo de los Andes (MAE, 2015).

- **Usos**

Hojas con varios usos medicinales como tónicos, estimulantes, antidiarreicas; la infusión de sus hojas se usa también para darle un sabor anisado a los licores, además es una especie reportada como usos de postes para cercas, maderable y leña (MAE, 2015).

#### **4.7.2. *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav.) A. DC**

- **Taxonomía**

Reino: Plantae

Phylum: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Laurales

Familia: Siparunaceae

Género: *Siparuna*

Epíteto específico: *muricata*

Autor epíteto específico: (Ruiz & Pav.) A. DC (Trópicos, 2020).



Figura 3. Muestra botánica de *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav.) A. DC

- **Descripción botánica**

Según Harling y Andersson (1997), arbusto o árbol dioico o muy raramente monoico, de hasta 20 m de altura y que alcanza un DAP de 25 cm, ramillas jóvenes cuadrangulares o teretes, tomosas amarillentas con pelos estrellados extendidos, ramificaciones glabrescentes, más viejas a menudo con cicatrices pecíolos visibles y Lenticelas grandes. Hojas en espirales de 3 a 4 opuestas, los pecíolos 1 a 3 cm de largo, la lámina seca de color verde oscuro o marrón oliva, delgada y quebradiza, lanceolada, la base obtusa a agudo, el ápice agudo a poco acuminado, la punta a 0,5 cm de largo, la superficie superior ligeramente cubierta con pelos estrellados simples o poco ramificados, gradualmente glabrescentes, la superficie inferior más densamente pubescente con pelos estrellados-tomentosos de color amarillo pardusco, glabrescentes, con 10 a 17 pares de venas secundarias, estas ligeramente elevadas en ambas superficies, el margen dentado, crenado o aserrado. Cimas en forma de umbelas, de 3 a 4 cm de largo, con 15 o 40 flores, estrelladas-pubescentes, glabrescentes. Flores femeninas en la antesis 5 a 3 mm de diámetro y 3 mm de alto, urceolado y con tubérculos cortos, el techo floral moderadamente

elevado, con una vaina cilíndrica central de los estilos, glabro; gruesos y con prominentes papilas de estigma. Recipiente fructífero globoso, de 1 a 2 cm de diámetro, especialmente espinoso-tuberculoso y coronado por los tépalos persistentes, cuando están frescos, maduros de color rojo violáceo y fuertemente perfumados a limón con un olor penetrante.

- **Fenología**

Presenta floración y fructificación durante todo el año (MAE, 2015).

- **Tipo de bosque**

Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Oriental y Occidental de los Andes; Bosque siempreverde montano de la Cordillera Oriental y Occidental de los Andes; Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (MAE, 2015).

- **Distribución**

En el Ecuador se encuentran en las provincias de Napo, Zamora Chinchipe, Azuay, Bolívar, Cañar, Chimborazo, Imbabura, Loja, Tungurahua, entre 1000 a 3500 (Castillo, 2013).

- **Categoría**

Nativo de los Andes (Castillo, 2013).

- **Usos**

La infusión del limoncillo de sus hojas y tallos es usada como antiácida, la artritis, reumatismo, dolor de huesos, dolor muscular y dolor de estómago (Castillo, 2013).

#### 4.7.3. *Clusia alata* Planch. & Triana

- **Taxonomía**

Reino: Plantae

Phylum: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malpighiales

Familia: Clusiaceae

Género: *Clusia*

Epíteto específico: *alata* (Trópicos, 2020)



Figura 4. Muestra botánica de *Clusia alata* Planch. & Triana

- **Descripción botánica**

Árbol de 10 m de altura; tallos gruesos y torcidos; raíces aéreas que cuelgan de las ramas hasta enraizarse en el suelo; ramas nudosas con aristas; hojas simples carnosas, opuestas ovado-cuneadas, redondeadas en la punta de tamaño variado 12,5 a 20 cm de largo por 9,3 a 12,5 cm de ancho; inflorescencias terminales, flores femeninas y masculinas en individuos separados de

tamaño regular color rosado pálido; frutos de forma oval, carnosos y grandes. El árbol está configurado por hojas sésiles cuneadas-ovadas, oblongo-elípticas, pecíolo corto, margen desviado todo medio de cadena, (a menudo 5) sésiles (raramente alternos individuales axilas de las hojas solitarias), cáliz 2-bracteado 4-philo; 8-10 pétalos estaminados. Ovario de forma triangular, oblonga radiante. Las hojas grandes, alrededor de 3 mm de largo; pecíolo margen carinado bruto inferior del ala, hojas con recubrimiento laminar-continua. Pedúnculo común (MAE, 2015).

- **Fenología**

Presencia de flores y frutos durante todo el año (MAE, 2015).

- **Tipo de bosque**

Bosque siempreverde montano bajo de la Cordillera Oriental de los Andes; bosque siempreverde montano de la Cordillera Oriental de los Andes; bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (MAE, 2015)

- **Distribución geográfica**

Desde Costa Rica hasta Perú, desde 1 000 hasta 3 500 msnm. En Ecuador en las provincias de El Oro, Zamora Chinchipe, Loja y Pichincha (MAE, 2015).

- **Categoría**

Nativo de los Andes (MAE, 2015).

- **Usos**

Maderable, sus tallos producen una resina aromática usada para tratar el dolor de cabeza, sus hojas, al igual que las de casi todas las especies del género *Clusia*, son detérsicas (purifican).

Se usa para la elaboración de canastos artesanales utilizando sus raíces; y tiene un uso medioambiental para la reforestación de cuencas hidrográficas (MAE, 2015).



## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Área de estudio

Esta investigación se realizó en el bosque nativo dentro del parque universitario “Francisco Vivar Castro”, en el periodo octubre 2019 – marzo 2020. El parque se encuentra ubicado en La Argelia, parroquia San Sebastián, cantón Loja, es propiedad de la Universidad Nacional de Loja, ubicado a 5 km de la vía Loja-Vilcabamba, tiene una superficie de 99,2 ha, se desarrolla en un rango altitudinal de 2 130 a 2 520 m s.n.m. Localizado entre las coordenadas UTM: 700 592 – 9 554 223N, 700 970 – 9 553 139S - 701 309 – 9 553 171E, 699 961 – 9 554 049W (Figura 5). En su extensión según Aguirre et al. (2016) existen cinco ecosistemas: bosque andino, matorral, páramo antrópico, bosque mixto de *Juglans neotropica*, plantaciones de pino y eucalipto.

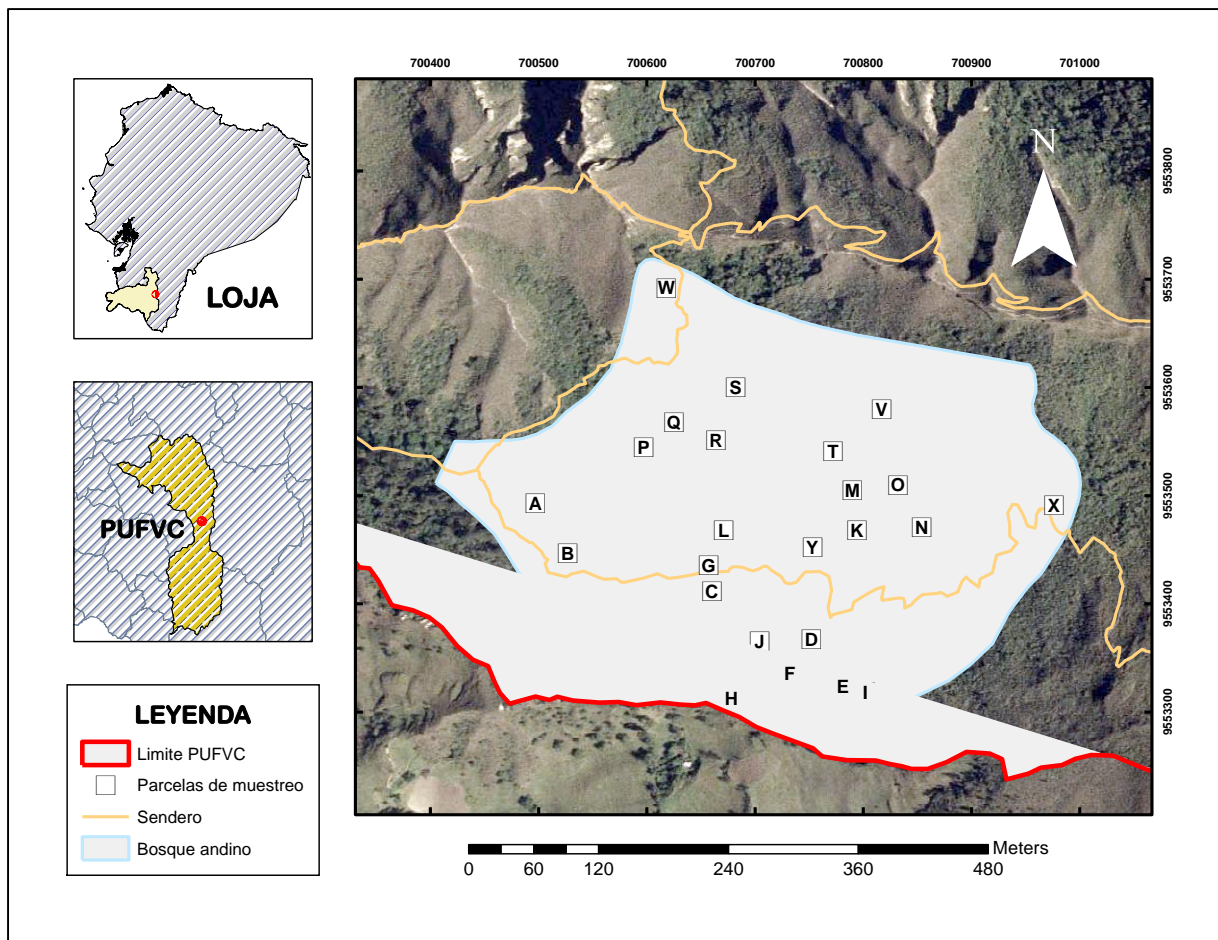


Figura 5. Mapa de ubicación del área de estudio y distribución de las parcelas de muestreo dentro del parque universitario "Francisco Vivar Castro"

## 5.2. Criterios de selección de las especies forestales de estudio

Para la selección de las especies *Clusia alata*, *Hedyosmum scabrum* y *Siparuna muricata* se tomaron en cuenta tres criterios: importancia ecológica, densidad y por su uso. De acuerdo con Reyes (2017), en una parcela permanente de una hectárea dentro del parque universitario estas especies están entre las de mayor importancia ecológica. A su vez, para conocer el uso de especies por parte de la sociedad, se consultó el "Catálogo de plantas útiles de Ecuador", donde se aprueba la importancia de estas especies para la sociedad y los diferentes usos que tienen como: combustible, material, alimento, medicina y usos ambientales (De la Torre et al., 2008). Es importante señalar que por un problema en la identificación de la especie *Clusia alata*, se trabaja en este documento como *Clusia aff. alata*.

### 5.3. Diseño del muestreo

Se utilizó un diseño de muestreo sistemático, para lo que sobrepuso una malla de 20 x 20 metros sobre toda la superficie del bosque nativo; esto se realizó con la ayuda del software libre Qgis 3.16 Hannover.

#### 5.3.1. Unidades de muestreo, forma y tamaño

Las unidades de muestreo fueron parcelas temporales, de forma cuadrada, de tamaño 20 x 20 m, dentro de las mismas se anidaron parcelas de 5 x 5 metros y de 2 x 2 m (Figura 6).

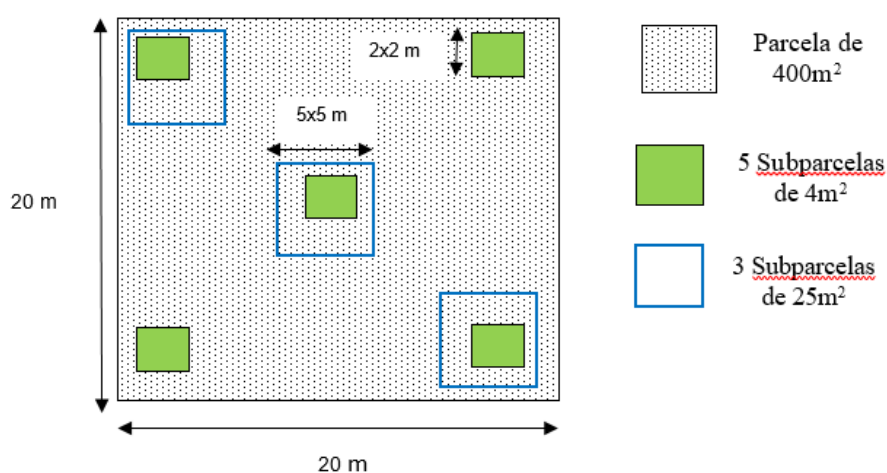


Figura 6. Forma y tamaño de unidades de muestreo utilizadas en la investigación.

#### 5.3.2. Tamaño de la población y número de unidades de muestreo

El tamaño de la población estadística ( $N$ ) se definió con la fórmula: 
$$N = \frac{\text{Área total a muestrear}}{\text{Área de la parcela}}$$

Para el presente estudio se obtuvo una población de 406 parcelas, de 20 x 20 m. Para contar con unidades de muestreo completas y evitar efecto de borde se excluyeron todas las parcelas que intersecan con el perímetro del bosque nativo y con los senderos que lo atraviesan, quedando un  $N$  total de 239 parcelas.

El número de unidades de muestreo o tamaño de la muestra se determinó en función de la fórmula  $n = N \times i$ , donde ( $n$ ) es la unidad de muestreo, ( $N$ ) es el tamaño de la población estadística e ( $i$ ) es la intensidad de muestreo. Se trabajó con una intensidad de muestreo de 10

% . En este sentido, el tamaño de la muestra para el estudio poblacional de las tres especies forestales fue de 24 parcelas temporales, que equivale a un área de muestreo de 0,96 ha.

#### **5.4. Metodología para determinar la estructura poblacional de tres especies forestales del bosque andino**

La estructura de las poblaciones forestales se determinó mediante el estudio de las características estructurales como densidad poblacional, estructura poblacional y disposición espacial. En territorio la información se registró en un formulario de campo (Anexo 1), registrando las variables:

- **Número de árbol:** correspondió al número de árbol por especie encontrado en cada parcela de muestreo.
- **Número de faja:** correspondió al área dentro de la parcela utilizada para el recorrido.
- **Ubicación del árbol, coordenadas X e Y:** ubicación geográfica de cada árbol, respecto del eje Y, orientado al Norte, y el eje X que correspondió a la distancia de un árbol respecto al eje Y. Esta información sirvió para generar la georreferenciación de cada uno de los árboles.
- **DAP:** corresponde al diámetro a la altura del pecho, se midió a 1,30 m de la superficie del suelo. Su medición se realizó con una cinta diamétrica y se expresó en centímetros. Se midieron todos los árboles con diámetro igual o superior a 5 cm.
- **Altura total:** representa la altura total del árbol medido desde el nivel del suelo hasta la parte alta de la copa del árbol. Su medición se realizó con un hipsómetro y se expresó en metros.
- **Posición de la copa:** se refiere a la ubicación de la copa en la estructura vertical del bosque, pudiendo ser: i) dominantes, árboles con copas que se extienden sobre el nivel general del vuelo y que reciben plena luz desde arriba y parcialmente desde los lados; ii) codominantes, árboles con copas formando el nivel general del vuelo y que reciben

luz plena desde arriba pero relativamente escasa desde los lados; iii) intermedias, árboles más cortos que los de las dos clases precedentes pero cuyas copas se extienden en el vuelo formado por los pies codominantes y los dominantes; reciben luz directa escasa desde arriba y ninguna desde los lados; generalmente de copas pequeñas y apretadas por los lados; iv) suprimidos, árboles con copas enteramente por debajo del nivel general del vuelo, recibiendo poco luz de arriba y de los lados.

- **Diámetro de la copa:** es una forma de estimar el área de la copa en función de la medición de los diámetros de esta. Se tomó como referencia las proyecciones de los extremos de la copa del árbol sobre el suelo y se midieron estas distancias en dos direcciones: Norte-Sur y Este-Oeste. El promedio entre las dos medidas es el diámetro promedio de la copa.
- **Observaciones:** se registró cualquier otra característica o particularidad identificada en campo y que pudo resultar útil para la investigación.

#### ***5.4.1. Tamaño y densidad poblacional***

El tamaño y densidad poblacional se determinó en las 24 parcelas de 20 x 20 m, distribuidas en el bosque nativo. El cálculo de la densidad poblacional se realizó utilizando la información registrada en la Tabla 1. Las especies forestales seleccionadas se caracterizaron por presentar abundantes individuos con diámetros inferiores a los 10 cm y por tratarse de especies con hábitos de crecimiento entre arbustos y/o árboles pequeños, se tomó la decisión de evaluar las poblaciones a partir de los 5 cm de diámetro.

Tabla 1. Registro del número de individuos por parcela.

Número de parcela	Especie	N° de individuos
1		X <sub>1</sub>
2		X <sub>2</sub>
3		X <sub>3</sub>
n...		X <sub>n</sub>
<b>Total</b>		$\sum_{i:1,2,\dots,n} x_i$

Con los datos colectados en la Tabla 1 se obtuvo la abundancia o número de individuos de la población, que fue igual a la sumatoria de todos los individuos ( $DAP \geq 5$  cm) de una especie en todas las parcelas de estudio. La densidad poblacional se calculó mediante la relación del número total de individuos de una especie ( $\sum x_i$ ) y la superficie muestreada (A) (Aguirre y Aguirre, 1999).

$$D = \frac{\text{Número total de individuos de la especie}}{\text{Total de área muestreada}}$$

#### 5.4.2. Estructura poblacional

El criterio para conocer la estructura poblacional de las especies forestales con base en la edad de los individuos, agrupados en clases diamétricas, información obtenida de las mediciones del diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles  $\geq$  a 5 cm.

La estructura poblacional se graficó mediante un histograma colocando en el eje de las abscisas las clases diamétricas a partir de 5 cm, con un intervalo de clase de 5 cm, y en el eje de las ordenadas se representó el número total de individuos de las especies.

### 5.4.3. Disposición o distribución espacial

La disposición espacial de las especies arbóreas se calculó por cuatro métodos: coeficiente de dispersión o índice de varianza media, índice de Morisita estandarizado, el índice Moran I y por el método de interpolación estadística.

#### a) Coeficiente de dispersión o índice de varianza media

El coeficiente de dispersión o índice de varianza media ( $I$ ) (Krebs, 1999), se obtuvo con la fórmula  $I = \frac{S^2}{X}$ ; donde  $S^2$  corresponde a la varianza de los organismos y  $X$  es igual a la media.

El tipo de dispersión o distribución espacial fue en función de los valores que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Categorías de disposición espacial en función de la variación de número de individuos por parcela.

Disposición	Variación de número de individuos por parcela		
Azar	Distribución de Poisson	Varianza = media	1
Agregada	Mayor a lo esperado	Varianza > media	>1
Uniforme	Menor a lo esperado	Varianza < media	<1

Para determinar si el valor del coeficiente de dispersión ( $I$ ) se desvía significativamente de la unidad, es decir si efectivamente la varianza es mayor o menor que la media y que tal diferencia no es por errores aleatorios de medición se efectuó una prueba de hipótesis con un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ : aplicando el estadístico de prueba  $t$  de student:  $t = \frac{(S^2/\bar{X})-1}{\sqrt{2/(n-1)}}$

#### b) Índice de Morisita estandarizado

El cálculo del índice de Morisita estandarizado se realiza en función de los índices de Morisita, Agregación y Uniformidad.

Para el índice de Morisita ( $I_d$ ) se utilizó la fórmula:

$$I_d = n \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \sum_{i=1}^n X_i}{(\sum_{i=1}^n X_i)^2 - \sum_{i=1}^n X_i}$$

Donde:

$I_d$  = Índice de Morisita

$\sum_{i=1}^n X_i^2$  = Sumatoria del número de individuos al cuadrado

$n$  = Tamaño de la muestra

$\sum_{i=1}^n X_i$  = Sumatoria de todos los individuos

El índice de Uniformidad ( $M_u$ ) se calculó con la fórmula:

$$M_u = \frac{X_{(0.975)}^2 - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1}$$

Dónde:

$X_{(0.975)}^2$  = Valor de  $X^2$  de la tabla (valores críticos de la distribución de Ji-Cuadrado) con  $n-1$  grados de libertad, que tiene a la derecha el 97,5% del área.

$X_i$  = Número de individuos/cuadrante

$n$  = Tamaño de la muestra (número de cuadrantes)

El índice de agregación ( $M_c$ ) se calculó con la fórmula:

$$M_c = \frac{X_{(0.025)}^2 - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1}$$

Dónde:

$X_{(0.025)}^2$  = Valor de  $X^2$  de la tabla (valores críticos de la distribución de Ji-Cuadrado) con  $n-1$  grados de libertad, que tiene a la derecha el 2,5% del área.

$X_i$  = Número de individuos/cuadrante

$n$  = Tamaño de la muestra (número de cuadrantes)



El índice de Morisita estandarizado ( $I_p$ ), varía entre -1 y 1 con límites de confianza del 95 % entre -0,5 y 0,5 y se interpretó el resultado de acuerdo con los valores descritos en la Tabla 3.

Tabla 3. Cálculo e interpretación del índice de Morisita estandarizado ( $I_p$ )

CÁLCULO		INTERPRETACIÓN	
		VALOR	SIGNIFICADO
$I_d \geq M_c > 1.0$	$I_p = 0.5 + 0.5 \left( \frac{I_d - M_c}{n - M_c} \right)$	$I_p > 0$	Disposición agregada
$M_c > I_d \geq 1.0$	$I_p = 0.5 \left( \frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$	$I_p = 0$	Disposición aleatoria
$1.0 > I_d > M_u$	$I_p = -0.5 \left( \frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$	$I_p < 0$	Disposición uniforme
$1.0 > M_u > I_d$	$I_p = -0.5 + 0.5 \left( \frac{I_d - M_u}{M_u} \right)$	$I_p > 0$	Disposición agregada

La significación estadística de la desviación del índice con respecto al cero se probó mediante la aplicación del estadístico Chi-cuadrado ( $X^2$ ) con la fórmula:

$$X^2 = I_d * \left( \sum X - 1 \right) + n - \sum X$$

Donde:

$X^2$  = estadístico Chi-cuadrado

$I_d$  = Índice de Morisita

$X$  = Número de individuos de la especie  $i$

### c) Índice de Moran I

El índice de Moran I, pertenece al conjunto de herramientas de estadísticas espaciales del programa ArcGis versión 10.5. Para su cálculo se utilizaron las abundancias de las especies por parcelas considerando los individuos mayores a 5 cm de DAP, en la base de datos a las especies de interés se les asignó el valor “1” y a las demás especies se les asignó el valor “0”, una vez subido al software ArcGis se seleccionó el campo y el dato para analizar y se activó la casilla

para que el programa genere el informe de resultados correspondiente ('Generate report'). El resto de los parámetros aparecen por defecto.

Para validar si la distribución espacial de las especies fue diferente al azar, y rechazar dicha hipótesis (Baneya, 2016), el índice de Moran I utilizó los parámetros "z" y "p", con valores de interpretación presentados en la Tabla 4.

Tabla 4. Resumen para la interpretación de resultados de los valores p y z obtenidos con el índice de Moran I

Valores de p, z	Interpretación
<p><b>El valor p no es estadísticamente significativo.</b></p>	<p>No puede rechazar la hipótesis nula. Es posible que la distribución espacial de los valores de entidades sea el resultado de procesos espaciales aleatorios. El patrón espacial observado de los valores de entidades podría ser cualquiera de las tantas versiones posibles de aleatoriedad espacial completa (CSR).</p>
<p><b>El valor p es estadísticamente significativo y la puntuación z es positiva.</b></p>	<p>Puede rechazar la hipótesis nula. La distribución espacial de los valores altos y los valores bajos en el dataset está más agrupada espacialmente de lo que se esperaría si los procesos espaciales subyacentes fueran aleatorios.</p>
<p><b>El valor p es estadísticamente significativo y la puntuación z es negativa.</b></p>	<p>Puede rechazar la hipótesis nula. La distribución espacial de los valores altos y los valores bajos en el dataset está más dispersa espacialmente de lo que se esperaría si los procesos espaciales subyacentes fueran aleatorios.</p>

#### **d) Método de interpolación estadística**

La interpolación estadística se utilizó como un método complementario a los índices, con la finalidad de validar los resultados obtenidos por medio de los índices analizados. Se aplicó el método IDW (Inverse Distance Weighting) del módulo de análisis geoespacial del software Qgis 3.16. El uso de la función inversa de la distancia implica dar menos peso relativo a los puntos más alejados del valor a interpolar así cuanto más alta es esta potencia más influyen los puntos próximos y menos los alejados. Un valor bajo del exponente limita el predominio de cada punto muestral a un corto radio de influencia, dando lugar a curvas concéntricas alrededor de los puntos a interpolar parecidas a afilados embudos y agujas conocidas como efecto ojos de buey o “bulls eyes”. La distancia de cada punto muestral en la interpolación al punto no muestral se obtiene mediante la distancia euclídea a partir de las coordenadas geográficas (x, y) de longitud y latitud, respectivamente (Navarrete y López, 2019).

Para realizar la interpolación IDW se seleccionaron las parcelas con mayor número de individuos por especie de estudio. A las cuales se les asignó un código con valor de “1”, mientras que al resto de especies que conforman la parcela se las codificó con valores de “2, 3, 4, 5, 6, 7 y así sucesivamente”. Posteriormente se ingresa como tabla de eventos dentro del programa, seguido se transformó a archivo shapefile para poderlo cargar dentro de la herramienta de Spatial Analyst Tools denominada IDW, aquí se carga el “shapefile” de los eventos seguido de la selección del campo que contiene la columna con los códigos asignados, mientras que los demás parámetros de análisis se dejan por defecto de la herramienta.

#### **5.5. Metodología para evaluar la regeneración natural de las especies arbóreas**

La regeneración natural se evaluó en las parcelas de 20 x 20 m, donde se anidaron parcelas de 5 x 5 m y 2 x 2 m. Se contabilizaron los individuos de las tres especies arbóreas, agrupando en categorías de regeneración, especificadas en la Tabla 5 (Cárdenas, 2008).

Tabla 5. Categorías de regeneración natural utilizadas para evaluar el estado poblacional de las especies forestales.

<b>Categorías de regeneración</b>	<b>Descripción de la categoría</b>	<b>Tamaño de la unidad de muestreo</b>
<b>Brinzal</b>	0,30 a 1,5 m de altura	2 m x 2 m
<b>Latizal bajo</b>	1,50 m de altura y 4,9 cm de DAP	5 m x 5 m

Para la regeneración natural se registraron las siguientes variables (Tabla 6):

- **Nombre científico:** correspondió al nombre científico, común o morfoespecie de la planta de regeneración natural registrada en el inventario.
- **Número de individuos de regeneración natural por categoría:** corresponde al número de individuos registrados en el inventario por categoría de regeneración natural (brinzal y latizal bajo).
- **Número de individuos totales:** correspondió al total de individuos de la regeneración natural, es decir a la sumatoria de individuos de las tres categorías analizadas.

Tabla 6. Hoja de campo para la recolección de datos en parcelas de estudio de la regeneración natural.

<b>Nombre científico</b>	<b>Número de individuos de regeneración natural por categoría</b>		<b>Número total de individuos</b>
	<b>Brinzal</b>	<b>Latizal bajo</b>	

Con los datos colectados se calculó densidad, frecuencia y el índice de valor de importancia simplificado IVI por especie y categoría con las expresiones recomendadas por Aguirre (2019), Orozco y Brumer (2002), descritos en la Tabla 7.

Tabla 7. Parámetros estructurales de la vegetación aplicados a la regeneración natural.

<b>Parámetro</b>	<b>Fórmula</b>
<b>Densidad (ind/m<sup>2</sup>)</b>	$D = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Total área muestreada}}$
<b>Densidad relativa (%)</b>	$DR = \frac{\text{Número de Individuos de la especie}}{\text{Número total de individuos de todas las especies}} \times 100$
<b>Frecuencia relativa (%)</b>	$FR = \frac{\text{Número de parcelas en las que se inventaria las especies}}{\text{Sumatoria de frecuencia de todas las especies}} \times 100$
<b>Índice valor de importancia simplificado (%)</b>	$IVI = \frac{DR + FR}{2}$

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Estructura poblacional de tres especies forestales del bosque andino del parque universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC)

#### 6.1.1. Densidad poblacional

En un área de muestreo de 0,96 ha de bosque andino del PUFVC se encuentran un total de 48 individuos, con diámetros mayores o iguales a 5 cm, de las especies *H. scabrum*, *S. muricata* y *C. aff. alata.*, con una representación del 19,14 %, 28,72 %, 52,12 % respectivamente (Tabla 8).

Tabla 8. Número de individuos y densidad poblacional de las especies *Hedyosmum scabrum*, *Clusia aff. alata* y *Siparuna muricata* en el bosque nativo del parque universitario “Francisco Vivar Castro”, año 2020.

Nombre científico	Área de muestreo (ha)	Número de individuos	Densidad poblacional (ind/ha)	Desviación estándar
<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.)	0,96	18	18	50,14
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	0,96	27	28	52,81
<i>Clusia aff. alata</i> Planch. & Triana	0,96	49	51	43,29

#### 6.1.2. Estructura por clases diamétricas

La estructura poblacional se determinó en función de las clases diamétricas en las cuales se encuentran contenidas los individuos. Para *H. scabrum* el porcentaje de individuos concentrados en la primera categoría (5-9,9 cm) representa el 83 %, mientras que en la segunda categoría (10-14,9 cm) se concentra el 6 %, y el 11 % restante en la categoría de 15-19,9 cm (Figura 7). Para *Clusia aff. alata* el 93 % de los individuos se encuentra contenida en la primera categoría (5-9,9 cm) y el 7 % restante que en la segunda categoría (10-14,9 cm). Para *S. muricata* el 48 % de los individuos se encuentran en la primera

clase diamétrica, mientras el 30 % se encuentran contenidos en la segunda clase diamétrica y el 22 % restante en la tercera clase diamétrica (Figura 7).

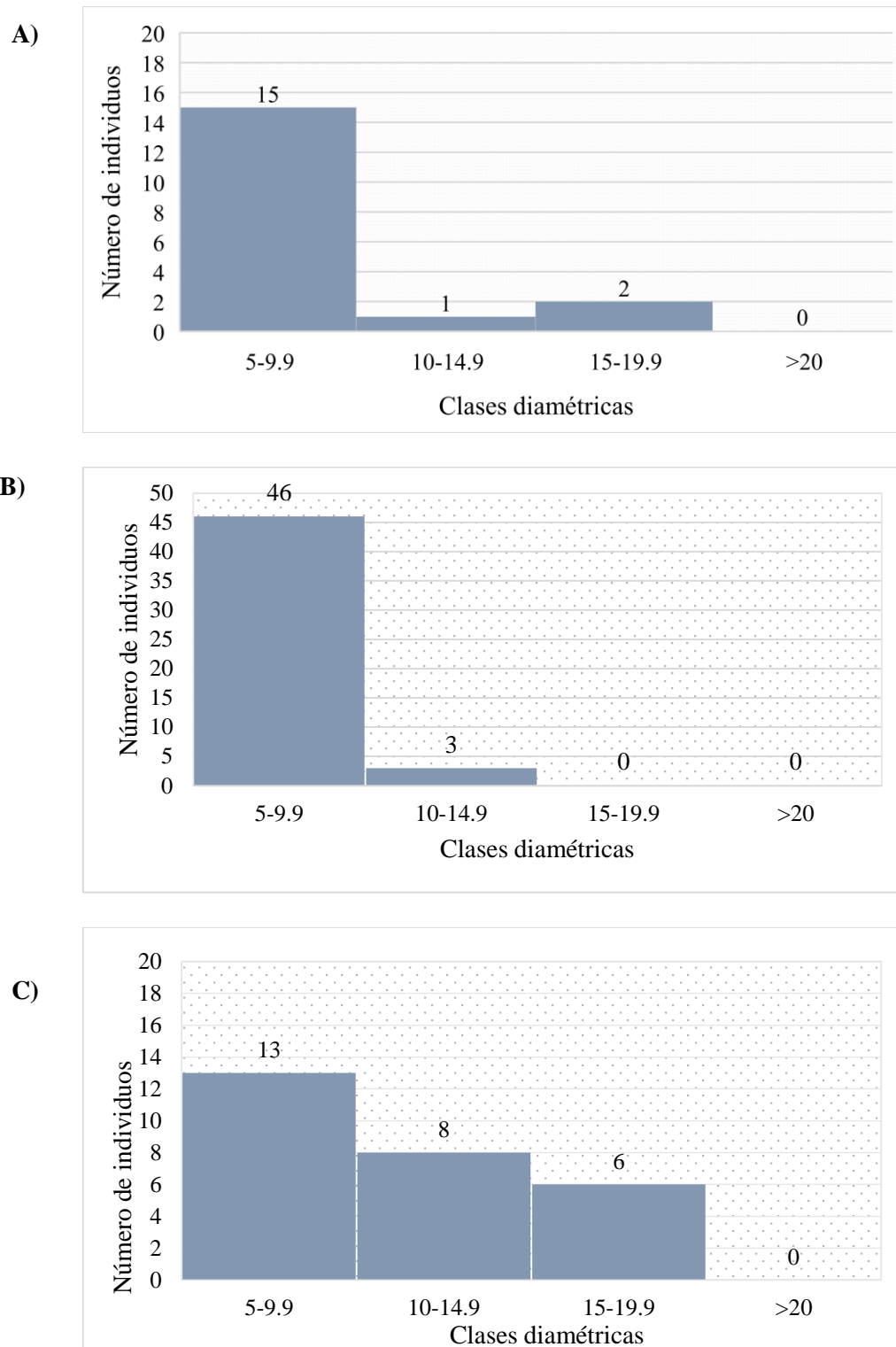


Figura 7. Estructura de edades definida en clases diamétricas de las especies: A) *Hedyosmum scabrum*, B) *Clusia aff. alata*, C) *Siparuna muricata* en el bosque nativo del parque universitario “Francisco Vivar Castro”.



### 6.1.3. Disposición o distribución espacial

La disposición espacial para las especies forestales en estudio se presenta en la Tabla 9.

Con los tres índices aplicados se determina que *H. scabrum* y *S. muricata* presentan un patrón de distribución agregada; mientras que, para *Clusia* aff. *alata* el patrón es al azar.

Tabla 9. Patrón de distribución y valor de los índices de las especies de *Hedyosmum scabrum*, *Clusia* aff. *alata* y *Siparuna muricata* en el bosque nativo del parque universitario “Francisco Vivar Castro”.

Nombre científico	Coeficiente de dispersión o Índice de varianza media		Índice Morisita estandarizado (Ip)		Índice de Moran I	
	Resultado	Patrón de Distribución	Resultado	Patrón de Distribución	Resultado	Patrón de Distribución
<i>Hedyosmum scabrum</i>	5,36	Agregada	0,22	Agregada	0,155	Agregada
<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	1,47	Al azar	-0,45	Al azar	0,0136	Al azar
<i>Siparuna muricata</i>	3,97	Agregada	0,23	Agregada	0,178	Agregada

Con el método de interpolación estadística, IDW, y considerando el área de análisis a nivel de parcela, se obtuvo una aproximación a la distribución de las especies en función de puntos de presencia. Las parcelas seleccionadas fueron aquellas con una presencia de más de tres individuos por parcela. En la Figura 8, se presenta la distribución de *H. scabrum* en la parcela M (5 individuos) y parcela X (8 individuos), en ambas se observa la preferencia por el agrupamiento, con unos individuos creciendo separados del grupo (parcela X).

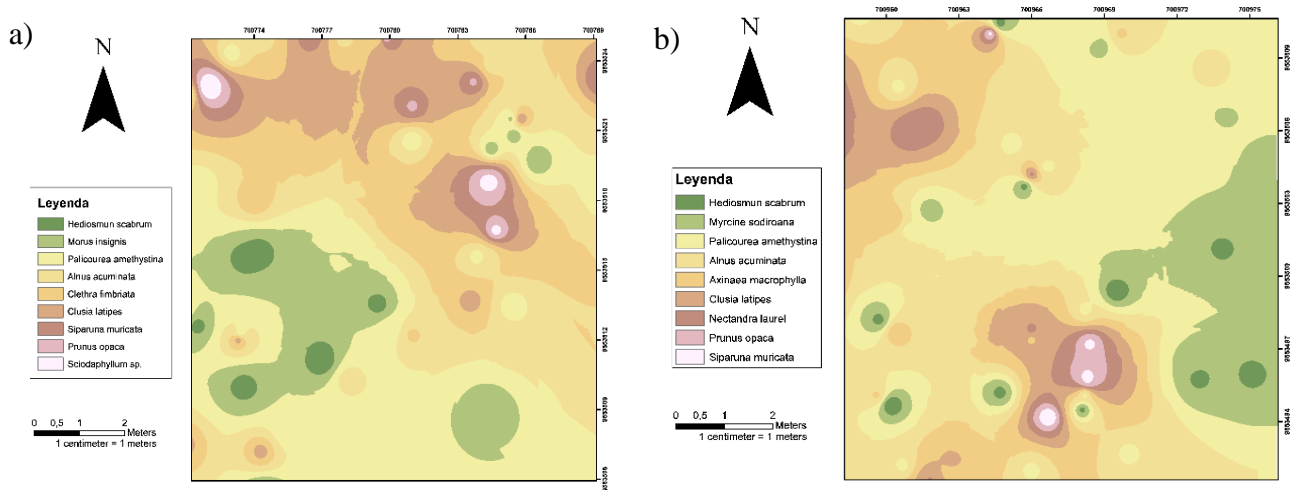


Figura 8. Disposición espacial de la especie *Hedyosmum scabrum* dentro de: a) parcela M; b) parcela X.

Para *Clusia* aff. *alata* la interpolación a nivel de parcela y con la presencia de uno a dos individuos por parcela, se puede evidenciar la formación de islas o puntos aislados (Figura 9) asemejándose esto a una disposición al azar.

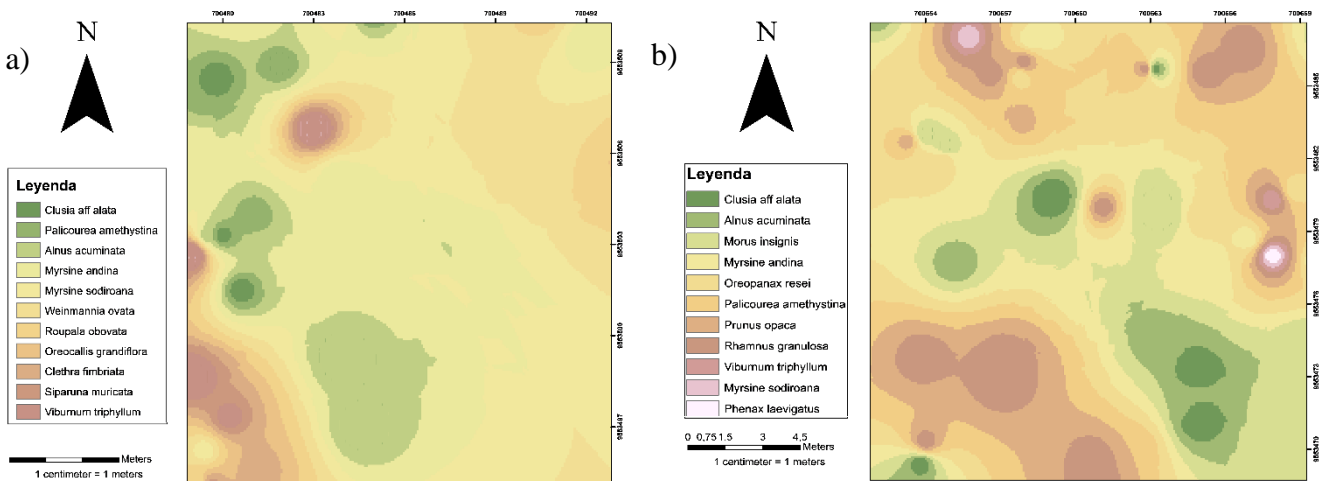


Figura 9. Disposición espacial de la especie *Clusia* aff. *alata* dentro de las parcelas, a) parcela L; b) parcela A.

Para *Siparuna muricata*, la interpolación realizada a nivel de parcela, y considerando aquellas con la presencia de más de 3 individuos, se determinó la formación de grupos, es decir una tendencia al agrupamiento (Figura 10).

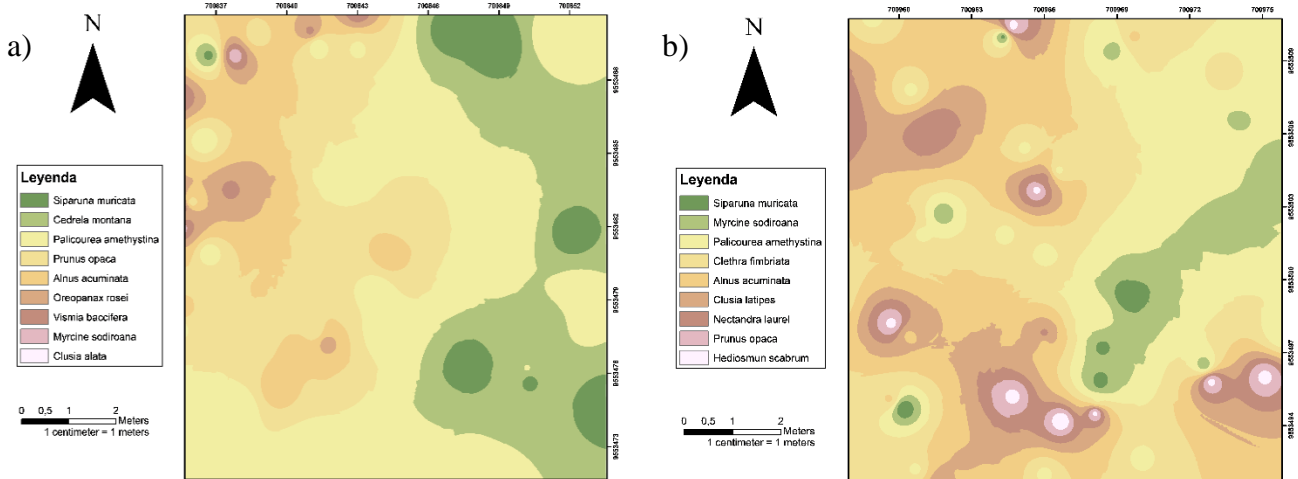


Figura 10. Disposición espacial de la especie *Siparuna muricata* (Ruiz & Pav.), dentro de las parcelas: a) parcela N, b) parcela X.

## 6.2. Evaluación del estado de la regeneración natural de tres especies forestales del bosque andino.

El estado de la regeneración natural en función de la abundancia por categoría de regeneración se presenta en la Figura 11. Las tres especies presentan individuos en las categorías brinzales y latizales bajos, en distintas proporciones. En *Clusia* aff. *alata* y *H. scabrum* la distribución de la regeneración es similar con mayor número de individuos en la categoría latizal bajo; mientras que *Siparuna muricata* el mayor número de regeneración está presente en los brinzales.

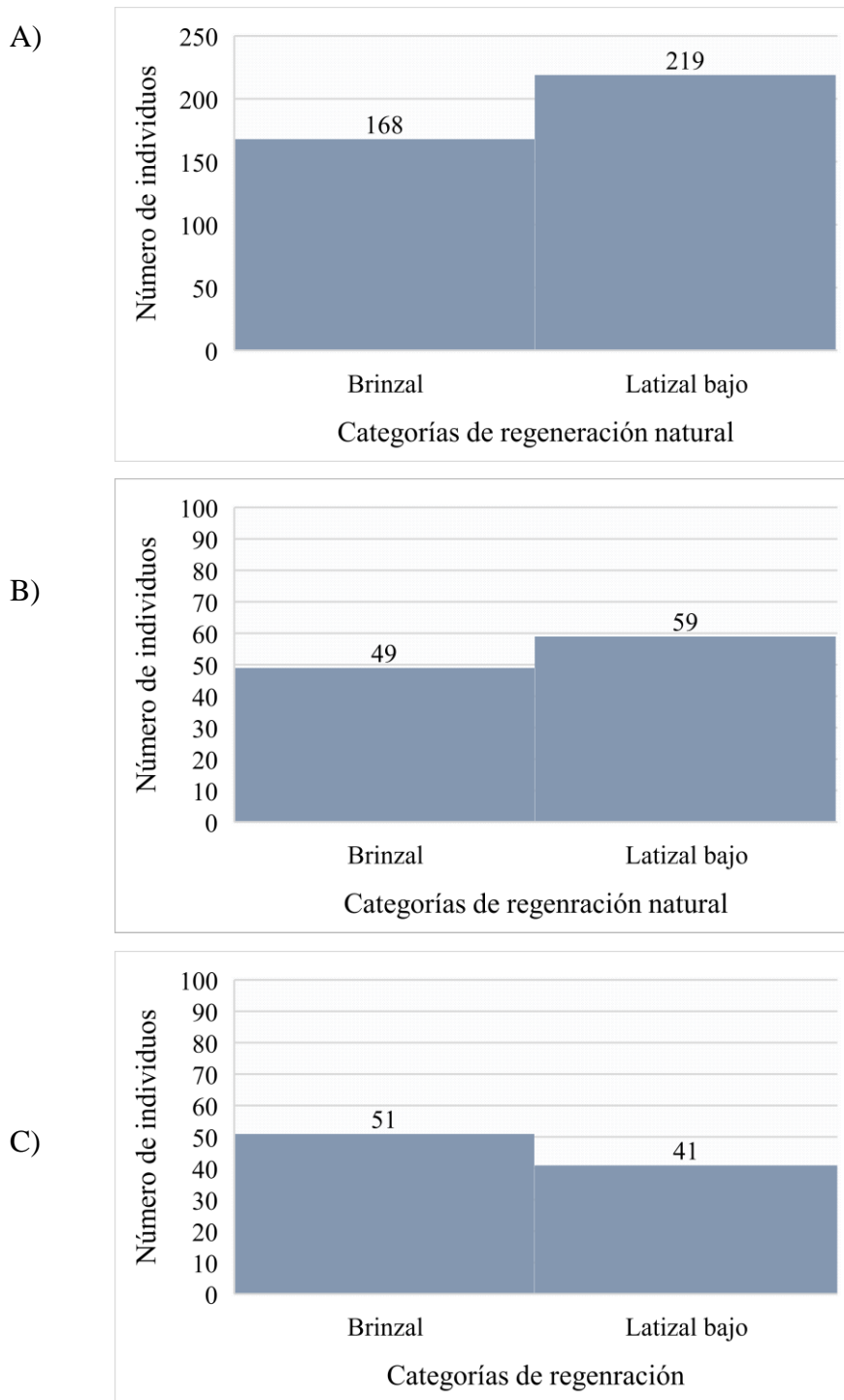


Figura 11. Estado poblacional de la regeneración natural: A) *Clusia* aff. *alata*, B) *Hedyosmum* *scabrum* y C) *Siparuna* *muricata*, en el bosque nativo del parque universitario “Francisco Vivar Castro”.

Sobre los parámetros estructurales de la regeneración natural, estos se presentan en la Tabla 10. En cuanto a los brinzales, es la categoría más importante ecológicamente para las especies *Hedyosmun scabrum* y *Clusia* aff. *alata*, pues está determina la estructura de la regeneración para estas especies. Por otra parte, en *Siparuna muricata* los latizales bajos son los representativos y frecuentes en la regeneración de la especie.

Tabla 10. Parámetros estructurales de la regeneración natural de las especies forestales *Hedyosmun scabrum*, *Siparuna muricata* y *Clusia* aff. *alata* en el bosque nativo del parque universitario “Francisco Vivar Castro”.

Nombre Científico	Categoría de Regeneración natural	Nº de Individuos	Densidad	Densidad relativa	Frecuencia relativa	IVI simplificado
<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	Brinzal	168	3500	44,44	50,00	47,22
	Latizal bajo	210	1167	55,56	50,00	52,78
	<b>Total</b>	378	4666,67	100	100,00	100,00
<i>Hedyosmum</i> <i>Scabrum</i>	Brinzal	17	354	33,33	47,37	40,35
	Latizal bajo	34	189	66,67	52,63	59,65
	<b>Total</b>	51	543,06	100	100,00	100,00
<i>Siparuna muricata</i>	Brinzal	30	625	52,63	61,90	57,27
	Latizal bajo	27	150	47,37	38,10	42,73
	<b>Total</b>	57	775,00	100,00	100,00	100,00

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1. Estructura poblacional de tres especies forestales del bosque andino del parque universitario “Francisco Vivar Castro”

#### 7.1.1. Densidad poblacional

La densidad poblacional se considera una característica estructural de los individuos dentro de una especie, y el estudio de esta indica cómo está distribuida la población por unidad de superficie (Smith y Smith, 2007). Según Aguirre (2009), las especies que presentan en un bosque un número de individuos por hectárea de 0 a 300 se consideran como de baja densidad poblacional o especies ralas, categoría que se puede asignar a *H. scabrum*, *S. muricata* y *C. aff. alata* en esta investigación. No obstante, estas mismas especies en el estudio desarrollado por Reyes (2017) son consideradas dentro del grupo de las 10 especies representativas del bosque, con densidades de 93 ind/ha, 55 ind/ha, 85 ind/ha respectivamente. Otros investigadores como Maldonado (2016) reporta para la microcuenca El Suhi en la parroquia San Andrés, Cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, en un área 0,2 ha, densidades para *Hedyosmun* sp. y *Clusia* sp. de 105 y 30 individuos respectivamente; mientras que, Medina (2017), determina en un área de muestreo de 0,2 ha de un bosque intervenido la existencia de 5 individuos por hectárea de *Siparuna muricata* y de *Clusia aff. alata* una densidad de 51 individuos por hectárea, lo que se acerca a los reportes de Reyes (2017) para *Clusia*. Estos resultados demuestran la variabilidad en la densidad poblacional que pueden presentar las especies forestales en sitios diferentes, ratificando que las especies se adaptan y crecen mejor en sitios con características favorables para las mismas. Si bien estas especies forman parte del grupo que tiene más de 10 ind/ha la diferencia con los resultados de Reyes (2017) es alta, lo que puede atribuirse al método de muestreo donde el tamaño de la parcela y la distribución de estas ya tienen influencia en la mayor captura y variabilidad, ya que Reyes (2017)

muestreó un área de una hectárea, y el presente estudio es de 0,96 ha distribuidas en 24 parcelas temporales.

Además, estas densidades se consideran altas en comparación al resto de especies que se desarrollan en el bosque nativo y se trata de especies que para su reproducción suelen aprovechar claros dentro del bosque, originados por caídas de árboles viejos, deslizamientos de tierra y otros tipos de perturbaciones que incrementan sus abundancias. Estas características de dinámica del bosque andino se presentan en el parque universitario pues en parte existen vegetación alterada por diversos factores (Aguirre et al., 2016).

Según Huasasquiche y Kómetter (2018), un factor común en los bosques andinos es la destrucción y fragmentación del hábitat que pueden afectar la reproducción de las especies arbóreas donde se denota la reducción en riqueza y abundancia. Esto se ve reflejado en la densidad poblacional de las especies que está determinada por factores, como, por ejemplo: la producción y dispersión de semillas, competencia de herbáceas y disponibilidad de los micrositios para la germinación, exceso o falta de luz según el temperamento de la especie, representándose en la supervivencia de las plántulas durante el primer año o hasta alcanzar la edad natural que garantiza su establecimiento.

Las aves y murciélagos constituyen los dos principales grupos de fauna que cumplen la labor de dispersar las semillas, depositando las semillas a distancias mayores del árbol madre de donde las obtuvieron (Muñoz, 2017). En el estudio de banco de semillas realizado por Carrera (2019) dentro del PUFVC se menciona que el método de dispersión de semillas de las especies en estudio debido a que sus frutos son típicamente drupas, el tipo de dispersión en el caso de *Clusia* aff. *alata* es zoocoria, mientras que para *Hedyosmun scabrum* y *Siparuna muricata* es ornitocoria. Lo que determina que unos de los procesos fenológicos más importantes de estas especies están fuertemente ligados a la

fauna de los ecosistemas andinos, pudiendo esto garantizar la existencia de poblaciones y la composición de diversas comunidades vegetales según señalan Muñoz (2017) y Cabrera (2020).

### ***7.1.2. Estructura por clases diamétricas***

La estructura poblacional es una propiedad o característica estructural de un grupo de individuos de una especie, su conocimiento indica cómo se distribuyen los individuos dentro de su población (Smith y Smith, 2007). Las curvas poblacionales que reflejan un buen estado de distribución de los individuos de una población vegetal son en forma de J invertida, pero al momento de graficar la estructura por especies o poblaciones no siempre van a formar la J invertida, esto debido, a que cada especie presenta características y tamaños poblacionales diferentes. En este estudio las curvas de las estructuras poblacionales muestran tendencia a la “J” invertida en las especies *Hedysomum scabrum*, *Siparuna muricata* *Clusia* aff. *alata*, lo cual es característico de especies de semiluz ratificado por Reyes (2017), donde manifiesta que en el perfil horizontal se encuentra a estas especies como codominantes. Además, este tipo de distribuciones es típico de poblaciones jóvenes por lo que se puede manifestar que las especies en estudio dentro del parque universitario corresponden a esta estructura etaria.

La forma en que se distribuyen los individuos de las especies en estudio y que determinan tales estructuras, de acuerdo con Morlans (2004), es característico de poblaciones en crecimiento, por lo que tienen garantizada el reclutamiento de individuos en las clases diamétricas superiores (Cabrera, 2020). Estos resultados también son confirmados por Cabrera (2020), en su estudio realizado en bosque nativo donde determina las estructuras de las poblaciones en función de clases diamétricas, y observa que el patrón de distribución de los individuos es en forma de J invertida.



Un aspecto importante de analizar es que en las poblaciones de plantas la distribución en clases de edad, por lo general presenta un sesgo debido a que las copas de los árboles pueden inhibir la producción de plántones, el crecimiento y la supervivencia de los árboles jóvenes; además, la concentración de individuos presentes en las primeras clases diamétricas también puede ser una característica de áreas que han sufrido alteraciones (Begon et al., 2006; Encarnación, 2019; Lamprech, 1990); también la declinación de la población puede ser inducida, producida por el desacoplamiento de las poblaciones forestales con el clima al cual están adaptadas, las cuales sobrepasan los límites físicos de la migración natural, donde las características físicas del área de estudio, así como fenológicas de estas especies determinan la cantidad de luz, competencia entre especies, el tipo de dispersión de semillas (Granados y López, 2001).

### ***7.1.3. Disposición o distribución espacial***

Los resultados obtenidos mediante los índices determinaron disposiciones agregadas para *Hedyosmum scabrum* y *Siparuna muricata* y aleatoria para *Clusia* aff. *alata*. En este sentido, las distribuciones espaciales agregada y aleatoria indican que las especies forestales en estudio se restringen a determinados rangos geográficos donde probablemente los factores históricos y las condiciones bióticas y abióticas existentes en el bosque andino del parque universitario les permitieron formarse y colonizar (Matías, 1987). Adicionalmente, estos resultados permiten comprender las interacciones de las especies con el medio donde se desarrollan, pues evaluando el patrón de distribución espacial se pueden identificar los mecanismos o estrategias que adoptan las especies para su propagación y supervivencia, de esta forma aseguran su permanencia dentro de los ecosistemas naturales en el medio según señalan Hyatt et al. (2003); Smith y Smith (2007).

La interpolación aplicada mediante el método de IDW tiene el propósito de validar los resultados obtenidos mediante los índices aplicados y de esta forma estimar la disposición espacial a partir de los puntos donde se presentan los individuos en el área de estudio. La forma de distribución de las especies obtenida con la interpolación IDW a escala de parcela puede cambiar al momento de incrementar o disminuir el tamaño de la parcela, ya que de acuerdo con Teixeira y Sánchez (2006) y Chamorro (2011) los resultados que se obtienen con los índices pueden variar según el número de individuos que se consideren en los análisis y la escala de trabajo; ante esto Chamorro (2011) y Cabrera (2020) señalan que la distribución espacial es un atributo poblacional importante dentro del campo del manejo forestal, forma parte del hábitat específico, su conocimiento facilita el desarrollo de programas de aprovechamiento y ofrece información necesaria para la Ordenación forestal, Silvicultura, Dendrología, entre otros; con los cuales se puede realizar y desarrollar varias técnicas para el manejo de los bosques tropicales.

A nivel de parcela, las especies con patrones de distribución agregado, *H. scabrum* y *S. muricata*, formaron grupos regulares a irregulares, en forma de manchas y en algunos casos presentaron pocos puntos aislados, los mismos que fueron influenciados por la abundancia y disposición de los individuos dentro de la parcela. Para la distribución aleatoria, *C. aff. alata*, esta fue más en forma de islas o puntos bien definidos.

A nivel nacional, este tipo de investigaciones empiezan a tener importancia, como el estudio realizado por Cabrera (2020), que evalúa parámetros poblacionales de *Clethra fimbriata*, *Nectandra laurel* y *Prunus opaca* en el área de bosque nativo del parque universitario “Francisco Vivar Castro”, y determina patrones agregados y aleatorios. Otro caso de estudio es de Encarnación (2019), quien analiza el patrón de distribución de *Podocarpus oleifolius* D. Don, en dos sitios de estudio (Angashcola en la parroquia Santa Teresita, cantón Espíndola y predios de la Fundación Ecológica Arcoíris ubicada en la

provincia de Zamora Chinchipe, en el sector San Francisco), determinando un patrón de distribución agregado.

## **7.2. Evaluación del estado de la regeneración natural de tres especies forestales del bosque andino**

*H. scabrum*, *S. muricata* y *Clusia* aff. *alata* presentan una considerable cantidad de individuos en brinzales y latizales bajos, importante para nuevos reclutamientos en las clases diamétricas posteriores, por lo que se puede manifestar que el estado de la regeneración para estas especies es bueno. Con esto se confirma que la regeneración natural en los bosques constituye la base para la renovación y la continuidad de las especies, lo que la convierte en uno de los procesos más importantes en el ciclo de vida de las plantas (Morlans, 2004).

La abundancia de la regeneración natural de *H. scabrum*, *S. muricata* y *Clusia* aff. *alata* es un resultado que debe analizarse con mayor profundidad. Se conoce que la regeneración natural está limitada por varios factores tanto internos como externos, tales como luz, humedad relativa, pendiente, porcentaje de cobertura del dosel, preferencias de sitio y exigencias propias de las especies (Norden, 2014; De la Cruz, 2013; Jirón, 2017), que pueden influir en los valores de abundancias de la regeneración de las especies. En el caso de *Clusia* aff. *alata* la abundancia en regeneración es superior a *H. scabrum* y *S. muricata*, lo que puede estar influenciado más por la identificación de la especie, pues la evaluación se la realiza a nivel de afinidad.

El conocimiento de la estructura de la regeneración también es un aspecto que permite conocer cómo se encuentran las especies en el bosque y así poder establecer estrategias para asegurar su supervivencia. Las tres especies presentan individuos en las categorías brinzales y latizales bajos, *Clusia* aff. *alata* y *Hediosmun scabrum* tienen mayor número de latizales bajos y *S. muricata* la regeneración está presente más en los brinzales. Estas

estructuras pueden constituir el punto de partida para la aplicación de tratamientos silviculturales y mejorar la abundancia en la regeneración de especies (Muñoz y Muñoz, 2014).

La dispersión de semillas y el reclutamiento de plántulas son procesos claves en la estructura espacial y dinámica de las poblaciones de plantas (Muñoz, 2017), la dispersión determina el área potencial de reclutamiento de las plantas y establece el modelo de distribución para procesos posteriores. De acuerdo con Huasasquiche y Kómetter (2018), cada una de estas fases representa un filtro ecológico muy importante, pues los estadios más tempranos son los más vulnerables a aleas de origen ambiental y biótico y, por ende, los individuos están sujetos a altos riesgos de mortalidad, esto lo que podemos evidenciar en el caso de que las especies *H. scabrum*, *S. muricata* y *Clusia. aff. alata* donde tienen a disminuir la cantidad de individuos registrados en categorías de reclutamiento superiores, lo que dictamina el estado funcional de la especie con el medio.

En cuanto a las categorías de regeneración estos resultados hacen que la distribución diamétrica del bosque adopte la forma de “J” invertida; en el caso de *H. scabrum*, *S. muricata* y *Clusia. aff. alata* donde estas presentan este patrón, datos que corroboran con lo manifestado por Rasal et al. (2012), quienes indican que una distribución diamétrica en forma de “J” invertida de las especies es característica de los bosques tropicales jóvenes en proceso de recuperación, lo cual indica que la mayoría de individuos estuvieron en la clase I y II, y a medida que aumentan los diámetros va disminuyendo la cantidad de individuos encontrados.

## 8. CONCLUSIONES

- En el bosque nativo del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” la densidad poblacional de *Hedyosmum scabrum* fue de 18 ind/ha, *Clusia* aff. *alata* 51 ind/ha y *Siparuna muricata* 28 ind/ha, resultados que son influenciados por factores extrínsecos e intrínsecos de las especies como: método de muestreo, tamaño de parcela, características del sitio, respuestas de las especies a la luz, disponibilidad de nutrientes, dispersión de semillas y competencia.
- La estructura en clases diamétricas de las especies determinó una concentración de individuos en las primeras clases, que indica son poblaciones jóvenes; además, las formas de las distribuciones de individuos expresan que *Hedyosmum scabrum* y *Siparuna muricata* son especies semiluz y *Clusia* aff. *alata* es esciófita.
- La distribución espacial para *Hedyosmum scabrum* y *Siparuna muricata* es agregada, mientras que *Clusia* aff. *alata* presentó un patrón de distribución al azar.
- La interpolación como el método que permitió representar el patrón de distribución de las especies *Clusia* aff. *alata*, *Hedyosmum scabrum* y *Siparuna muricata* dentro de las parcelas, contrastando los resultados obtenidos mediante índices, siendo la interpolación un método de complementario en el estudio de la distribución espacial.
- La regeneración natural de *Clusia* aff. *alata*, *Hedyosmum scabrum* y *Siparuna muricata* estuvo presente en las dos categorías evaluadas, brinzales y latizales bajos, con alta abundancia, asegurando así el reclutamiento en las clases diamétricas superiores y en el mantenimiento de las poblaciones de estas especies en el bosque.

## 9. RECOMENDACIONES

- Continuar con la investigación dentro del área de bosque nativo del Parque Universitario, para contribuir con más conocimiento con la dinámica del bosque y que permitan generar argumentos para implementar técnicas de manejo sustentable.
- Realizar estudios puntuales sobre la ecología de las especies para determinar su valor ecológico dentro del bosque y las interacciones que tienen no solo a nivel florístico, sino también a nivel de fauna, esto debido a la importancia de la dispersión de semillas en las poblaciones.
- Correlacionar este tipo de estudios con variables físicas como edáficas y climáticas para determinar a mejor escala la distribución espacial de especies y sus hábitos de crecimiento.
- Implementar el uso de sistemas de información geográfica (SIG) para mejorar el manejo de la información como medida de actualización de metodología que nos ayudaría a la obtención de más información sobre este tipo de bosques.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Mendoza, Z.; Gaona, T.; y Palacios, B. (2014). Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el jardín botánico El Padmi. *CEDAMAZ* 4(1): 62-75
- Aguirre, Z.; y Aguirre, N. (1999). *Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales*. Herbario Loja # 5. Departamento de Botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Aguirre, Z.; Reyes, B; Quizhpe, W., y Cabrera, A. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa* 24(2), 543-556. doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24207>
- Aguirre Z. (2019). *Métodos para medir la Biodiversidad*. Primera Edición. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. ISBN: 978-9942-36-127-1
- Aguirre-Mendoza, Z.; Yaguana, C.; y Gaona, T. (2016). *Parque Universitario de Educación ambiental y Recreación Ing. Francisco Vivar Castro*. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. Editorial Cosmos.
- Aguirre-Mendoza, Z.; Betancourt-Figueras, Y.; Geadá-López, G. (2013). Regeneración natural en los bosques secos de la provincia de Loja y su utilidad para el manejo local. *Revista CEDAMAZ*. 3(1), 54-65.
- Alcaraz, F. (2013). *Fundamentos de la clasificación de la vegetación. Manual de teoría y práctica de Geobotánica*. Universidad de Murcia. España.
- Begon, M.; Harper, J.L.; y Townsend, C.R. (1998). *Ecology 6 th edition: individuals, populations and communities*. Blackwell Science, Boston.
- Beneyas Polo, R. (2016). *Análisis de patrones espaciales con ArcGIS*. GEASIG. <https://www.geasig.com/analisis-de-patrones-espaciales-con-arcgis/>

- Boshier, DH. (2004). *Agroforestry systems: important components in conserving the genetic viability of native tropical tree species*. In Schroth, G; Fonseca, GAB da, Harvey, CA; Gascon, C; Vasconcelos, H; Izac, A. Eds. *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington, DC, Island Press. p. 290-313.
- Bosque, J. (1997): *Sistemas de información geográfica*. Madrid, Rialp, 2ª Edición corregida.
- Buesso, R. (1997). *Establecimiento y manejo de regeneración natural*. EMAPIF. Yanaranguita, La Esperanza, Honduras.
- Bussmann, R, W. (2005). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 203-216. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S17279933200500200006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S17279933200500200006&lng=es&tlng=es).
- Busch, M. (2017). *Introducción a ecología de poblaciones*. Ecología General. <http://www.ege.fcen.uba.ar/wp-content/uploads/2014/05/Teopob12.pdf>.
- Braun-Blanquet, J. (1979). *Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. España. H. BLUME Ediciones. ISBN 84-7214-174-8
- Bokkestijn, A. (2017). *Gestión y valorización de paisajes de Bosques Andinos para la mitigación y adaptación al Cambio Climático: Aprendizaje y desafíos*. En E. Quinteo-Vallejo, A. M. Benavides, N. Moreno y S. Gonzáles-Caro. (Eds.), *Bosques Andinos, estado actual y retos para su conservación en Antioquia* (pp. 29-34). Medellín, Colombia: Fundación Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe- Programa Bosques Andinos (COSUDE). 1 Ed.
- Cabrera, B. (2020). *Parámetros poblacionales de tres especies arbóreas del bosque andino en el parque universitario "Francisco Vivar Castro" Loja, Ecuador*



- [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/23728>
- Cárdenas., I.; Martínez, J.; Iglesias, A.; Barrizonte y Caballero, R. (2008). *Manejemos el bosque*. Biblioteca ACTAF. La Habana, Cuba. 66 p.
- Carrera, G. (2019). *Banco de semillas del suelo en dos ecosistemas del parque universitario de educación ambiental y recreación “Francisco Vivar Castro”*  
[Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21678/1/GUISELLA%20YAZM%C3%8DN%20CARRERA%20BRAVO.pdf>
- Castillo. J. (2013). “*Inventario de especies arbóreas del bosque nativo San José de las palmas, parroquia San Pablo, cantón San Miguel, provincia de Bolívar*”.  
Repositorio  
institucional:[https://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS\\_7/Ingenieria%20Agronomica/95.pdf](https://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/AGRARIAS_7/Ingenieria%20Agronomica/95.pdf)
- Chamorro, R. (2011) *Patrón de distribución espacial de siete especies de valor comercial en áreas de bosques intervenidos y no intervenidos en tres comunidades del municipio en El Castillo, río San Juan*. (Tesis Ingeniería Forestal. Universidad Nacional Agraria). Costa Rica.
- Curipoma, S.; Cevallos, D.; y Pérez, A. (2018). *Composición y estructura florística de dos remanentes de Bosque Andino Montano Alto en el volcán Ilaló, Ecuador*. Herbario QCA, Escuela de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Av. 12 de octubre 1076 y Roca, Apartado 17-01-2184, Quito, Ecuador.
- De la Cruz, F. (2013). *Distribución espacial de la regeneración natural de especies arbóreas dentro del gradiente altitudinal Caribe-Villa Mills, Costa Rica y su*

*relación con variables bioclimáticas.* Turrialba, CR.

<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A10790e/A10790e.pdf>

De la Torre, L.; Navarrete, P.; Muriel M.; Macía, J.; y Balslev, H. (eds.). (2008).

*Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador.* Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus. Quito y Aarhus.

Encarnación, A. (2019). *Evaluación de parámetros poblacionales y regeneración natural*

*de Podocarpus oleifolius D. Don, en dos relictos boscosos del Sur del Ecuador*

[Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22610/1/Adriana%20Nohem%20Encarnaci%20Criollo.pdf>

Farías, M. (1997). *La Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica.* México

Secretaría de Educación Pública y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Finegan, B. (1996). *Pattern and process in Neotropical secondary rain forests: the first*

*100 years of succession.* Tree, 11 (3), 119-124.

Fournier, L. A. (1976). Observaciones fenológicas de un bosque húmedo premontano de

San pedro de montes de Oca, Costa Rica. *Revista Turrialba.* 26 (1), 54-59

Fournier, L. y Champartier, C. (1978). *El tamaño de la muestra y la frecuencia de las*

*observaciones en un estudio de las características fonológicas de los árboles*

*tropicales.* Revista Cespedesia, Vol.7, Suplemento 2 (25-26):25-32.

García, J. (1989). *Zonas y Ecosistemas en Degradación y Desertificación.* Valencia,

España.

- González, J; Valenzuela, E; López, G; Castro, G; Betzabe, N; Ruiz, V y García, V. (2013). *Procesos Ecológicos*. México. Instituto de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México.
- Granados, S.; López, R.; y Gama, F. (2001). *Interacciones ecológicas de las plantas*. Texcoco, México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Guariguata, M.; y Ostertag, R. (2001). Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management*, 206.
- Habrouk, F. (2001). *Regeneración natural y restauración de la zona afectada por el gran incendio del Bages y Bergueda de 1994*. Barcelona, España.
- Harling, G.; Andersson, L. (1990). *Flora of Ecuador. Cloranthaceae*. Plant Resources center, Department of Botany, University of Texas, Austin, Texas 78712, U.S.A.
- Harling, G.; Andersson, L. (1997). *Flora of Ecuador. Siparunaceae y Monimiaceae*. Formerly: Institute of Systematic Botany, University of Mainz, D-55099 Mainz, Germany
- Haeckel, E.; y Odum, E. (2006). *Ecología de poblaciones y comunidades*.
- Heredia, U.; y Gil, L. (2006). La diversidad en las especies forestales: un cambio de escala. *Revista Ecosistemas*, 15(2), 24–33.
- Hubbell, SP.; Foster, RB. (1986). Commonness and rarity in a neotropical rain forest: implications for tropical tree conservation. In Soulé, ME ed. *Conservation biology: the science of scarcity and diversity*. Massachusetts, USA, Sinauer Associates.p. 205-232.

- Huwasquiche, S.; y Kómetter, R. (2018). *El aporte de los saberes comunales Andinos en la Regeneración de los Bosques Andinos*. Programa Bosques Andinos de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).
- Izar-Landeta, J.; Ynzunza-Cortés, C.; Castillo-Ramírez, A.; y Hernández-Molinar, R. (2016). Estudio comparativo del impacto de la media y varianza del tiempo de entrega y de la demanda en el costo del inventario. *Ingeniería. Investigación y Tecnología*, 17(3), 371-381.
- Jiménez, A.; Gabriel, J.; y Tapia, M. (2017). *Ecología Forestal*. Primera Edición. Manabí – Ecuador.
- Jirón, J. (2017). *Análisis de la diversidad de la regeneración natural y su relación con variables biofísicas en la Reserva Silvestre Privada Quelantaro, Managua, 2015- 2016*. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua
- Juárez, M., (2003). *Ecología y Análisis estructural de los bosques de la sierra de San Carlos, Tamaulipas* (Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León). México. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/5374>
- Krebs, C.J. (1994). *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. Harper Collins College Publishers, Nueva York
- Lambers, H.; Chapin, F.; y Pons, T. (1998). *Plant Physiological Ecology*. Springer.
- Lamprech, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos*. Trad. Dr. Antonio Carrillo. Sección de biometría forestal de la Universidad de Freigung, Alemania. 335 pp.
- Maldonado, S. (2016). *Estructura Y Composición Florística del bosque siempreverde montano bajo de la microcuenca el Suhi, Palanda, Zamora Chinchipe-Ecuador*. (Tesis de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Loja). Loja, Ecuador.

- Matías, L. (2012). *Cambios en los límites de distribución de especies arbóreas como consecuencia de las variaciones climáticas*. *Ecosistemas* 21(3), 91-96. Doi.: 10.7818/ECOS.2012.21-3.12
- Martella, B.; Trumper, E.; Bellis, L.; Reinoson, G.; Bazzano, P.; y Gleise, R. (2012). *Manual de Ecología Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres*. *Reduca*, 5(1),31. <http://www.revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/905/918&a=bi&pagenumber=1&w=100>
- Maass, J. (1999). *La investigación de procesos ecológicos y el manejo integrado de cuencas hidrográficas: un análisis del problema de escala*. Centro de Investigaciones en Ecosistemas UNAM, Campus Morelia, España.
- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). (2015). *Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador*. Quito.
- May, T. (2001). Estructura poblacional y reproducción natural de diez especies de un bosque nublado en República Dominicana. *Revista Forestal Centroamericana* 10(35), 45-49.
- Medina, J. (2018). *Diversidad florística y estimación de la captura de carbono en tres ecosistemas del parque universitario “Francisco Vivar Castro”, cantón Loja, Ecuador* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21532/1/Jos%20Alexander%20Medina%20Medina.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21532/1/Jos%c3%a9%20Alexander%20Medina%20Medina.pdf)
- Melo, O.; y Vargas, R. (2003). *Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos*.

- Morisita, M. (1959). Measuring of the dispersion and analysis of distribution patterns. *Memories of the Faculty of Sciences, Kyushu University, Series E. Biology* 2:215- 235.
- Morláns, M. (2004). Introducción a la Ecología de poblaciones. Área Ecológica. Universidad Nacional de Catamarca. *Editorial Científica Universitaria*. <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Morlans-2004.pdf>.
- Muñoz, J. (2017). Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador. *Revista Bosques Latitud Cero*, 7 (2), 14.
- Muñoz, J.; y Muñoz, L. (2010). Evaluación de la regeneración natural de especies forestales del bosque tropical de montaña en la Estación Científica San Francisco bajo diferentes intensidades de raleo selectivo. *ECOLOGIA FORESTAL*, 1(1), 88-99.
- Murcia, C. 1996. *Forest fragmentation and the pollination of Neotropical plants*. In Schelhas, J; Greenberg, R. Eds. *Forest patches in Tropical landscapes*. Washington, DC. Island Press. p. 19-36.
- Navarrete, M.; y López, A. (2019). Importancia de los espacios comunes: una adaptación de la técnica de interpolación espacial inverse distance weighted (IDW) en la predicción de datos socioeconómicos ausentes.
- Norden, N. (2014). De porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales. *Colombia Forestal*, 17(2), 247-261. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a08>
- Orozco L.; y Brumer C. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.

- Peâlissier, R.; Pascal, J. (2000). Two-year tree growth patterns investigated from monthly girth records using dendrometer bands in a wet evergreen forest in India. *Journal of Tropical Ecology* 16:429-446
- Quesada, R.; Quiros, K. (2003). *Informe final estudio de especies Forestales con poblaciones reducidas o en peligro de extinción*.  
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/5791/estudio-especies-forestales-poblaciones-reducidas-extinción.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes, B. (2017) *Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso del bosque montano del parque universitario “Francisco Vivar Castro”, provincia de Loja, Ecuador*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja].  
 Repositorio institucional:<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18827/1/BYRO%20RAMIRO%20REYES%20JIMENEZ.pdf>
- Rollet, B. (1969). *La regeneración natural de un bosque denso siempre verde de la Guayana de Venezuela*. Venezuela.
- Samper, C.; y Vallejo, M. (2007). Estructura y dinámica de poblaciones de plantas en un bosque andino. *Rev. Academia Colombia. Cienc.* 31 (118): 57-68, 2007. ISSN 0370-3908
- Salazár, L. (2015). *Ecología de poblaciones*. Ecología y evolución.  
[http://www.sisal.unam.mx/labeco/LAB\\_ECOLOGIA/Ecologia\\_y\\_evolucion\\_files/VII%20poblaciones.pdf](http://www.sisal.unam.mx/labeco/LAB_ECOLOGIA/Ecologia_y_evolucion_files/VII%20poblaciones.pdf).
- Sánchez, O.; y Rosales, C. (2002). *Dinámica poblacional en el bosque nublado del Parque Nacional Podocarpus, Sector Cajanuma*. (Tesis de grado de Ingeniería, Universidad Nacional de Loja). Loja, Ecuador.

- Serrada, R., (2002). *Regeneración natural: situaciones, concepto, factores y evaluación*. Cuadernos de la Sociedad Española Ciencias Forestales, (15), 11-15. : [https://www.researchgate.net/publication/40836433\\_Regeneracion\\_natural\\_situaciones\\_concepto\\_factores\\_y\\_evaluacion](https://www.researchgate.net/publication/40836433_Regeneracion_natural_situaciones_concepto_factores_y_evaluacion)
- Smith, T.; y Smith, R. (2007). *Ecología*. 6.a edición PEARSON EDUCACIÓN, S.A, Madrid, 2007 ISBN: 978-84-7829-084-0 Materia: Ecología general, 574
- Swaine, M.D.; Lieberman, D. (1987). Note on the calculation of mortality rates. *Journal of Tropical Ecology*. 3, ii-iii.
- Teixeira, R. V.; y Sánchez, E. I. (2006). Patrones de las principales especies herbáceas en la Reserva Nacional de Lachay. *Ecología Aplicada*, 5(1-2), 25-34.
- Torres, G. (2009). *Factores y disciplinas de la ecología*. <http://www.monografias.com/trabajos73/factores-disciplinas-ecologia/factores-disciplinas-ecologia2.shtml>
- Turner, I. 1996. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review of the evidence. *J Appl Ecology* 33, 200-209.
- Walker, L. R.; y Del Moral, R. (2003). *Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation*. Cambridge, UK. Cambridge University Press.
- Walker, L. (2005). *Margalef y la sucesión ecológica*. Las Vegas, EE. UU.
- Whitmore, TC. 1990. *An introduction to tropical rain forests*. Oxford. Clarendon. 226p.





Anexo 2. Hoja de campo para la recolección de datos de regeneración natural dentro de las parcelas de muestreo

REGENERACIÓN NATURAL							
Lugar: PUFVC			Fecha:			Número De Parcela:	
VARIABLES FÍSICAS		Subparcela 1	Subparcela 2	Subparcela 3	Subparcela 4	Subparcela 5	
Cobertura del dosel (%)							
Pendiente del terreno (%)							
Profundidad del suelo orgánico (cm)	0						
	A						
COMPOSICIÓN FLORÍSTICA							
Categoría: Brinzal (individuos de entre 0.30 y por debajo de 1.50 m de altura)						Unidad de Muestreo: 2x2 m	
Código	Especie	Subparcela 1	Subparcela 2	Subparcela 3	Subparcela 4	Subparcela 5	Observaciones

<b>Categoría: Latizal Bajo</b> (individuos de 1.50 m de altura y hasta 4.9 cm de DAP)							<b>Unidad de Muestreo:</b> 5x5 m
<b>Código</b>	<b>Especie</b>	<b>Subparcela 1</b>	<b>Subparcela 2</b>	<b>Subparcela 3</b>	<b>Observaciones</b>		

Anexo 3. Base de datos de individuos mayores a 5 cm de DAP dentro de la zona de estudio

<b>Parcela</b>	<b>N° de Árbol</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>HT (m)</b>
<b>A</b>	15	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	17,6	8
<b>A</b>	21	Clusiaceae	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	5,1	4
<b>B</b>	27	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	5,4	2,6
<b>C</b>	18	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	9,7	3,5
<b>D</b>	3	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	5,4	5
<b>D</b>	18	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	11,6	9
<b>E</b>	16	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	10,1	5
<b>I</b>	2	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	7,3	5
<b>I</b>	13	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	10,9	5,5
<b>I</b>	29	Clusiaceae	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	6	4
<b>K</b>	1	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	9,6	8
<b>K</b>	39	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	10,5	7

<b>K</b>	56	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	11	7
<b>K</b>	65	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	5,5	5
<b>M</b>	30	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	5	4,5
<b>M</b>	42	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	17	7
<b>M</b>	43	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	6,6	6
<b>M</b>	44	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	7,7	6
<b>M</b>	48	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	8,2	8
<b>M</b>	49	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	7,3	7
<b>N</b>	2	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	17,8	13
<b>N</b>	7	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	15,7	8
<b>N</b>	12	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	5,2	7
<b>N</b>	13	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	8,5	5
<b>N</b>	14	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	8,8	8
<b>N</b>	15	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	15,6	7
<b>N</b>	16	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	9,3	12

<b>N</b>	26	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	11,3	8
<b>N</b>	47	Clusiaceae	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	11,8	9
<b>W</b>	10	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	5,4	2,5
<b>W</b>	20	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	11,6	7
<b>X</b>	1	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	9,3	6
<b>X</b>	3	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	5,3	4,5
<b>X</b>	22	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	10,1	8
<b>X</b>	24	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	15,7	9
<b>X</b>	25	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	6,2	8
<b>X</b>	26	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	9,1	7
<b>X</b>	27	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	5,8	7
<b>X</b>	36	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	6	5
<b>X</b>	40	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	9,4	6
<b>X</b>	45	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	8,5	4
<b>X</b>	46	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	6,8	3

<b>X</b>	47	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	7,1	5,5
<b>X</b>	56	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	8,1	8
<b>X</b>	58	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	15,5	11
<b>Y</b>	7	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	15,6	14
<b>Y</b>	8	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	9,7	9
<b>Y</b>	18	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	13,1	14

Anexo 4. Base de datos de regeneración natural de las especies en estudio.

<b>Parcela</b>	<b>Categoría de Regeneración</b>	<b>Especie</b>	<b>N° de Individuos</b>
<b>A</b>	Latizal bajo	<i>Clusia aff. alata</i>	22
<b>A</b>	Latizal bajo	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	1
<b>B</b>	Latizal bajo	<i>Clusia aff. alata</i>	3
<b>B</b>	Latizal bajo	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	3
<b>C</b>	Latizal bajo	<i>Clusia aff. alata</i>	9
<b>D</b>	Latizal bajo	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	8
<b>D</b>	Latizal bajo	<i>Clusia aff. alata</i>	8
<b>E</b>	Latizal bajo	<i>Clusia aff. alata</i>	10
<b>E</b>	Latizal bajo	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	1
<b>E</b>	Latizal bajo	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	2
<b>F</b>	Latizal bajo	<i>Clusia aff. alata</i>	16
<b>G</b>	Latizal bajo	<i>Clusia aff. alata</i>	6



<b>G</b>	Latizal bajo	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	6
<b>H</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	2
<b>I</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	3
<b>J</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	6
<b>K</b>	Latizal bajo	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	4
<b>K</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	1
<b>L</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	28
<b>M</b>	Latizal bajo	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	6
<b>M</b>	Latizal bajo	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	5
<b>M</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	4
<b>N</b>	Latizal bajo	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	5
<b>N</b>	Latizal bajo	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	1
<b>O</b>	Latizal bajo	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	11
<b>O</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	7
<b>O</b>	Latizal bajo	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	5

<b>P</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	26
<b>Q</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	7
<b>Q</b>	Latizal bajo	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	6
<b>R</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	7
<b>S</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	5
<b>V</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	3
<b>W</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	15
<b>W</b>	Latizal bajo	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	7
<b>X</b>	Latizal bajo	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	19
<b>X</b>	Latizal bajo	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	6
<b>X</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	21
<b>Y</b>	Latizal bajo	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	1
<b>Y</b>	Latizal bajo	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	4
<b>A</b>	Brinzal	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	1
<b>B</b>	Brinzal	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	20

<b>B</b>	Brinzal	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	1
<b>B</b>	Brinzal	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	4
<b>C</b>	Brinzal	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	5
<b>C</b>	Brinzal	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	2
<b>D</b>	Brinzal	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	2
<b>D</b>	Brinzal	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	6
<b>E</b>	Brinzal	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	6
<b>F</b>	Brinzal	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	16
<b>G</b>	Brinzal	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	3
<b>G</b>	Brinzal	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	7
<b>H</b>	Brinzal	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	6
<b>J</b>	Brinzal	<i>Clusia</i> aff. <i>alata</i>	5
<b>J</b>	Brinzal	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	1
<b>K</b>	Brinzal	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	1
<b>K</b>	Brinzal	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	2

<b>K</b>	Brinzal	<i>Clusia aff. alata</i>	1
<b>L</b>	Brinzal	<i>Clusia aff. alata</i>	22
<b>L</b>	Brinzal	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	5
<b>M</b>	Brinzal	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	10
<b>M</b>	Brinzal	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	13
<b>M</b>	Brinzal	<i>Clusia aff. alata</i>	1
<b>N</b>	Brinzal	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	1
<b>N</b>	Brinzal	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	2
<b>O</b>	Brinzal	<i>Clusia aff. alata</i>	2
<b>O</b>	Brinzal	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	10
<b>O</b>	Brinzal	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	2
<b>P</b>	Brinzal	<i>Clusia aff. alata</i>	18
<b>Q</b>	Brinzal	<i>Clusia aff. alata</i>	11
<b>Q</b>	Brinzal	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	11
<b>R</b>	Brinzal	<i>Clusia aff. alata</i>	5

<b>S</b>	Brinzal	<i>Clusia aff. alata</i>	3
<b>S</b>	Brinzal	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	2
<b>T</b>	Brinzal	<i>Clusia aff. alata</i>	13
<b>V</b>	Brinzal	<i>Clusia aff. alata</i>	9
<b>W</b>	Brinzal	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	2
<b>W</b>	Brinzal	<i>Clusia aff. alata</i>	13
<b>W</b>	Brinzal	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	3
<b>X</b>	Brinzal	<i>Hedyosmum scabrum</i> (Ruiz & Pav.) Solms	11
<b>X</b>	Brinzal	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	7
<b>X</b>	Brinzal	<i>Clusia aff. alata</i>	1
<b>Y</b>	Brinzal	<i>Clusia aff. alata</i>	1
<b>Y</b>	Brinzal	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	1

Anexo 5. Tablas resumen para cálculo de la disposición espacial a través de los índices aplicados.

Parcela	N° de Individuos		
	<i>Clusia aff. alata</i>	<i>Hedyosmum scabrum</i>	<i>Siparuna muricata</i>
A	6	0	1
B	0	1	0
C	3	0	1
D	2	0	2
E	1	0	1
F	0	0	0
G	3	0	0
H	1	0	0
I	2	1	1
J	1	0	0
K	3	0	4
L	6	0	0
M	4	6	0
N	2	0	8
O	1	0	0
P	0	0	0
Q	1	0	0
R	2	0	0
S	2	0	0
T	0	0	0
V	0	0	0
W	4	2	0
X	3	8	6
Y	2	0	3
<b>Total</b>	49	18	27
Densidad	51,04	18,75	28,13
Media ( $\bar{x}$ )	2,042	0,750	1,125
Varianza (S e2)	2,998	4,022	4,462
Desviación estandar	0,00	0,000	0,000
Indice de dispersión	1,47	5,36	3,97
Valor T	1,52	14,78	2,74
Dispocision espacial	al azar	agregada	agregada
Morisita estandarizado	-0,45	0,22	0,23
valor chi- cuadrado	33,56	123,3	91.12
Modelo de distribución	al azar	agregada	agregada

Anexo 6. Cálculo del índice de varianza media de *Hedyosmum scabrum*, *Clusia aff. alata* y *Siparuna muricata*.

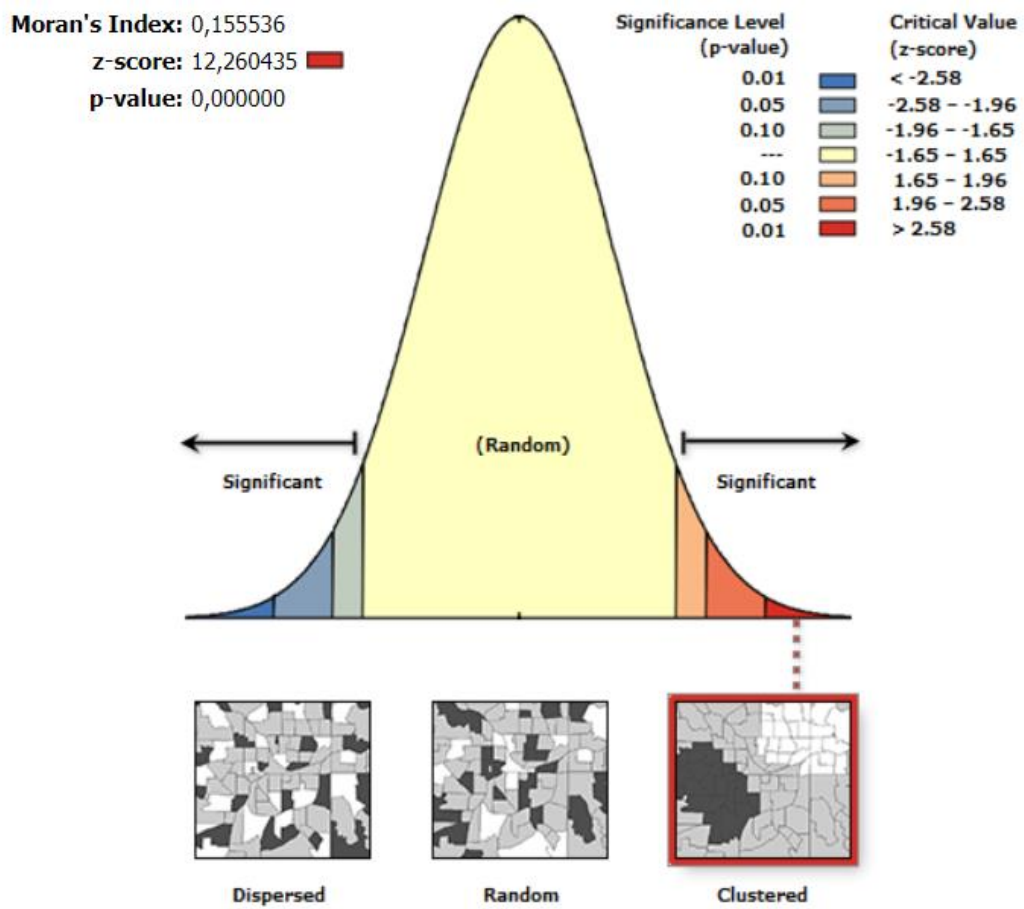
Índice de varianza media:		
$I = \frac{S^2}{\bar{X}}$		
<b><i>Hedyosmum scabrum</i></b>	<b><i>Clusia aff. alata</i></b>	<b><i>Siparuna muricata</i></b>
$I = \frac{4,022}{0,750} = \mathbf{5,36}$	$I = \frac{2,998}{2,045} = \mathbf{1,47}$	$I = \frac{4,462}{1,125} = \mathbf{3,97}$
Valor t (n – 1) = 2.069		
Prueba de hipótesis		
$t = \frac{\left(\frac{S^2}{\bar{X}}\right) - 1}{\sqrt{\frac{2}{(n-1)}}}$		
14,78	1,59	10,07
<b>Patrón de distribución</b>		
Agregada	Al azar	Agregada

Anexo 7. Cálculo del índice estandarizado Morisita de *Hedyosmum scabrum*, *Siparuna muricata* y *Clusia aff. alata*.

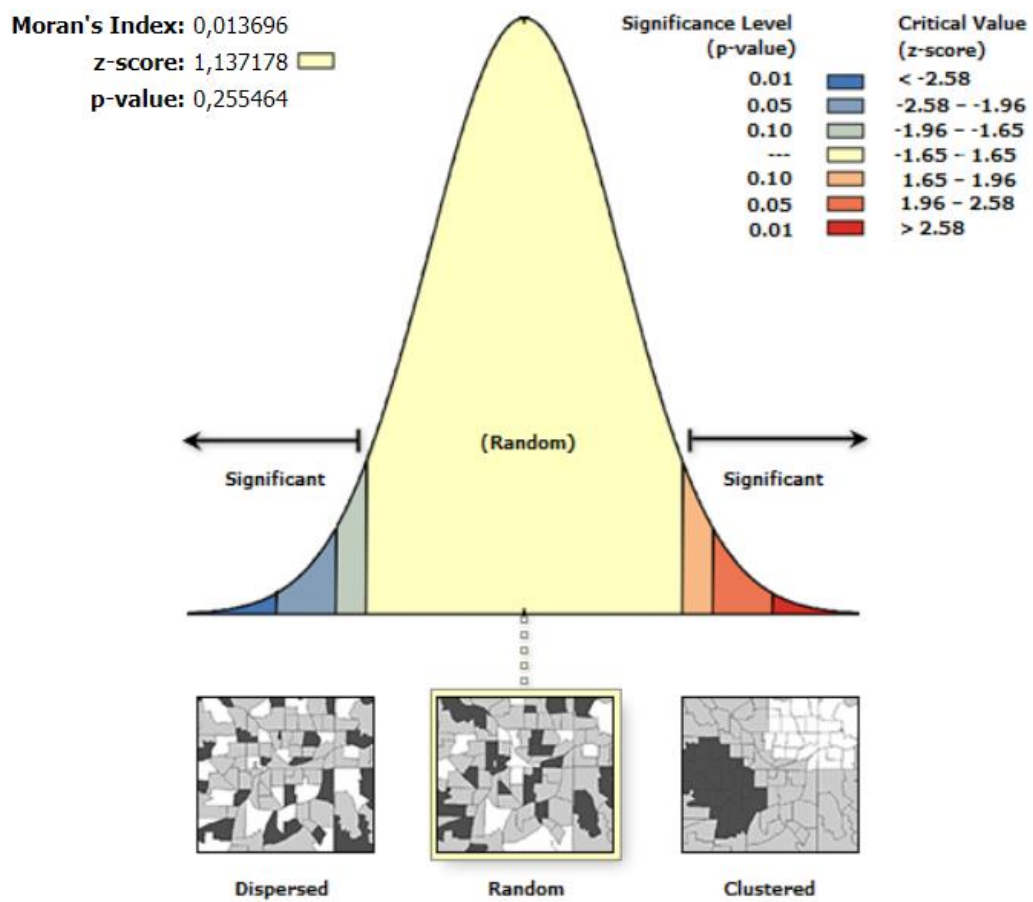
Índice Morisita:		
$I_d = n \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \sum_{i=1}^n X_i}{(\sum_{i=1}^n X_i)^2 - \sum_{i=1}^n X_i}$		
<b><i>Hedyosmum scabrum</i></b>	<b><i>Clusia aff. alata</i></b>	<b><i>Siparuna muricata</i></b>
$I_d = 24 \frac{106 - 18}{(18)^2 - 18} = \mathbf{6,9}$	$I_d = 24 \frac{169 - 49}{(49)^2 - 49} = \mathbf{1,22}$	$I_d = 24 \frac{133 - 27}{(27)^2 - 27} = \mathbf{3,62}$
Índice de uniformidad:		
$M_u = \frac{X_{(0,975)}^2 - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1}$		
$M_u = \frac{11,68 - 24 + 18}{18 - 1} = \mathbf{0,33}$	$M_u = \frac{11,68 - 24 + 49}{49 - 1} = \mathbf{0,76}$	$M_u = \frac{11,68 - 24 + 27}{27 - 1} = \mathbf{0,56}$
Índice de agregación:		
$M_c = \frac{X_{(0,025)}^2 - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1}$		
$M_c = \frac{38,07 - 24 + 18}{18 - 1} = \mathbf{1,88}$	$M_c = \frac{38,07 - 24 + 49}{49 - 1} = \mathbf{1,31}$	$M_c = \frac{38,07 - 24 + 14}{14 - 1} = \mathbf{1,57}$
Índice morisita estandarizado:		
<b><i>Hedyosmum scabrum</i></b>	<b><i>Clusia aff. alata</i></b>	<b><i>Siparuna muricata</i></b>
<b><math>Id \geq Mc &gt; 1.0</math></b>	<b><math>Mc &gt; Id \geq 1.0</math></b>	<b><math>Id \geq Mc &gt; 1.0</math></b>
$I_p = 0,5 + 0,5 \left( \frac{I_d - M_c}{n - M_c} \right)$	$I_p = 0,5 \left( \frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$	$I_p = 0,5 + 0,5 \left( \frac{I_d - M_c}{n - M_c} \right)$
$I_p = 0,5 + 0,5 \left( \frac{6,9 - 1,8}{24 - 1,8} \right)$	$I_p = 0,5 \left( \frac{1,22 - 1}{0,76 - 1} \right)$	$I_p = 0,5 + 0,5 \left( \frac{3,62 - 1,57}{24 - 1,57} \right)$
<b><math>I_p = 0,22</math></b>	<b><math>I_p = -0,45</math></b>	<b><math>I_p = 0,23</math></b>
Valor de chi-cuadrado=11,68-38,07		
Prueba de hipótesis		
$X^2 = I_d * \left( \sum X - 1 \right) + n - \sum X$		
<b><i>Hedyosmum scabrum</i></b>	<b><i>Clusia aff. alata</i></b>	<b><i>Siparuna muricata</i></b>
123,3	33,56	91.12
<b>Patrón de distribución</b>		
<b>Agregada</b>	<b>Al azar</b>	<b>Agregada</b>



Anexo 8. Índice Moran I para las especies *Hedyosmum scabrum*



Anexo 9. Índice de Moran I para la especie *Clusia* aff. *alata*.



Anexo 10. Índice de Moran I para la especie *Siparuna muricata*.

