



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Evaluación de parámetros poblacionales y regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don, en dos relictos boscosos del Sur del Ecuador

TESIS DE GRADO PREVIA A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA FORESTAL

Autora:

Adriana Nohemí Encarnación Criollo.

Director:

Ing. Zhofre Aguirre Mendoza Ph.D

Loja – Ecuador

2019

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

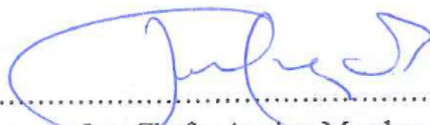
Yo, Zhofre Aguirre Mendoza en calidad de director de tesis

CERTIFICO:

Que el trabajo de tesis titulado: **Evaluación de parámetros poblacionales y regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don, en dos relictos boscosos del Sur del Ecuador**, de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería Forestal **Adriana Nohemí Encarnación Criollo**, con número de cédula **1105678781**, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad de acuerdo con el cronograma aprobado; por tal razón autorizo su presentación y publicación.

Loja, 29 de octubre de 2019

Atentamente.,


.....
Ing. Zhofre Aguirre Mendoza PhD.
DIRECTOR DE TESIS

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

Ing. Nohemí del Carmen Jumbo Mg. Sc

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS

CERTIFICA:

En calidad de presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada: **Evaluación de parámetros poblacionales y regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don, en dos relictos boscosos del Sur del Ecuador**, de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería Forestal **Adriana Nohemí Encarnación Criollo** con cédula N°1105678781, se informa que la misma ha sido revisada e incorporadas todas las observaciones realizadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación. Por lo tanto, autorizo la versión final de la tesis y la entrega oficial para la sustentación pública.

Loja, 29 de octubre de 2019

Atentamente,

.....
Ing. Nohemí del Carmen Jumbo, Mg. Sc.

PRESIDENTE

.....
Ing. Darío Alfredo Veintimilla, Mg. Sc

VOCAL

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

VOCAL

AUTORIA

Yo Adriana Nohemí Encarnación Criollo declaro ser la autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

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

Autora: Adriana Nohemí Encarnación Criollo

Firma:.....

Cédula: 1105678781

Fecha: 28 de octubre de 2019

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

Yo, Adriana Nohemí Encarnación Criollo, declaro ser autora, de la tesis titulada: Evaluación de parámetros poblacionales y regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don, en dos relictos boscosos del Sur del Ecuador, como requisito para optar al grado de: Ingeniera Forestal, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital institucional:

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 28 días del mes de octubre del dos mil diecinueve, firma la autora.

Firma:

Autora: Adriana Nohemí Encarnación Criollo

Número de cédula: 1105678781

Dirección: Catamayo, San José

Teléfono: 2555006

Correo electrónico: adriananohemi95@gmail.com

Celular: +593-983634913

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Zhofre Huberto Aguirre Mendoza, Mg. Sc

Tribunal de grado: Ing. Nohemí del Carmen Jumbo Benitez, Mg. Sc.

Ing. Darío Alfredo Veintimilla, Mg. Sc.

Ing. Vanessa Alexandra Granda Moser, Mg.Sc

Presidente

Vocal

Vocal

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a todas aquellas personas que hicieron posible que este trabajo investigativo se realice.

A mi familia, en especial a mis padres y hermanas por su apoyo incondicional durante la trayectoria de mi carrera estudiantil.

Al Dr. Zhofre Aguirre Mendoza por sus observaciones y por la paciencia durante el desarrollo de esta investigación.

A los distinguidos miembros del tribunal, por sus acertadas observaciones y el tiempo dedicado en la revisión de esta investigación.

A la Universidad Nacional de Loja, la Facultad de Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables, al Herbario Reinaldo Espinoza, y a todos los docentes que contribuyeron día a día en mi formación profesional.

A la comuna Cochechorral por darme la oportunidad de convivir y realizar en sus instalaciones mi trabajo de titulación, en especial al Sr Manuel Gonzaga quien me brindo su ayuda en la fase de campo.

A mis compañeros y amigos por brindarme los mejores momentos dentro y fuera del aula de clases.

A Alex un ser muy especial que durante mi formación profesional estuvo en las buenas y en las malas brindándome su apoyo y cariño.

¡Muy agradecida ¡

Adriana.

DEDICATORIA

Con mucho amor dedico este trabajo de investigación a:

Mis padres, Edgar Vicente por darme la vida y Rosario Doraliza por enseñarme día a día el valor del trabajo, la honestidad, honradez y el respeto.

A mis hermanas: Jessica por sus consejos y apoyo incondicional; y a Gianella por darme el regalo más grande de ser tía y por acompañarme siempre en mis locuras.

A mis parientes y demás familiares, en especial a mi Tío Jaime que ha sido un pilar fundamental en mi familia, por estar pendiente y brindarnos su cariño durante toda esta etapa.

Adriana Nohemí Encarnación Criollo

INDICE GENERAL

Contenido	Página
PORTADA	I
CERTIFICACIÓN	II
APROBACIÓN.....	III
AUTORIA	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA	VII
INDICE GENERAL	VIII
TITULO.....	XIV
RESUMEN	XV
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Ecología de poblaciones	4
2.2. Rasgos básicos para describir la estructura de las poblaciones	4
2.2.1. Disposición espacial.	4
2.2.1.1. Métodos para evaluar la disposición espacial.....	6
2.2.1.2. Índices para determinar la disposición espacial.....	7
2.2.2. Estructura de edades	9
2.2.3. Proporción de sexos	9
2.2.4. Densidad poblacional.....	11
2.3. Regeneración natural de especies forestales.....	11
2.3.1. Metodología de muestreo para la regeneración natural.....	12
2.3.2. Condiciones y factores que influyen en la regeneración natural	12
2.4. Muestreo dirigido a especies arbóreas particulares	13
2.5. Descripción taxonómica de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don	14
2.6. Descripción botánica de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don.....	14

2.6.1.	Distribución de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don en la zona sur del Ecuador.	14
2.6.2.	Uso e importancia de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don.....	15
2.6.3.	Amenazas para la especie <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don.	16
2.7.	Estudios relacionados en ecología de poblaciones	16
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1.	Área de estudio	19
3.1.1.	Descripción de la reserva comunal bosque de Angashcola.	19
3.1.2.	Descripción los predios de la Fundación Ecológica “Arcoíris”.....	20
3.2.	Diseño del muestreo.....	21
3.3.	Evaluación de parámetros poblacionales de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don.....	22
3.3.1.	Disposición espacial	22
3.3.2.	Estructura de edades	24
3.3.3.	Proporción de sexos	25
3.3.4.	Densidad poblacional.....	25
3.4.	Evaluación de crecimiento de la regeneración natural	26
3.4.1.	Comparación de la regeneración natural de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don en dos sitios de evaluación.....	26
3.5.	Difusión de los resultados obtenidos de la investigación a personas interesadas...26	
4.	RESULTADOS	27
4.1.	Evaluación de parámetros poblacionales de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don en el sitio I y el sitio II.....	27
4.1.1.	Disposición espacial de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don.	27
a)	Índice de Morisita estandarizado (I_p).....	27
b)	Análisis de vecino más próximo QGis 3.18	28
4.1.2.	Estructura de edad de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don.....	29
4.1.3.	Proporción de sexos de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don	30
4.2.	Regeneración natural de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don en los dos sitios de evaluación. 32	
4.2.1.	Regeneración natural de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. en la reserva comunal bosque de Angashcola.....	32

4.2.2. Regeneración natural de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. en los predios de la Fundación Ecológica Arcoíris	32
4.3. Comparación de la regeneración natural de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don, en los dos sitios de estudio.....	33
4.4. Difusión de resultados a personas interesadas.....	35
5. DISCUSIÓN.....	36
5.1. Parámetros Poblacionales.....	36
5.1.1. Distribución espacial.....	36
5.1.2. Estructuras de edad.....	37
5.1.3. Proporción de sexos	38
5.1.4. Densidad poblacional.....	39
5.2. Regeneración Natural	40
6. CONCLUSIONES	42
7. RECOMENDACIONES	43
8. BIBLIOGRAFÍA	44
9. ANEXOS	55

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Modelos generalizados de disposición espacial	15
Figura 2. Disposición espacial	7
Figura 3. Representación de una pirámide poblacional.	10
Figura 4. Diagrama de la estructura de una población	11
Figura 5. Mapa de distribución de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don	15
Figura 6. Mapa de ubicación de los sitios de evaluación.	19
Figura 7. Mapa de cobertura de la reserva comunal bosque de Angashcola.	20
Figura 8. Mapa de ubicación de la propiedad de la Fundación Ecológica “Arcoíris”.	21
Figura 9. Diseño de muestreo para evaluación de parámetros poblacionales y regeneración natural de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don.	21
Figura 10. Proceso para análisis de vecino más próximo en QGis 3.4	24
Figura 11. Mapa de disposición espacial de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don	27
Figura 12. Mapa de disposición espacial de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don	28
Figura 13. Pirámide población que expresa la estructura de edad.	30
Figura 14. Número de individuos de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don	31
Figura 15. Densidad poblacional de <i>Podocarpus oleifolius</i>	31
Figura 16. Comparación de porcentajes de las categorías de regeneración natural	32
Figura 17. Comparación de porcentajes de las categorías de regeneración natural	33
Figura 18. Comparación del número de individuos presentes en cada categoría de regeneración natural encontrados en los dos sitios de evaluación.	34
Figura 19. Socialización de resultados de la investigación	35

INDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1. Categorías de regeneración natural.	12
Tabla 2. Intensidad de muestreo para cada categoría de regeneración natural.....	12
Tabla 3. Interpretación del índice de Morisita estandarizado (Ip).....	23
Tabla 4. Registro del número de individuos por cuadrante.....	25
Tabla 5. Matriz de análisis del vecino próximo en QGis 3.4	28

INDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1. Hojas de campo para el registro de información de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don.	55
Anexo 2. Cálculo del Índice de Morisita para determinar distribución espacial.....	57
Anexo 3. Cuadro resumen de la densidad poblacional de <i>Podocarpus oleifolios</i> D. Don.	59
Anexo 4. Poster científico y certificado de participación en el evento organizado por la Universidad Nacional de Loja.	59
Anexo 5. Fotografías del proceso de desarrollo de la presente investigación	61

**Evaluación de parámetros poblacionales y
regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D.
Don, en dos relictos boscosos del Sur del Ecuador**

RESUMEN

Las poblaciones tienen estructura y dinámica, que son rasgos básicos que se usan para comprender los procesos ecológicos de las especies. 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.

Por ello la presente investigación se encargó de estudiar la distribución espacial, estructura de edad, proporción de sexos, densidad poblacional (parámetros poblacionales) y regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don en dos relictos boscosos del sur del Ecuador, para lo cual se establecieron 12 parcelas de 50 m x 50 m, seis localizadas en la reserva de bosque comunal Angashcola y seis en los predios de la fundación Ecológica Arcoíris (San Francisco); en ellas se levantó datos del estrato arbóreo de: DAP, altura, sexo, diámetro de copa, estado fitosanitario, coordenadas geográficas; y 60 subparcelas (5 en cada parcela) de 10 m x 10 m para levantar información de regeneración natural. Para determinar la distribución espacial se utilizó el índice de Morisita estandarizado (I_p) y se contrastó con la herramienta: análisis de vecino próximo de QGIS; y para determinar la proporción de sexos se estableció la relación entre machos y hembras.

La información y resultados permitieron determinar que en el bosque comunal Angashcola, Amaluza, la población de *Podocarpus oleifolius* D. Don manifestó un patrón de distribución espacial agrupado que resultó un índice de Morisita de 0,50. La densidad absoluta es de 136 ind/ha, donde los individuos más jóvenes conforman un 23,70 % (brinzal). Se identificaron 29 individuos de sexo femenino y 12 de sexo masculino en proporción 2,42: 1; se determinó tres categorías de regeneración natural: brinzal, latizal bajo y latizal alto; en donde la categoría brinzal predomina con 91 individuos. En los predios de la Fundación Ecológica Arcoíris la población de *Podocarpus oleifolius* D. Don

manifestó un patrón de distribución espacial uniforme, que resultó en un índice de Morisita de 1,00 en este sitio la densidad absoluta es de 22,66 ind/ha, donde los individuos más jóvenes y en estado adulto representa en conjunto 28,95 %; la proporción de individuos femenino y masculino es 1:1. Se determinó tres categorías de regeneración natural: brinzal, latizal bajo y latizal alto; en donde latizal alto predomina con 16 individuos.

Por lo tanto, es imprescindible continuar con estudios relacionadas en este campo de investigación aplicado a especies forestales que desempeñan un papel ecológico importante (dominante, clave o amenazado) dentro del bosque.

Palabras claves: ecología, parámetros poblacionales, *Podocarpus oleifolius*, regeneración natural.

ABSTRACT

Populations have structure and dynamics, which are basic features used to understand the ecological processes of species. The native species *Podocarpus oleifolius* D. Don has ecological and economic importance at a local and national level, therefore, its populations have undergone drastic changes that have generated the formation of small forest relics.

Therefore, the present investigation was in charge of studying the spatial distribution, age structure, sex ratio, population density (population parameters) and natural regeneration of *Podocarpus oleifolius* D. Don in two wooded relics of southern Ecuador, for which 12 plots of 50 m x 50 m were established, six located in the Angashcola communal forest reserve and six in the properties of the Arcoíris Ecological Foundation (San Francisco); in these plots, data were collected on the tree stratum of: DAP, height, sex, crown diameter, phytosanitary status, geographical coordinates; and 60 sub-plots (5 in each plot) of 10 m x 10 m to collect information on natural regeneration. To determine the spatial distribution, the standardized Morisita index (I_p) was used and contrasted with the tool: QGis close neighbor analysis; and to determine the sex ratio, the relationship between males and females was established.

The information and results allowed to determine that in the communal forest Angashcola, Amaluza, the population of *Podocarpus oleifolius* D. Don manifested a pattern of spatial distribution grouped that resulted in a Morisita index of 0.50. The absolute density is 136 ind/ha, where the youngest individuals make up 23.70 % (sapling). 29 female and 12 male individuals were identified in proportion 2.42: 1; three categories of natural regeneration were determined: sapling, low latizal and high latizal; where the sapling category predominates with 91 individuals. The population of *Podocarpus*

oleifolius D. Don manifested a uniform spatial distribution pattern, which resulted in a Morisita index of 1.00 in this site. The absolute density is 22.66 ind/ha, where the youngest individuals and adults represent 28.95 %; the proportion of female and male individuals is 1:1. Three categories of natural regeneration were determined: sapling, low latizal and high latizal; where high latizal predominates with 16 individuals.

Therefore, it is essential to continue with related studies in this field of research applied to forest species that play an important ecological role (dominant, key or threatened) within the forest.

Keywords: ecology, population parameters, *Podocarpus oleifolius*, natural regeneration.

1. INTRODUCCIÓN

El avance de la deforestación por actividades antrópicas genera presiones sobre los bosques nativos, como resultado se tiene la pérdida de la biodiversidad a nivel genético, poblacional y ecosistémico (Lovera, 2006). Estas presiones al mantenerse constantes causan la reducción de las poblaciones y pérdida del tamaño de cada uno de los fragmentos resultantes; esto suele estar sujeto a un patrón que, según determinado orden, cada fragmento de bosque llega a desaparecer al alcanzar un umbral de tamaño dado (Santos y Tellería, 2006).

En la zona sur de Ecuador, el proceso de deforestación avanza a un ritmo acelerado. Orbe (2015) manifiesta que los bosques originales del sur de Ecuador están amenazados por el desarrollo de actividades agrícolas, ganaderas, el crecimiento urbano y la explotación maderera; este último considerado como una importante fuente de ingresos económicos (Aguirre, Loja, Solano y Aguirre, 2015). A pesar de las políticas gubernamentales establecidas en el país para frenar la explotación maderera, la degradación de las especies con mayor demanda se enfrenta a la extinción local; tal es el caso de especies como *Cedrela montana*, *Myrcianthes rophaloides*, *Guarea kunthiana*, todas las especies de *Polylepis*, *Weinmannia* y de la familia Podocarpaceae, que en la actualidad son de aprovechamiento condicionado según el art. 74 de la Normativa de Manejo Forestal Sustentable (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2018).

En particular, para los bosques con dominio de *Podocarpus* (romerillo) en la zona sur de Ecuador desde hace más de un siglo son extraídos selectivamente por campesinos y comercializadores locales por el valor que representa su madera (Marín, 1998); su amplia demanda ha provocado la degradación de su hábitat y la reducción de sus poblaciones hasta el punto de que actualmente solo existen pequeños relictos localizados en

remanentes de bosques con alguna categoría de protección, sobre todo en sitios inaccesibles y de fuertes pendientes (Sinche, Catillo y Peralta, 2007).

Por lo tanto, para la conservación y manejo de *Podocarpus*, es necesario generar conocimientos sobre su bioecología, debido a que involucra componentes que determinan la abundancia relativa y/o tamaño poblacional de la especie en una determinada región, así como los factores causales de su distribución y abundancia; aspecto que es fundamental en el estudio de la dinámica poblacional de especies vegetales (Smith y Smith, 2007).

Por ende, la presente investigación enmarca los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Evaluar parámetros poblacionales y el estado de la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius*, en dos relictos boscosos del Sur del Ecuador.

Objetivos específicos:

- Evaluar la estructura poblacional actual a través del registro de parámetros de proporción de sexo, estructura de edades, distribución (disposición) espacial y densidad poblacional de *P. oleifolius*, en los dos relictos boscosos del Sur del Ecuador.
- Evaluar el estado de la regeneración natural de *P. oleifolius* en dos relictos boscosos del Sur del Ecuador.
- Difundir los resultados a actores interesados.

El documento contiene información estructurada de la siguiente manera: a) parámetros poblacionales en dos sitios de estudio enfocándose en las variables de distribución espacial, estructura de edades, proporción de sexos y densidad de individuos de

Podocarpus oleifolius D. Don y b) crecimiento de la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don evaluada en dos sitios de estudio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ecología de poblaciones

De acuerdo con Hurtado (2012) la ecología de poblaciones se define como el estudio de la dinámica poblacional que involucra cuales son los factores que determina la abundancia poblacional en determinada región; y/o tamaño poblacional, a través de conocer los factores de que determina dicha situación. Complementado este concepto Smith y Smith (2007) expresan que las poblaciones tienen estructura, lo cual se relaciona con el porcentaje de individuos en varias clases de edades y el espacio entre los individuos.

2.2. Rasgos básicos para describir la estructura de las poblaciones

Morlans (2004) manifiesta que para describir la estructura de una población se consideran los siguientes parámetros:

2.2.1. Disposición espacial.

Las distribuciones espaciales sugieren hipótesis acerca de los mecanismos que afectan las poblaciones naturales. Responde a un conjunto de diversas influencias ambientales tales como: condiciones físicas favorables, buena oferta de alimento, competencia. La distribución espacial, según Morlans (2004) la cataloga en: uniforme, al azar y agrupada (Figura 1).

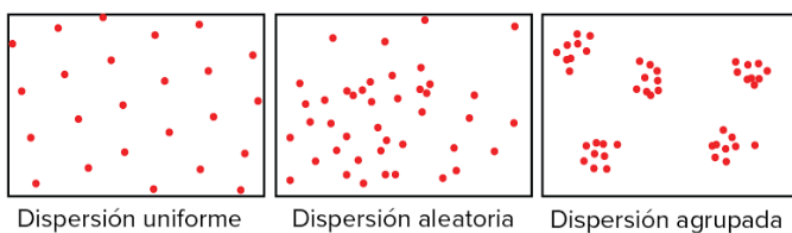


Figura 1. Modelos generalizados de la distribución espacial de poblaciones.

- a) Distribución uniforme, los individuos distribuidos uniformemente están espaciados de manera más o menos equitativa. Smith y Smith (2007) mencionan que una distribución uniforme generalmente resulta de alguna forma de interacción negativa entre los individuos (competencia), en las poblaciones de plantas existe una fuerte competencia por los recursos como el agua o los nutrientes.
- b) Distribución al azar o aleatoria, sin regularidad o grado de afinidad alguna, se da 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.
- c) Distribución agrupada, es irregular y no fortuita. Ocurre como respuesta a diferencias locales de hábitat 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. 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.

Según describe Morlans (2004) la tendencia de los organismos a distribuirse en agregados se debe a diferentes causas como son:

- El tipo de reproducción de la especie que forma la población. En las plantas y algunos animales inferiores, la agregación es inversamente proporcional a la movilidad de los elementos de diseminación como: semillas, esporas, huevos y larvas.
- Las diferencias de hábitat producen una discontinuidad, que obliga a los individuos a vivir en un área más reducida
- Las variaciones climáticas diarias o estacionales que ocasionan la agregación de los organismos para resistir mejor los cambios de temperatura, humedad y viento.

- Factores bióticos adversos que conducen a una agrupación de los individuos para protegerse mejor contra los peligros externos y atracción social de los organismos.

De acuerdo con Begon, Townsend y Harper (2006) la importancia de estudiar la disposición espacial de los individuos en una población concierne a determinar las propiedades emergentes y entender los procesos biológicos subyacentes, identificar factores generadores que permitan interpretar la dinámica poblacional a partir de los cambios en el patrón espacial.

2.2.1.1. Métodos para evaluar la disposición espacial en especies vegetales

Algunos autores como Juárez (2003), Montaini (2004) y Martella (2012) realizaron una recopilación de algunos de los métodos que se emplean desde 1999 para determinar el tipo de disposición espacial de la vegetación entre ellos esta:

- 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° , del cual la primera línea imaginaria es la bisectriz (2° 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 encadenan uno de los cuadrantes. Por cada punto se obtienen cuatro distancias que se promedian y se registran cuatros árboles, se considera un número mínimo.

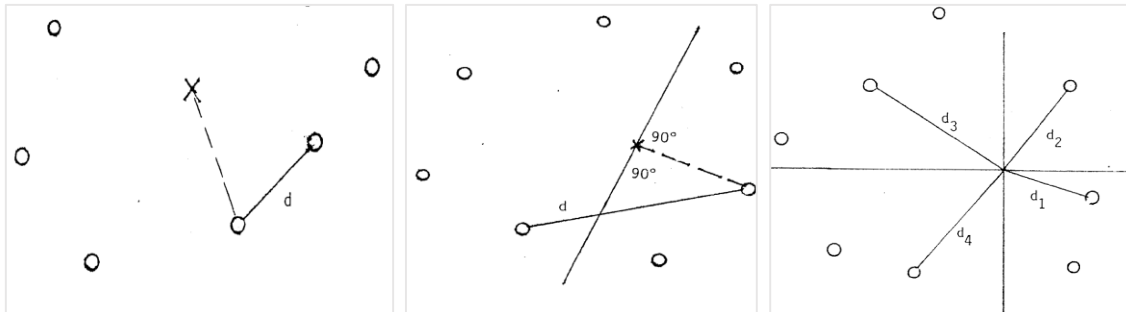


Figura 2. Disposición espacial por la metodología: a) individuo o vecino más cercano, b) pares al azar c) cuadrantes centrados.

2.2.1.2. Índices para determinar la disposición espacial

a) Índice de Morisita

Debido a que el tamaño del cuadrante (UM) puede afectar la estimación del contagio, es deseable entonces tener una medida de dispersión independiente del tamaño de la unidad muestral. Supóngase que la población consiste en manchones de individuos de diferentes densidades y dentro de cada manchón los individuos están distribuidos de forma aleatoria; para situaciones como ésta 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 de Morisita

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

n = Numero de muestras.

b) Índice de varianza media (I)

Indica la razón entre el valor de la varianza y la media muestral del conjunto a analizar.

Explorar patrón de puntos que se recuenta por parcela (quadrat analysis). 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 contagiosa y si la variación del número de individuos es menor a lo esperado ($S^2 < \bar{X}$), es uniforme

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

Donde:

S^2 = Varianza de los organismos.

\bar{X} = Media de los organismos

Para determinar si el valor del coeficiente de dispersión (CD) se desvía significativamente de la unidad, es decir si efectivamente la varianza es mucho mayor 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 $\alpha = 0,05$, utilizando la prueba T-student como estadístico de prueba.

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

c) Índice de Clark-Evans (R)

Clark y Evans (1954) fueron los primeros en sugerir un método para analizar patrones para mapas espaciales. Utilizaron la distancia desde un individuo hasta su vecino más cercano como la medida relevante. Estas distancias se miden para todos los individuos en

el mapa espacial y, por lo tanto, no hay problemas con el muestreo aleatorio porque es una enumeración completa de esta población local

$$R = \frac{r_A}{r_E}$$

Donde:

r_A = Distancia al vecino más cercano.

r_E = Distancia esperada al vecino más cercano.

Valoración	Significancia
R = 1	Patrón espacial aleatorio
R = 0	Patrón espacial agrupado
R = 2,15	Patrón espacial uniforme

2.2.2. Estructura de edades

La dificultad que se muestra para determinar la proporción de edades de acuerdo con Morlans (2004) es que se requiere un buen conocimiento de la biología de la especie, sin embargo, 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. Los estudios de la estructura de edad de las poblaciones de plantas son escasos. La razón principal es la dificultad para determinar la edad de las plantas y si las plantas son individuos genéticos o clones (Smith y Smith, 2007).

2.2.3. Proporción de sexos

Es el número o proporción de individuos de uno y otro sexo en la población. La determinación de la proporción de sexos suele ofrecer considerables dificultades como: hermafroditismo, similitud morfológica entre machos y hembras; disimilitud, a veces machos y hembras pueden ser tan distintos que si no se conoce bien la especie, pueden

tomarse como pertenecientes a especies distintas; diferencias de comportamiento que hacen que los recuentos en base a capturas no reflejen la realidad; inversión espontánea del sexo a determinada edad o bajo influencias de circunstancias ambientales (Morlans, 2004).

La proporción de edades y de sexos en una población son fundamentales para inferir las expectativas y conocer sus mecanismos de polinización especialmente si son de fecundación cruzada y si la polinización es biológica deberá estudiarse también la población del agente (Smith y Smith, 2007). A menudo se representa en una pirámide poblacional. El eje x muestra el porcentaje de población en cada categoría, con los machos a la izquierda y la hembra a la derecha. El eje y muestra los grupos de edad del nacimiento a la vejez (Figura 3).

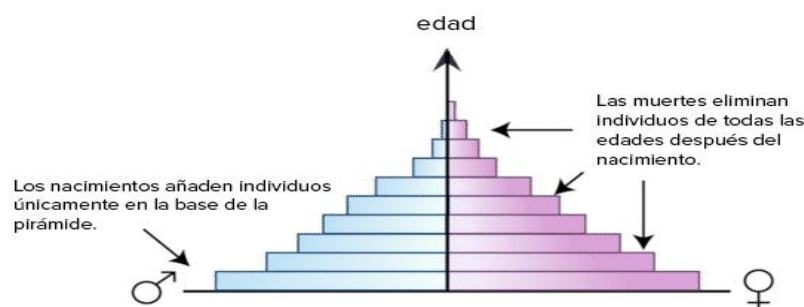


Figura 3. Representación de una pirámide poblacional.

Morlans (2004) describe tres tipos de pirámides de distribución etaria: el primer tipo de pirámide con una base amplia, es decir una proporción alta de individuos jóvenes; este tipo es característico de las poblaciones de crecimiento rápido. El segundo es de tipo intermedio con un porcentaje moderado de los individuos en todas las edades, propio de poblaciones estacionarias; el tercero presenta una base estrecha con mayor cantidad de individuos adultos que jóvenes, característico de poblaciones que están declinando (Figura 4).

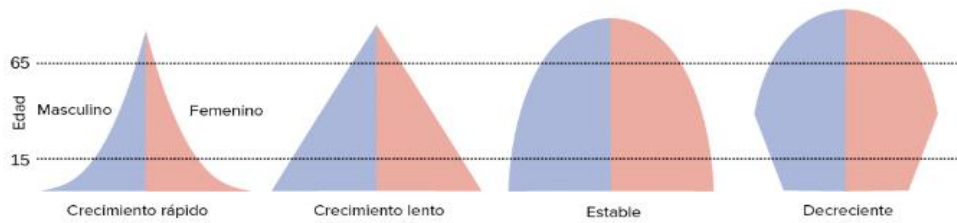


Figura 4. Diagrama de la estructura de una población de acuerdo con la edad (OpenStax, 2016).

2.2.4. Densidad poblacional

El número de individuos relaciona la abundancia y la densidad. Por abundancia se entiende número (absoluto) de individuos de la población, y por densidad al número de individuos por unidad de espacio (superficie o volumen). Por esta última puede ser útil distinguir una densidad bruta, que considera al espacio total y una densidad específica o ecológica, que considera el espacio que efectivamente puede ser colonizado por una población dada.

Smith y Smith (2007) menciona que para referirse a la disposición por zonas se utiliza el término de densidad ecológica, es decir, el número de individuos por unidad de espacio habitable disponible.

2.3. Regeneración natural de especies forestales

Muñoz (2017) menciona que la regeneración natural 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.

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).

2.3.1. Metodología de muestreo para la regeneración natural.

De acuerdo con Orozco y Brumer (2002), la metodología para muestrear la regeneración natural determina la sostenibilidad a largo plazo de la producción maderera cuando se habla de explotación en bosques nativos. Por lo que clasifica la regeneración natural en tres categorías, las cuales se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Categorías de regeneración natural.

Categoría de regeneración	Dimensión
Brinzal	0,3 m < 1,5 m altura
Latizal bajo	$\geq 1,5$ m – 4,9 cm DAP
Latizal alto	≥ 5 cm – 9,9 cm DAP

Orozco y Brumer (2002)

Para cada categoría de regeneración por inventariar se utiliza una unidad de registro de tamaño diferente, de manera que el tamaño de la regeneración aumenta si también aumenta el tamaño de la parcela de muestreo, los valores se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Intensidad de muestreo para cada categoría de regeneración natural.

Categoría de regeneración	Tamaño de unidad de registro
Brinzal	2 m x 2 m
Latizal bajo	5 m x 5 m
Latizal alto	10 m x 10 m

Orozco y Brumer (2002)

Para la selección del área se puede hacer de manera aleatoria o sistemática. Si se utiliza el muestreo sistemático, se debe determinar previamente las direcciones y distancias para la instalación de las parcelas. Este tipo de muestreo es el más utilizado ya que da mayor facilidad de acceso y agiliza las labores de campo (Orozco y Brumer, 2002).

2.3.2. Condiciones y factores que influyen en la regeneración natural

Para Serrada (2003) la regeneración natural sólo se puede obtener cuando la especie se encuentra en condiciones favorables de los factores ecológicos que definen su estación;

además la masa por regenerar deberá tener madurez y producción suficiente de semilla. Las condiciones del suelo influyen en la regeneración natural independientemente de la concordancia de sus propiedades con la especie, debido a que aquí se desarrollaran los procesos de germinación de las semillas y el desarrollo inicial de las plántulas (Muñoz y Muñoz, 2014).

2.4. Muestreo dirigido a especies arbóreas particulares

Según Díaz (2005) en su recopilación menciona varios aspectos interesantes en cuanto al muestreo realizado a especies arbóreas dentro del bosque. En primer lugar, considera que el monitoreo es un requisito fundamental para el estudio de las condiciones de la especie, esto hace referencia a que puede ser considerada de alto valor para conservación, o si se encuentra en alguna categoría que requiera medidas para su protección. Por otro lado, al manejar un bosque la composición de las especies arbóreas puede cambiar, ya que al hacerlo los aspectos biológicos requeridos como el nivel de luz, que influyen en el crecimiento, sobrevivencia de árboles jóvenes, producción de frutos y germinación de semillas por las especies, creando un efecto contrario que afecta su sostenibilidad ecológica y su importancia comercial y de conservación.

Otro de los planteamientos que se destaca del estudio de Díaz (2005) es que los niveles de luz permiten hacer una clasificación funcional de las especies (tolerante e intolerante), lo que estaría relacionado con la longevidad y calidad de madera, cuya importancia relativa variará dependiendo del tipo y grado de perturbación del bosque.

2.5. Descripción taxonómica de *Podocarpus oleifolius* D. Don

REINO: PLANTAE

DIVISION: PYNOPHYTA

SUBDIVISIÓN: PINICAE

CLASE: Pinopsida

ORDEN: Pinales

FAMILIA: PODOCARPACEAE

NOMBRE ESPECIFICO: *Podocarpus oleifolius*



2.6. Descripción botánica de *Podocarpus oleifolius* D. Don

Los árboles de *Podocarpus oleifolius* D. Don, son densamente ramificados, de fuste recto y cilíndrico. La corteza externa de color café e interna rosada. Hojas alternas, dispuestas alrededor de las ramitas (espiraladas), numerosas, rígidas, linear–lanceoladas.

Las flores masculinas son conos laterales en ramas foliosas, solitarios o agrupados, sésiles o pedunculados; y, los conos femeninos sobre un receptáculo carnoso en pedúnculos axilares con 1–2 óvulos invertidos rodeados por el epimacio, brácteas a menudo incluidas en el eje y junto con las brácteas estériles. Las semillas sobre el pedúnculo delgado y el receptáculo carnoso, ovoide-globosas, con una cresta apical corta (Aguirre et al., 2015).

Según Marín (1998) a esta especie se le conoce con los siguientes nombres: saucecillo en el Perú, pino de cerro en Bolivia; romerillo, romerillo azuceno y sin-sin en Ecuador; pino colombiano, chaquito, hayuelo, pino criollo, pino real, pino amarillo en Colombia; ciprecillo blanco en Costa Rica; ciprés de montaña, chilca real y ciprés real en Honduras

2.6.1. Distribución de *Podocarpus oleifolius* D. Don en la zona sur del Ecuador.

Gálvez, Sánchez y Aguirre (2003) mencionan que, *Podocarpus oleifolius* se encuentra distribuido en: quebrada las Pavas, a 14 km de Loja; Cerro Toledo (Yangana); San

Francisco, vía a Loja–Zamora; Cordillera de Nanguipea, Amaluza–Jimbura; Lagunas Negras, vía Yangana–Valladolid; Parque Nacional Podocarpus, Laguna Banderillas en un rango altitudinal de 1 800 a 3 500 msnm (Figura 5).

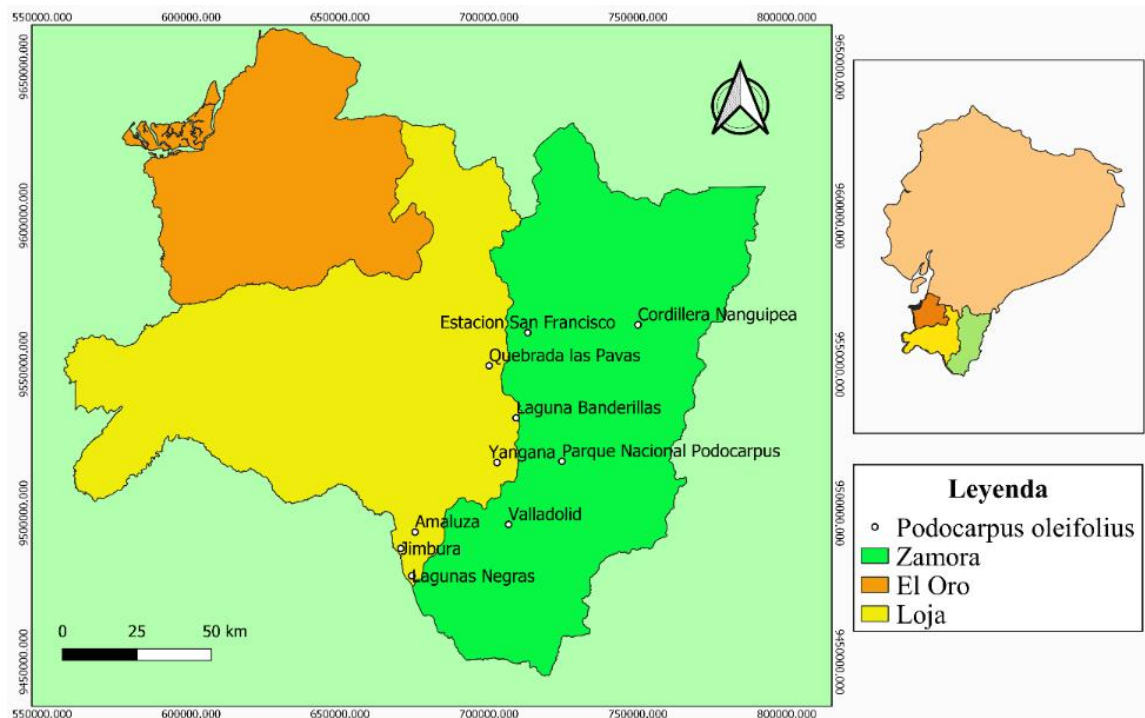


Figura 5. Mapa de distribución de *Podocarpus oleifolius* D. Don en la zona sur del Ecuador.

2.6.2. Uso e importancia de *Podocarpus oleifolius* D. Don

Podocarpus oleifolius, cumple un papel importante para el mantenimiento de la integridad ecológica de los bosques andinos tropicales. Entre sus distintas funciones en estos ambientes destacan: apoya a la dieta de poblaciones de aves silvestres; de igual forma, interviene en la conservación de suelos, estabilización de cauces fluviales y en la protección de los mantos acuíferos. En la industria forestal su madera se utiliza para la fabricación de muebles, cajas para embalaje, cabos de cerillas, contrachapados y como pulpa para papel. Adicionalmente los árboles de esta especie se han utilizado en proyectos de arboricultura (UICN, 2013).

2.6.3. Amenazas para la especie *Podocarpus oleifolius* D. Don.

Una de las principales amenazas que presenta esta especie es la destrucción de sus hábitats producto del impacto antrópico que ha tenido por la extracción maderera desde épocas coloniales. Otro factor de amenaza importante es su difícil propagación por semillas y de tipo asexual, así como y la escasa información que se tiene referente a la ecología de la especie (UICN, 2013).

2.7. Estudios relacionados en ecología de poblaciones

Según Martínez y Álvarez (1995) en su estudio “Ecología de poblaciones de plantas en una selva húmeda de México” presenta un análisis de los patrones estructurales y demográficos, un análisis de la dinámica de poblaciones, exploración de la evolución de historias de vida y demografía conservación y manejo de recursos naturales en la Estación de Biología Tropical de Tuxlas, en cinco hectáreas de selva; los resultados indican que la existencia de claros de bosque asegura el inicio del remplazamiento de árboles, esto produce un mosaico de distintas fases regenerativas en la comunidad de plantas que difieren en estructura y composición de especies y situaciones ambientales. La intensidad luminosa presente en las selvas influye en la distribución de las especies, muestra que en zonas donde los claros son amplios las poblaciones de plantas herbáceas como *Xantosoma robustum* (Araceae), *Heliconia uxpanapensis* (Heliconiaceae) abundan, mientras que en presencia de zonas sombrías de bosque no se encuentra; la densidad y distribución *Astrocaryum mexicanum* con dispersabilidad baja y *Pseudolmedia oxyphyllaria* con una dispersabilidad alta, son dos especies que se distinguen de las demás por su sobrevivencia y capacidad de crecer bajo cualquier condición ambiental aunque generalmente especies arbóreas en las selvas húmedas presenta una densidad baja, esto indica que la dispersión de semillas dentro de las selvas juega un factor importante en cuanto a su supervivencia.

En cuanto a las poblaciones de plantas que dependen de la reproducción sexual como unico medio de generación de nuevos individuos presentan elevadas tasas de mortalidad en las primeros estadios de vida, la cual disminuye a medida que las plantas avanzan con la edad.

Otro estudio realizado por Owen (2003) sobre la “Dinámica de metapoblaciones en el Matorral de Florida: el caso de *Polygonella basiramia*” menciona que, la mayoría de los modelos de metapoblaciones están basados en la observación de patrones de ocupación de parches de hábitat y requieren de menor cantidad de datos que los modelos demográficos. La aplicación de la teoría de metapoblaciones determina en cuáles especies la aplicación de este cuerpo teórico puede ayudar a los responsables del manejo del territorio a tomar decisiones de conservación basadas en información biológica. En este estudio se determinó que la probabilidad de ocurrencia de esta especie incrementa en claros grandes y agregados. Así, las poblaciones locales que ocupan claros pequeños tienen mayores probabilidades de sufrir extinción que aquellas que ocupan claros más grandes. La probabilidad de que un claro desocupado sea colonizado disminuye con el aislamiento de éste de otros claros ocupados (fuentes potenciales de semillas).

El estudio realizado en Bolivia por Toledo, Villegas, Licona, Alarcón, Soriano, Bustamante y Vroomans (2011) sobre la “Densidad poblacional y efecto del aprovechamiento forestal en la regeneración natural y el crecimiento diamétrico de la mara (*Swietenia macrophylla* King). Considera tres componentes principales: a) la densidad poblacional y distribución de mara en diferentes ecorregiones del país; b) la regeneración natural en áreas con alta densidad en el pasado; y c) el crecimiento de los árboles y el efecto de los tratamientos silviculturales en el mismo. Los resultados que se obtubieron mencionan que es una especie de amplia distribución, pero ahora éstas han disminuido en cantidad de individuos probablemente debido a la extracción selectiva y el

comercio ilegal. La modelación sobre la distribución potencial de la mara cubre las áreas de distribución natural y concluye que las variables climáticas y la altitud son importantes indicadores de su distribución. En cuanto a *densidad y estructura poblacional*, muestran que *Swietenia macrophylla* King, a través del tiempo ha disminuido drásticamente su población, posiblemente por la extracción legal e ilegal.

De acuerdo al estudio, la regeneración natural de la *Swietenia macrophylla* King esta en peligro, debido a que la densidad poblacional es baja en toda el área de distribución, constituyéndose como única estrategia viable, la reforestación y restauración de áreas degradadas. La falta de regeneración es un gran problema, porque imposibilita el manejo sostenible de cualquier especie. También hay una gran preocupación sobre la susceptibilidad de las poblaciones a la erosión genética debido a la actual disminución de la población de *Swietenia macrophylla* King (mara).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Área de estudio

El estudio se realizó en dos relictos boscosos del sur del Ecuador; en la reserva comunal bosque de Angashcola, Amaluza y el segundo relictos se localiza en el kilómetro 30 de la vía Loja-Zamora en los predios de la Fundación Ecológica “Arcoíris” (Figura 6).

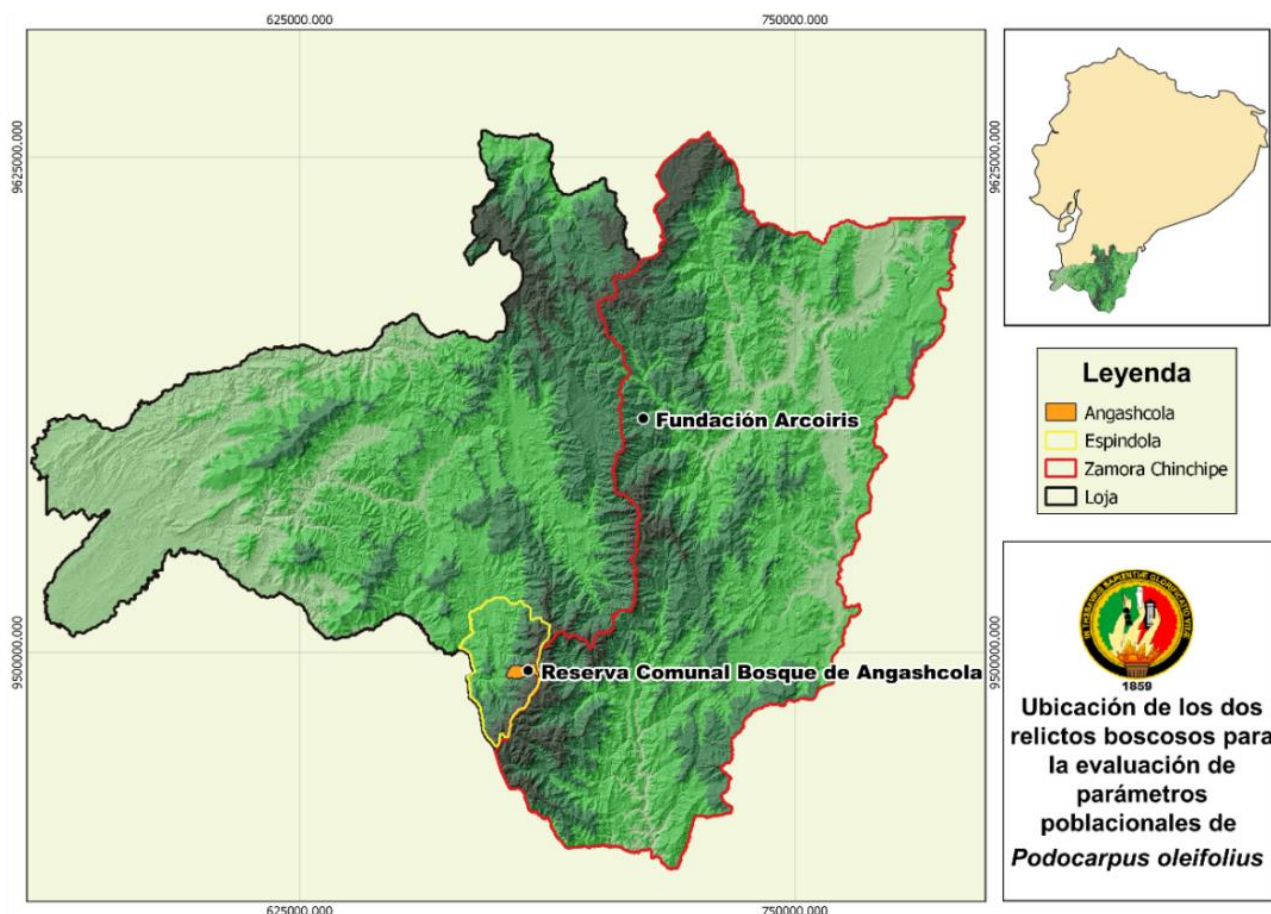


Figura 6. Mapa de ubicación de la Reserva comunal Angashcola y predios de la Fundación Ecológica Arcoíris.

3.1.1. Descripción de la reserva comunal bosque de Angashcola.

La reserva comunal bosque Angashcola (Figura 7), forma parte de los territorios de la comuna Cochechorral que pertenece a la parroquia Santa Teresita, Cantón Espíndola, en el sector sur oriental de la provincia de Loja; gran parte del territorio comunal corresponde al bosque Protector Colombo Yacuri en las siguientes coordenadas geográficas: UTM:

681256 O y 9495195 S y una altitud que varía entre 1720 y 3400 msnm. Presenta un relieve irregular, con laderas abruptas, cadenas montañosas interconectadas, así como cerros elevados y pronunciados. La mayor parte de este pequeño valle corresponde a bosque nublado altoandino, dominado por *Podocarpus* y grandes parches de bambú. Las partes altas están cubiertas por bosque achaparrado y más arriba por páramos que sufren de un pastoreo intensivo (BirdLife, 2018).

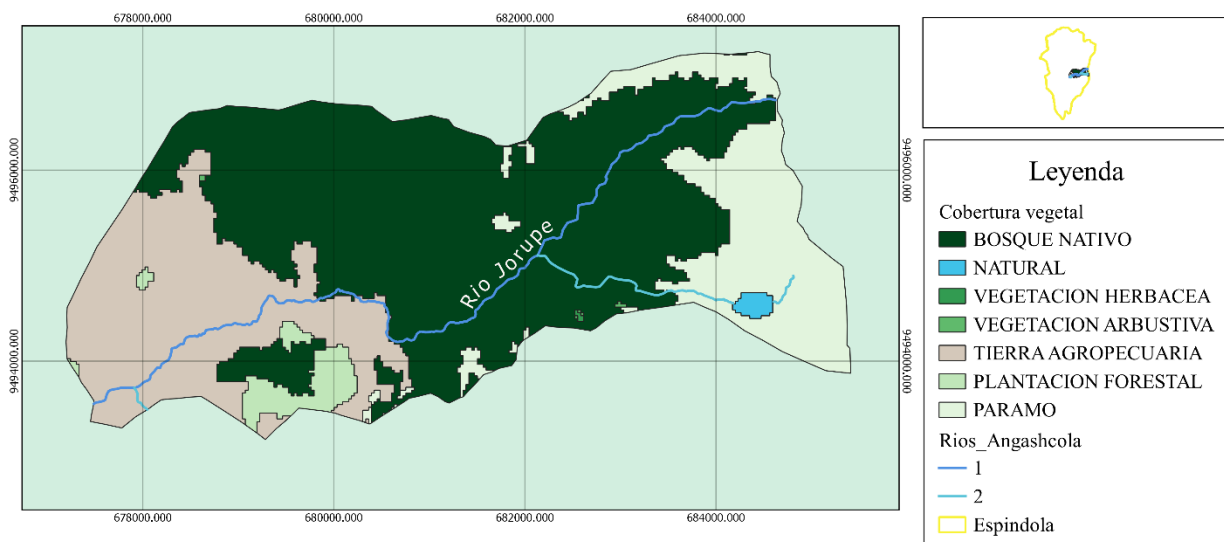


Figura 7. Mapa de cobertura de la reserva comunal bosque de Angashcola, Amaluza.

El bosque tiene una superficie calculada de 1 945 ha, las cuales 50 ha están destinadas a uso de actividades agropecuarias, 1500 ha de zona de amortiguamiento y 1000 ha que se encuentran dentro de programa socio bosque (BirdLife, 2007) . *Podocarpus oleifolius*, *Prumnopytis montana*, *Hyeronima alchornooides*, corresponden a un bosque de neblina montano (MAE, 2013).

3.1.2. Descripción los predios de la Fundación Ecológica “Arcoíris”

La reserva de Arcoíris se encuentra ubicada en la provincia de Zamora Chinchipe, en el sector San Francisco a 30 km de la ciudad de Loja, abarca una extensión de 6 ha, corresponde a bosque nublado. El sector San Francisco es una zona de transición entre la parte andina y la amazónica donde se puede encontrar diversas especies de plantas y

animales como: *Podocarpus oleifolius*, *Cinchona officinalis*, orquídeas, bromelias, helechos y musgos (Figura 8).



Figura 8. Mapa de ubicación de la propiedad de la fundación Ecológica “Arcoíris”
Fuente: León, 2016.

3.2. Diseño del muestreo

Se instaló seis parcelas de 50 m x 50 m en cada relicto de bosque cada una con una distancia mínima de 250 m, ubicadas al azar para el registro de los individuos adultos de *Podocarpus oleifolius* D. Don, tal como se indica en la Figura 9. Dentro de cada parcela se demarcó cinco subparcelas de 10 m x 10 m para el registro de la regeneración natural de la especie.

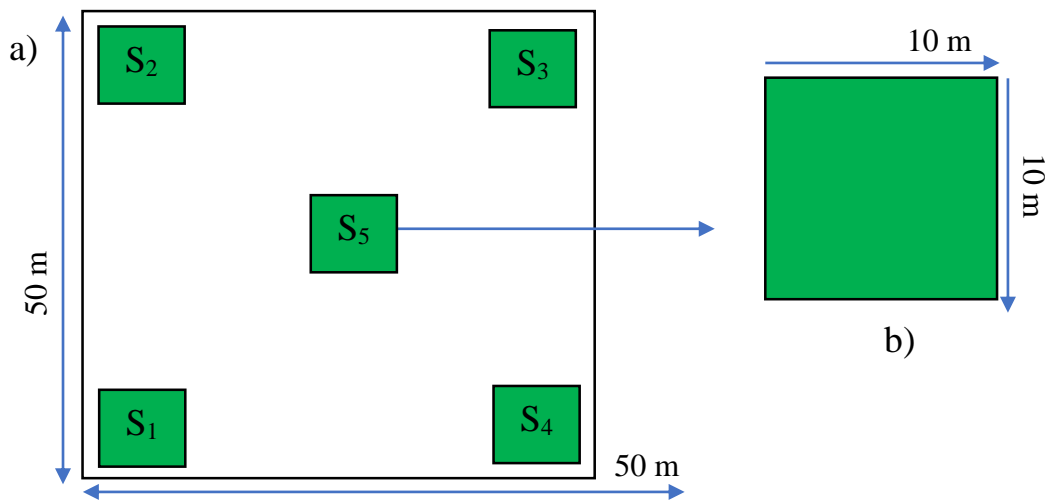


Figura 9. Diseño de muestreo para evaluación de parámetros poblacionales y regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don.

Los datos obtenidos sobre variables como: coordenadas geográficas, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total, estado, sexo, forma del fuste, diámetro de copa y categoría de regeneración natural se registraron en hoja de campo (ver Anexo 1).

3.3. Evaluación de parámetros poblacionales de *Podocarpus oleifolius* D. Don

3.3.1. Disposición espacial

La disposición espacial de la especie se describió en función a cada cuadrante establecido en el área de estudio. Se tomó las coordenadas geográficas (puntos GPS) de todos los árboles que se encontraron en el muestreo y en base a ello se generó un mapa utilizando SIG, a una escala 1:1500. Para los cálculos se utilizó el índice de Morisita (I_p) y análisis de vecino próximo del programa QGIS 3.4 (prueba de hipótesis en SIG).

a) Índice de Morisita

Se realizó el cálculo del Índice de Morisita (I_d) con la siguiente expresión:

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

Dónde:

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

n = Tamaño de la muestra.

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

Se realizó el cálculo de los dos valores críticos para el Índice de Morisita (I_d)

- Índice de Uniformidad:

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

Dónde:

$\chi^2_{(0.975)}$ = 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)

- Índice de Agregación

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

Dónde:

$\chi^2_{(0.025)}$ = 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)

Una vez que se obtuvo los valores críticos, se realizó el cálculo del Índice de Morisita Estandarizado (I_p), es importante saber que el Índice de Morisita estandarizado 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 la Tabla 3.

Tabla 3. Interpretación del índice de Morisita estandarizado (I_p)

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

b) Análisis de vecino más próximo QGIS 3.4

Se añadió el archivo que contiene las coordenadas geográficas del sitio uno y dos de los árboles de *Podocarpus oleifolius* D. Don en formato CSV (texto delimitado). Luego en la barra de herramientas del programa se siguió el siguiente proceso: Vectorial > Herramienta de análisis > Análisis de vecino próximo, y se ejecuta (Figura 10).

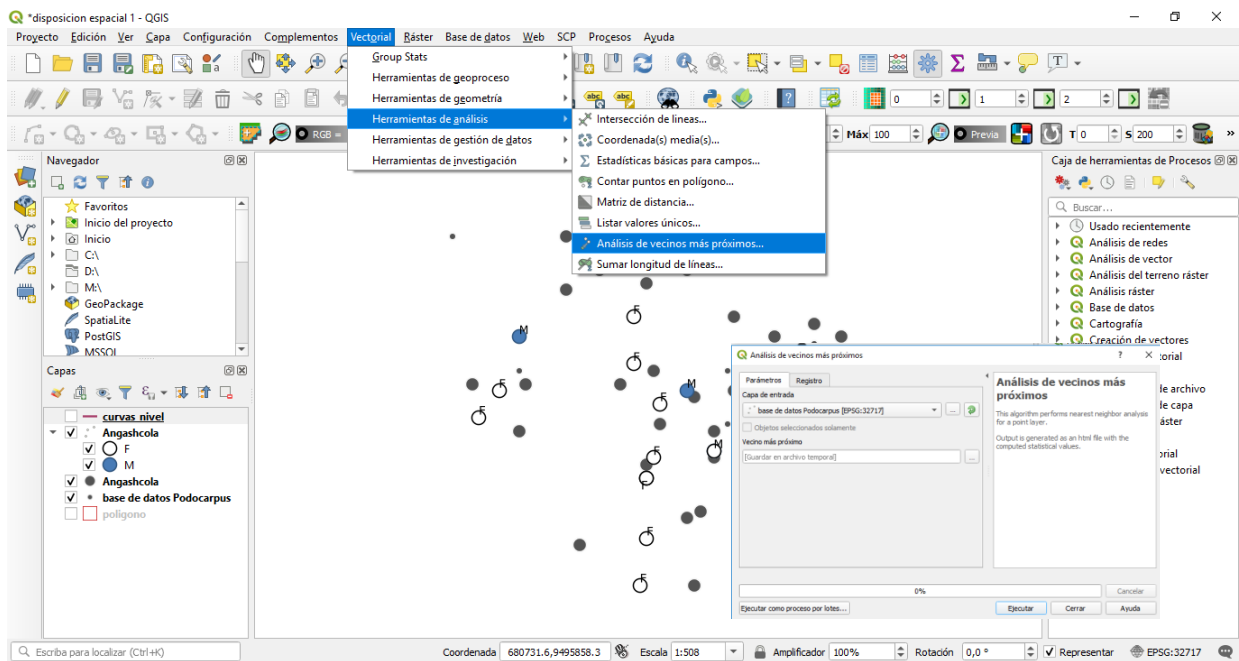


Figura 10. Proceso para análisis de vecino más próximo en QGIS 3.4 para disposición espacial de *Podocarpus oleifolius* D. Don.

El análisis de vecino más cercano constituye una prueba de hipótesis, en el que se obtuvo los siguientes parámetros:

- Índice del Vecino más cercano: si el valor es uno, la distribución es aleatoria, valor mayor a uno es dispersa, menor a uno es agrupada (concentrada en ciertas zonas).
- Z-Score: valor de significancia estadística, define que tan alejados estamos del centro de la distribución normal.
- Distancia media observada: distancia media entre los puntos.
- Distancia media esperada: si los valores tuvieran una distribución aleatoria

3.3.2. Estructura de edades

La estructura de edades de *Podocarpus oleifolius* se utilizó los datos obtenidos de las mediciones del diámetro a la altura del pecho ($DAP_{1,30m}$), a partir de estos datos se procedió a agruparlos por clase diamétrica, y de esta manera se elaboró la pirámide distribución de edades.

3.3.3. Proporción de sexos

Para determinar la proporción de sexos se empleó el método de observación directa. A cada uno de los individuos se los identificó durante la edad reproductora, se marcó con un aerosol de color rojo con los símbolos ♀ para macho y ♂ para hembra. Para los cálculos de la proporción se procedió a utilizar la fórmula mencionada por Smith y Smith (2007):

$$\text{Razon de sexos} = \frac{N^{\circ} \text{ de machos}}{N^{\circ} \text{ total de la muestra}}; \frac{N^{\circ} \text{ de hembras}}{N^{\circ} \text{ total de la muestra}}$$

3.3.4. Densidad poblacional

Para evaluar la densidad poblacional se inventarió todos los árboles de *Podocarpus oleifolius* D. Don dentro de cada cuadrante (0,25 ha) establecido en el área. Luego se procedió a llenar la Tabla 4 para determinar el número de individuos considerando aquellos con diámetros mayores a 10 cm de DAP, luego se aplicó la fórmula de densidad absoluta, que indica la relación del número de individuos en el área total de las parcelas muestreadas ($\sum \bar{X}$), con el número de individuos reales en el área total de estudio.

$$\text{Densidad individuo}/m^2 = \frac{N}{A}$$

Tabla 4. Registro del número de individuos por cuadrante

Zona de estudio:	
Cuadrantes	Nº de individuos
1	
2	
3	
N	
Total	$\sum \bar{X}$

3.4. Evaluación de crecimiento de la regeneración natural

Para evaluar la regeneración natural se colocó cada individuo inventariado de acuerdo con cada categoría de regeneración: brinzal de 0,30 a < 1,5 m altura; latizal bajo de 1,50 m altura y 4,9 cm DAP y latizal alto de 5 cm a 9,9 cm DAP; de cada subparcela de 10 m x 10 m. Los datos obtenidos se registraron en una hoja de campo (anexo 1) y con estos se calculó la densidad por categoría de regeneración y total.

3.4.1. Comparación de la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don en dos sitios de evaluación.

La comparación de la regeneración natural se realizó mediante un gráfico de barras realizado en el programa Excel, en donde se tomó datos del número de individuos en cada categoría en cada sitio para hacer el contraste.

3.5. Difusión de los resultados obtenidos de la investigación a personas interesadas

Para este objetivo se realizó la exposición de los resultados encontrados en esta investigación a los actores interesados, además se sistematizaron los resultados obtenidos al final de la investigación de tesis, y se pusieron a disposición en la Universidad Nacional de Loja.

4. RESULTADOS

Se detallan los hallazgos de la investigación en los dos sitios de evaluación; entendiéndose por sitio I a la reserva de bosque comunal Angashcola, Amaluza y sitio II al predio de la Fundación Ecológica Arcoíris, Zamora Chinchipe.

4.1. Evaluación de parámetros poblacionales de *Podocarpus oleifolius* D. Don en el sitio I y el sitio II.

4.1.1. Disposición espacial de *Podocarpus oleifolius* D. Don.

a) Índice de Morisita estandarizado (I_p)

La disposición espacial obtenida mediante el índice de Morisita (ver Anexo 2), indicó que *Podocarpus oleifolius* D. Don presenta una tendencia hacia un patrón agrupado con un índice equivalente a 0,50 para el sitio I (Figura 11); y 1,00 para el sitio II (Figura 12).

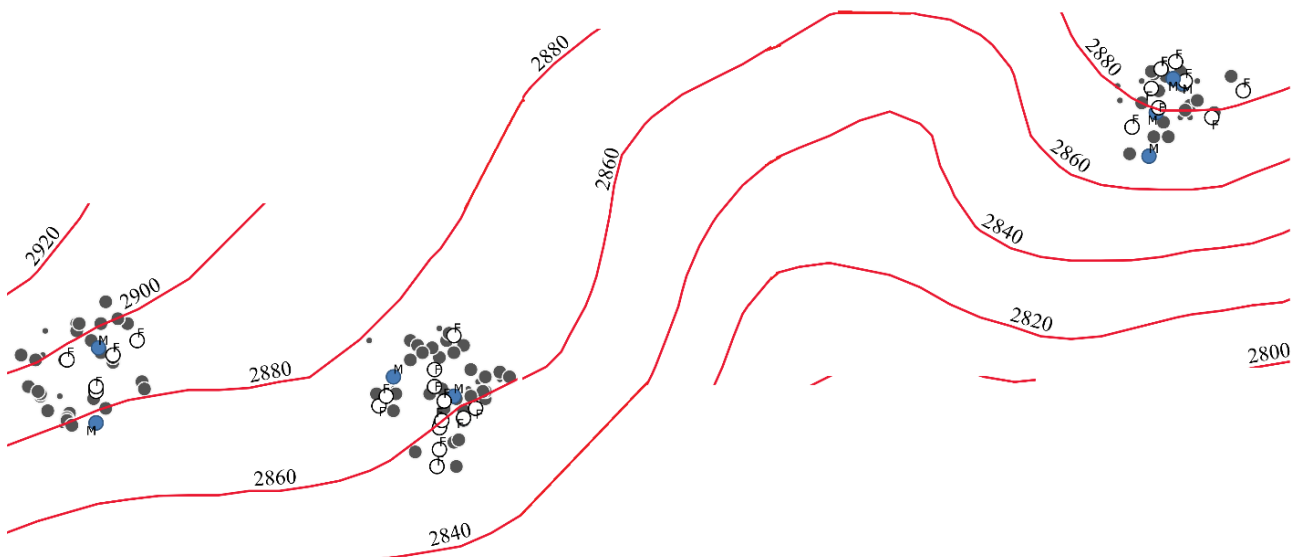


Figura 11. Mapa de disposición espacial de *Podocarpus oleifolius* D. Don a escala 1:1500, que indica un patrón agrupado en la reserva de bosque comunal Angashcola, Amaluza.

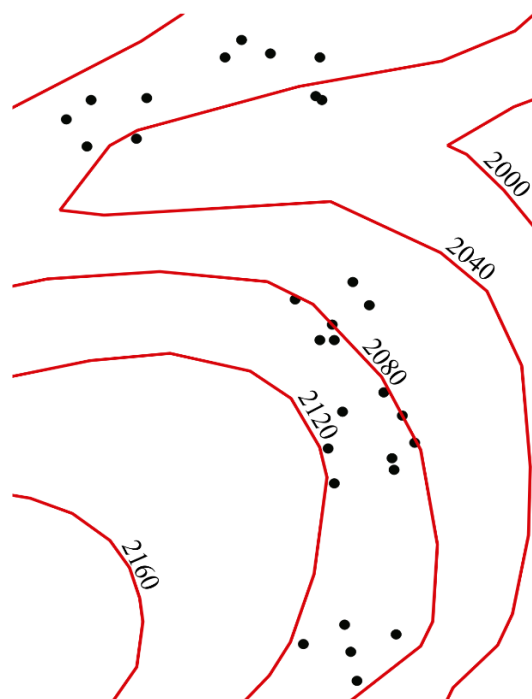


Figura 12. Mapa de disposición espacial de *Podocarpus oleifolius* D. Don a escala 1:2550 que indica un patrón agrupado en los predios de la fundación ecológica Arcoíris, Zamora Chinchipe.

b) Análisis de vecino más próximo QGIS 3.18

Al aplicar la herramienta de análisis vectorial de QGIS, se obtuvo la matriz de la Tabla 5 en la que indica que el nivel de agregación para el sitio I es igual a 0,15 y para el sitio II 0,39 lo que denotó un patrón que se concentra en ciertas zonas, es decir es agrupado.

Tabla 5. Matriz de análisis del vecino próximo con la especie *Podocarpus oleifolius* D. Don, en la reserva comunal Bosque de Angashcola y en los predios de la Fundación Ecológica Arcoíris, utilizando el programa de información geográfica QGIS 3.4

PARÁMETRO	SITIO 1	SITIO II
Distancia media observada	4,43 m	15,41 m
Distancia media esperada	28,29 m	38,94 m
Índice de vecino más cercano	0,15	0,39
Número de puntos	180	34
Z	-21,64	-6,74

4.1.2. Estructura de edad de *Podocarpus oleifolius* D. Don

Los resultados que se tuvieron para determinar la estructura de edad de *Podocarpus oleifolius* D. Don se utilizaron para graficar una pirámide poblacional que se estructura con datos del número de individuos por la clase diamétrica y las categorías de regeneración natural.

El resultado de la estructura de edad para el sitio I indicó que la mayor cantidad de individuos se concentra en estadios jóvenes con alturas que van de los 1,5 metros (brinzal) y diámetros $\leq 18,38$ cm (DAP), estas categorías representan el 23,70 % (91 registros) y 19,01 % (73 registros) cada una; mientras que para el sitio II la mayor cantidad de individuos se concentran en diámetros que van desde los 12,34 cm a 20,54 cm de DAP que representa el 52,63 % (20 registros).

La menor proporción de individuos en el sitio I se concentra en las tres últimas categorías de edad que en conjunto representan el 1,30 %; mientras que para el sitio II se concentran en la clase diamétricas que va 45,14 cm a 53,34 cm DAP que representa el 2,63 % (1 individuo) sin embargo, en dos clases diamétricas (20,54 - 28,74 cm; 36,94 - 45,14 cm de DAP) no se registró ningún individuo.

La gráfica que se obtuvo para el sitio I presenta una forma piramidal, con base amplia, es decir con una proporción alta de individuos jóvenes (Figura 13a). Por otro lado, para el sitio II el gráfico que se obtuvo, indica una pirámide de base y vértice estrecho con mayor cantidad de individuos adultos que jóvenes (Figura 13b).

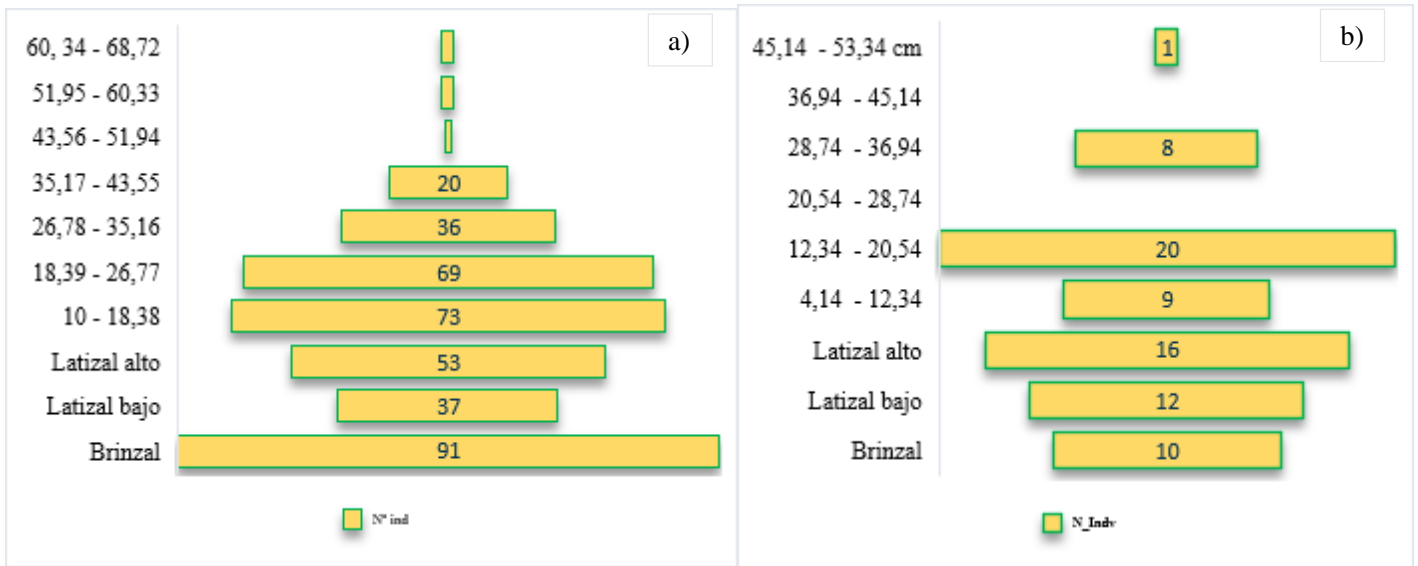


Figura 13. Pirámide población que expresa la estructura de edad en centímetros (cm) de *Podocarpus oleifolius* D. Don, a) en la reserva comunal Bosque de Angashcola, Amaluza [forma piramidal] y, (b) los predios de la Fundación Ecológica Arcoíris.

4.1.3. Proporción de sexos de *Podocarpus oleifolius* D. Don

Para el sitio I el 72,75 % de individuos identificados fueron de sexo femenino (29) y el 29,27 % de los individuos son masculinos (12), mientras que para el sitio II el 50 % de los individuos identificados son de sexo femenino (2) y el otro 50 % (2) de los individuos pertenecen al sexo masculino, todos ellos descritos en un área de 15 000 m² (Figura 14).

La dominancia de árboles con sexo femenino (F), frente a los individuos de sexo masculino (M) de *Podocarpus oleifolius* D. Don, en el sitio I indica que la proporción entre machos y hembras es 2,42: 1, es decir por cada 2,42 individuos de sexo femenino hay un individuo de sexo masculino; y para el sitio II indica que por cada individuo femenino existe un individuo masculino (1: 1).

Las características fenotípicas observadas de estos individuos, tanto para el sitio I y II indican que los individuos de sexo femenino presentan un fuste recto y ligeramente torcido, mientras que los individuos de sexo masculinos presentaron fustes inclinados y bifurcados bajo 1,30 m; el diámetro de copa que se identificó para individuos del sitio I está entre cuatro y seis metros (machos y hembras) y para el sitio II entre los II y cuatro

metros. La identificación del sexo de los árboles se realizó en los meses de noviembre, diciembre 2018 a enero 2019, y se pudo observar que el periodo de floración en algunos árboles ya había terminado mientras que en otros iniciaba.

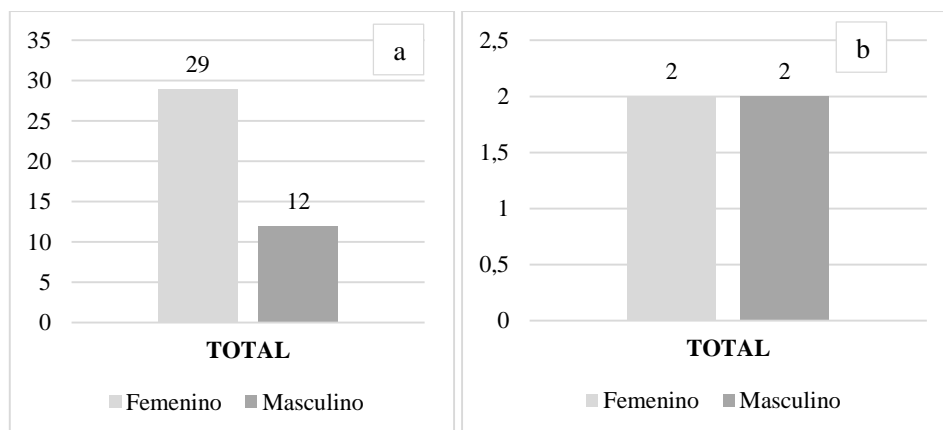


Figura 14. Número de individuos de *Podocarpus oleifolius*, identificados como machos y hembras en: a) en la reserva de bosque comunal de Angashcola, Amaluza; y, b) predios de la Fundación Ecológica Arcoíris, Zamora Chinchipe.

4.1.4. Densidad poblacional de *Podocarpus oleifolius* D. Don en el sitio I y sitio II.

La densidad total de *Podocarpus oleifolius* D. Don (ver Anexo 3) para Angashcola es de 204 individuos en 1,5 hectáreas, lo que equivale a 136 individuos por hectárea; mientras que en los predios de la fundación Arcoíris es de 34 individuos lo que equivale a 22,67 individuos por hectárea (Figura 15).

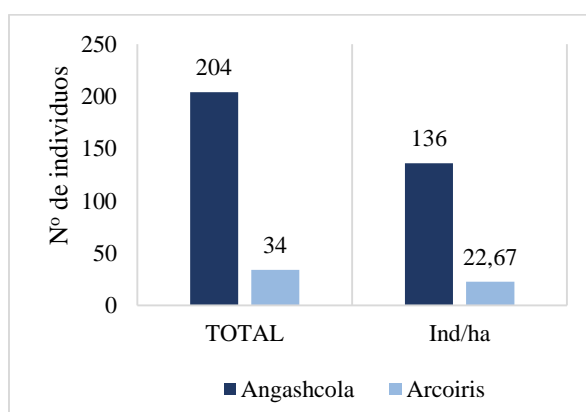


Figura 15. Densidad poblacional de *Podocarpus oleifolius*, en donde se expresa el total de individuos y el número de individuos por hectárea de en los dos sitios de estudio.

4.2. Regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don en los dos sitios de evaluación.

4.2.1. Regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. en la reserva comunal bosque de Angashcola.

En la categoría brinzal se registraron 91 individuos, seguido de latizal bajo con 37 individuos y para la categoría de latizal alto 53 individuos. En la Figura 16 se indica el porcentaje que representa cada una de las categorías de regeneración natural siendo la más relevante la categoría de brinzal con 50,28 %.

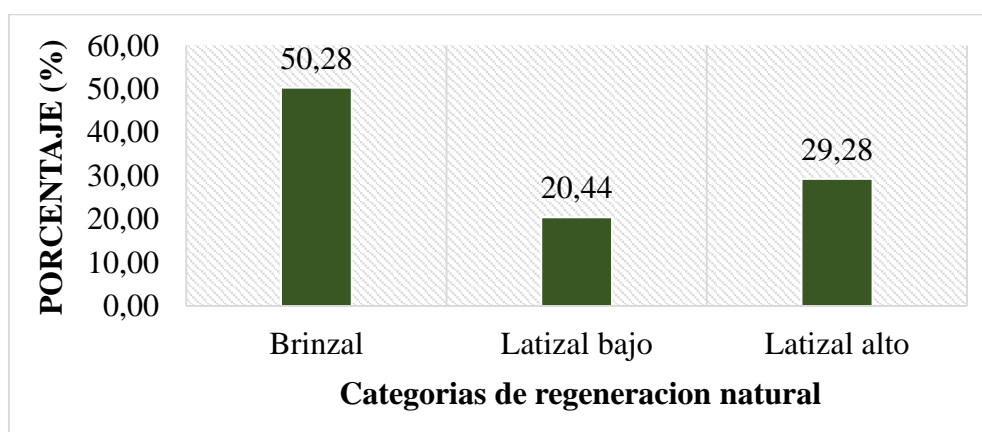


Figura 16. Comparación de porcentajes de las categorías de regeneración natural en la reserva Angashcola, Amaluza.

La evaluación de la regeneración natural se realizó en el mes de abril del año 2019, y se calculó una densidad de 303,3 individuos por hectárea para la categoría brinzal, 86,7 individuos por hectárea para la categoría de latizal bajo y 56,7 individuos por hectárea para la categoría de latizal alto de *Podocarpus oleifolius* D. Don.

4.2.2. Regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. en los predios de la Fundación Ecológica Arcoíris

En la categoría de brinzal se registraron 10 individuos, seguido de latizal bajo con 12 individuos y para latizal alto 16 individuos. El mayor porcentaje lo ocupa la categoría

latizal alto con un 42,11 % donde la ausencia de plántulas es notable (Figura 17). Así mismo para cada categoría de regeneración se calcula una densidad de 33,33 individuos por hectárea para brinzal, 40 individuos por hectárea para la categoría de latizal bajo y 53,33 individuos por hectárea para la categoría de latizal alto de la especie *Podocarpus oleifolius* D. Don.

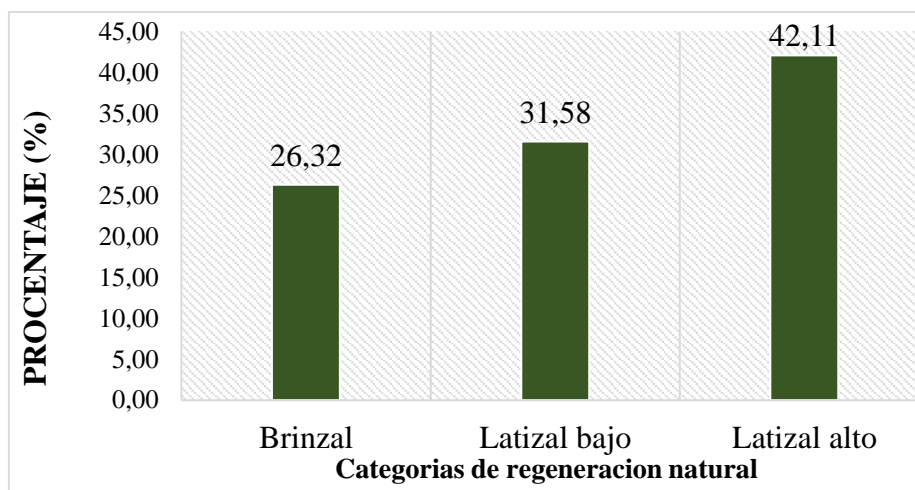


Figura 17. Comparación de porcentajes de las categorías de regeneración natural en los predios de la Fundación Ecológica Arcoíris, Zamora Chinchipe.

4.3.Comparación de la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don, en los dos sitios de estudio.

La reserva comunal bosque de Angashcola en Amaluza y los predios de la Fundación Arcoíris en Zamora presentan condiciones favorables que facilitan la adaptación y generación de especies. Ambos sitios muestran en común que son el hábitat de poblaciones de *Podocarpus oleifolius* D. Don.

Cada I de estos sitios tiene una historia, en donde se ha evidenciado los cambios de esta especie con el transcurso de los años; por ello la dinámica de regeneración natural se considera diferente según los datos obtenidos en esta investigación. En la Figura 18, se expresa el número de individuos para cada categoría de regeneración natural de cada sitio. El 50,28 % representa la categoría brinzal en el sitio I con un total de 91 individuos;

mientras que en el sitio II la categoría de latizal alto representa el con 42,11 % con 16 individuos.

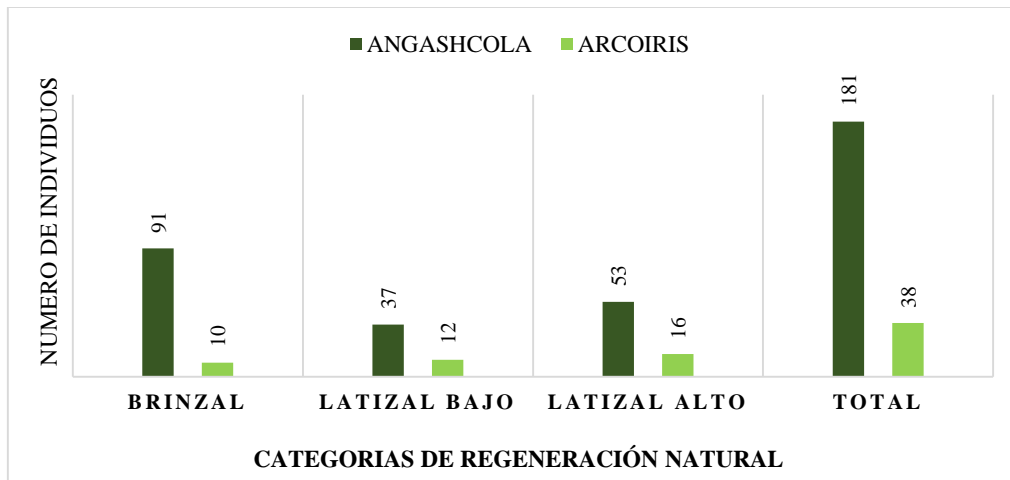


Figura 18. Comparación del número de individuos presentes en cada categoría de regeneración natural encontrados en los dos sitios de evaluación.

Las categorías de regeneración natural con número menor de individuos son: brinzal en los predios de la Fundación Arcoiris con 10 individuos que representa el 26,32 % y latizal bajo para el bosque de la reserva comunal de Angashcola con 37 individuos que representa el 20,44 %.

Estas cifras indican que en Angashcola la dinámica de regeneración natural está sujeta a individuos juveniles (brinzal) cuyos periodos de producción y dispersión de la semilla se dan con normalidad, siendo posible el cumplimiento de las etapas de vida de la especie, lo que ha garantizado hasta el momento su sobrevivencia; al contrario, en los predios de la Fundación Ecológica Arcoiris los individuos que se registraron se concentra etapas semi-maduras donde la ausencia de plántulas es notable; esto hace que el riesgo de declive para la especie aumente si no se toman medidas necesarias.

5. DISCUSIÓN

5.1. Parámetros Poblacionales

5.1.1. Distribución espacial

Los estudios sobre la distribución espacial pueden complementar la comprensión de los procesos ecológicos de las especies (Condit et al., 2000). Al evaluar el grado de agregación o dispersión de las especies, permite identificar mecanismos y factores que mantienen y promueven la coexistencia de especies y la diversidad vegetal de los ecosistemas naturales (Hyatt et al., 2003).

En comparación con otros estudios, discutir sobre patrones de distribución espacial resulta difícil, dado que en el país no es un tema estudiado con frecuencia y profundidad. Existen estudios que describen aspectos demográficos de algunas especies (Duque et al., 2002; Vicuña, 2005; Ordoñez, 2011; Mejía, Tonón y Abad, 2018), pero éstos no detallan patrones de distribución utilizando índices de dispersión como en este estudio.

Para *Podocarpus oleifolius* D. Don, el patrón de distribución espacial en la reserva de bosque comunal Angashcola, Amaluza, fue agrupado al aplicar el índice de Morisita (0,50) y la herramienta QGis (0,15); así como en los predios de la Fundación Ecológica Arcoíris con un índice de Morisita (1,00) y QGis (0,39).

Esto concuerda con lo reportado por Cabrera y Wallace (2007) en su estudio con nueve especies de palmeras arborescentes, encontraron un patrón de distribución espacial agregado (0,50 – 0,59) y uniforme ($I_p = -0.04$) para una especie. Así mismo Montañez, Escudero y Duque (2010) determinó un índice de 0,40, 0,55 y 0,65 para cinco especies de bosque húmedo montano y montano bajo.

Estos estudios indican diversos factores que hacen que la distribución agrupada se forme, entre las que menciona: la relación entre altitud y la escala de análisis de los individuos el grado de perturbación del bosque (Montañez et al., 2010; Rivera et al., 2012) y limitación en dispersión o la especialización de hábitat (Martínez y Álvarez, 1995; Morlans, 2004)

5.1.2. Estructuras de edad.

En las poblaciones de plantas la distribución en clases de edad, por lo general es sesgada debido a que los árboles de la zona de copas pueden inhibir la producción de plántones y el crecimiento y la supervivencia de los árboles jóvenes (Begon et al., 2006). En el bosque de Angashcola, *Podocarpus oleifolius* se encontró en edades juveniles cuya gráfica indica mayor proporción de individuos jóvenes (91 individuos), típico de una población en crecimiento según lo señala Morlans (2004).

De acuerdo con los estudios realizados por Lamprech (1990) es más frecuente encontrar poblaciones juveniles en mayor proporción en su estructura en bosques que han sido intervenidos; en este caso Angashcola desde su alianza con socio bosque, no presentan intervenciones, debido a que cuentan con un sistema de zonificación que permite la extracción y utilización de recursos de forma estratégica y sostenible, aunque Rivera et al., (2012) indica que en bosques conservados como perturbados la gráfica resultante es igual, lo único que difiere es la proporción de individuos en las primeras etapas de desarrollo, siendo esta mayor en los sitios de mejor conservación.

En los predios de la Fundación Ecológica Arcoíris (San Francisco) la mayor cantidad de individuos se concentran en diámetros entre 12,34 cm a 20,54 cm (20 individuos), la gráfica indica una pirámide de base y vértice estrecho con mayor cantidad de individuos

adultos que jóvenes, característico de poblaciones que están declinando, según lo sugiere Morlans (2004).

Según Sáenz et al., (2014) la declinación en las especies vegetales puede deberse a factores naturales como los deslizamientos en laderas; estudios realizados por Ohl y Bussmann (2004) en la zona de San Francisco al nororiente del Parque Nacional Podocarpus indican que los deslizamientos se originan en altitudes entre 2 000 a 2 700 msnm; lo que en este estudio puede considerarse como factor influyente sobre la especie, debido a que los registros de *Podocarpus oleifolius* se encuentra entre 1 990 a 2 120 msnm. Así mismo la declinación puede ser inducida, producto del desacoplamiento de las poblaciones forestales con el clima al cual están adaptadas, las cuales sobrepasan los límites físicos de la migración natural (Granados y López, 2001); respecto a ello, la tala selectiva de individuos de *Podocarpus oleifolius* ha hecho que la especie sea susceptible a los cambios drásticos del ambiente como se evidencia por la baja capacidad de repoblación natural (Granados y López, 2011; Rivera et al., 2012).

La notable disimilitud de *Podocarpus oleifolius* D. Don en su estructura de edad, permite suponer diferencias ecológicas en el ambiente y la posibilidad de encontrar parches de diferente calidad ambiental (Martínez y Álvarez, 1995) tanto en el sitio I como en el II, teniendo presente si la especie prevalece o desaparece con el transcurso del tiempo (Maciel et al., 2015).

5.1.3. Proporción de sexos

El conocimiento de los sistemas de determinación sexual en plantas está estrechamente ligado a la comprensión de cómo ha evolucionado la separación de los sexos (Iglesias et al., 2016). Estudios sobre bioecología de *Podocarpus oleifolius* D. Don (Vásquez, 1997; Jorgense y León-Yáñez, 1999; Gálvez et al., 2003; Aguirre et al., 2015; CAR, 2018), han

generado información base sobre su distribución, requerimientos ecológicos y botánica; sin embargo, aún se tiene vacíos científicos sobre algunos parámetros necesarios que permitan conocer un poco más a la especie.

En esta investigación se pudo identificar 12 individuos de sexo masculino y 29 femeninos de *Podocarpus oleifolius* D. Don en el bosque de Angashcola y en los predios de fundación Arcoíris se identificó dos individuos de sexo masculino y dos femenino.

Estos resultados indican la dominancia de individuos de sexo femenino en Angashcola, teorizando que las condiciones ambientales son favorables para la reproducción de *Podocarpus oleifolius* D. Don, tal como lo indica Domínguez y Cordero (1993) en su estudio con especies dioicas. La razón de esta respuesta adaptativa según Iglesias et al., (2016) radica en las hembras requieren asignar más recursos durante su reproducción que las plantas masculinas.

Como se observó en los predios de la fundación ecológica Arcoíris, los individuos identificados como femenino y masculino son escasos, pero en proporciones equivalentes (1:1). Según Riviera et al., (2012) en sitios perturbados cuando se elimina individuos reproductivos la persistencia de la población se pone en riesgo; ya que cuando se extraen árboles con fines comerciales se consideran aquellos con características fenotípicas del fuste excelentes, por lo que en este estudio se asume que los individuos aprovechados de forma ilegal en su mayoría fueron de sexo femenino.

5.1.4. Densidad poblacional

La densidad poblacional que *Podocarpus oleifolius* D. Don tuvo en Angashcola fue 136 ind/ha, superando el número de registro que se encontró en el estudio de Castillo y Cuenca (2006) de 96 ind/ha; y en los predios de la Fundación Ecológica Arcoíris se tuvo una densidad 22,67 ind/ha, aunque no se tiene referencias del número de individuos de

Podocarpus oleifolius D. Don en esta área, pero en zonas cercanas a este predio se realizaron estudios de Podocarpaceae por Calva y Beltrán (2005), que determinaron mayor porcentaje de individuos a mayor altitud (2400 msnm) y en etapas juveniles que se concentran en diámetros entre 5 a 14,9 cm de DAP^{1,30}.

Así mismo, Yaguana et al., (2012) reporta la densidad de *Podocarpus oleifolius* D. Don, como un componente menor en el bosque nublado del río Numbala, con un total de 5 ind/ha, esto puede relacionarse con el análisis propuesto por Serrada (2003) y Begon et al., (2006) que indican a mayor densidad poblacional los recursos comienzan a tornarse progresivamente más escasos y la población responde con una desaceleración de su ritmo de crecimiento.

Al contrastar la densidad del sitio I y II, resulta importante considerar los factores de reproducción y dispersión de semillas que intervienen de manera intrínseca en este parámetro, debido a que se puede garantizar la existencia y la composición florística de masas forestales diversas según lo sustenta Muñoz (2007).

5.2. Regeneración Natural

La regeneración natural es una característica fundamental para asegurar la sostenibilidad del recurso florístico a través del tiempo (Serrada, 2003). La falta de regeneración es un gran problema, porque imposibilita el manejo sostenible de cualquier especie (Norden, 2014).

Los resultados de esta investigación indican que para la reserva del bosque Comunal Angashcola, se registra 181 individuos, categorizados en brinzal, latizal bajo y latizal alto, con una densidad de 603,3 ind/ha; estos datos son menores a los reportados por Castillo y Cueva (2006) donde estimaron 73 125 plantas/ha. En los predios de la Fundación Ecológica Arcoíris se registró 34 individuos clasificados según las categorías de brinzal,

latizal bajo y latizal alto, corroborando el estudio realizado por Calva et al., (2007) que manifiestan que existe mayor concentración de regeneración natural cuando la intensidad lumínica es directamente proporcional a la altura, ya que la vegetación que se desarrolla dentro de los predios de Arcoíris es muy densa y dominada por especies distintas a la de este estudio.

Considerar la existencia de claros de bosque como lugar de regeneración centralizada y de crecimiento como lo indican Smith y Smith (2007) para instituir el equilibrio dinámico del predio de la fundación Arcoíris, es importante ya que aumentar la sobrevivencia de plántulas con gremios ecológicos diferentes (Cortez, 1997) y que se establezcan es un desafío, como para *Podocarpus oleifolius* D. Don, pues de acuerdo al análisis de Lamprecht (1990), lo que crece dentro de un claro determina la composición del bosque a futuro.

Para *Podocarpus oleifolius*, se evidenció que en los dos sitios la regeneración natural es diferente, pudiéndose atribuir esta característica al diferente nivel sucesional en la que se encuentra (Factos y Montero, 2009) y las condiciones óptimas que necesita la especie para su regeneración y establecimiento, siendo este un factor establecido a base de tratamientos silviculturales (Toledo et al., 2011; Muñoz y Muñoz, 2014) que no involucra la transformación de estructura espacial, abundancia y sin comprometer su potencial en bosques manejados (Leigue, 2011).

6. CONCLUSIONES

- La similitud en la distribución espacial de *Podocarpus oleifolius* D. Don en los dos sitios de evaluación, se debe posiblemente a las condiciones ambientales, físicas y ecológicas de cada relicto de bosque.
- La estructura de edad *Podocarpus oleifolius* D. Don presenta tasas de mortalidad baja en los primeros estadios de vida en sitios cuya conservación y manejo se mantienen, mientras que en sitios que presentan intervenciones con un grado de afección alto la tasa de mortalidad disminuye a medida que las plantas avanzan en edad, persistiendo aquellos individuos que están en edades intermedias y adultas.
- La proporción de individuos de sexo femenino es dominante en el bosque de Angashcola (2,42: 1) pues en este relicto las actividades antrópicas como extracción de madera cesaron, mientras que en los predios de fundación Arcoíris la proporción de individuos de sexo femenino es 1:1 sin embargo, este resultado no indica que exista una normalidad en sus poblaciones pues de acuerdo con la densidad únicamente se identificó cuatro individuos (dos ♂ y dos ♀) en 1,5 ha.
- La densidad poblacional de *Podocarpus oleifolius* D. Don, se ve afectada cuando las condiciones ambientales alteran procesos reproductivos que disminuyen la dinámica de regeneración natural y por la densidad de especies en sotobosque y dosel que impiden la emergencia de plántulas.
- La regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don, depende de las proporciones sexuales y del estado de conservación del bosque las cuales, inducen a que la especie se diversifique genéticamente evitando la endogamia. En especies dioicas es importante que la especie tenga un equilibrio de proporciones sexuales para que su ciclo reproductivo no se vea alterado y la perpetuidad de la especie no se vea afectado.

7. RECOMENDACIONES

- Continuar con estudios relacionadas en este campo de investigación aplicado a especies forestales que desempeñan un papel ecológico importante (dominante, clave o amenazado) dentro del bosque.
- Hacer seguimientos a largo plazo y a través de amplias escalas espaciales para determinar cambios importantes que ocurren dentro de la dinámica de la población para el desarrollo de programas de manejo y conservación que resulte efectivos.
- Revisar bibliografía en cuanto a métodos e índices de disposición espacial y proporción de sexos en especies forestales, ya que son temas de importancia y que aún no se profundizan y que dentro del campo de la ecología puede contribuir al conocimiento de varios sucesos que hasta la actualidad no tienen respuesta.
- Implementar SIG en este campo de investigación para facilitar y esclarecer ciertos procedimientos que con metodologías antiguas resulta complicado.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. (2013). Métodos para medir la biodiversidad. Recuperado de <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medir-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>
- Aguirre, Z. Betancourt, D y Geada, G. (2014). Regeneración natural en los bosques secos de la provincia de Loja y utilidad para el manejo local. Cedamaz, 2(5). Recuperado de http://unl.edu.ec/sites/default/files/investigacion/revistas/2014-9-4/articulo_4_-_54_-_65.pdf
- Aguirre, Z. Loja, A. Solano, C u Aguirre, N. (2015). Especies forestales más aprovechadas en la región sur de Ecuador. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/299761463_Especies_forestales_mas_aprovechadas_del_sur_del_Ecuador
- Augustus, E. (2017). El desequilibrio ecológico y sus consecuencias [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.deforestacion.net/relacion-deforestacion-extincion-de-especies>
- Bentura, R y Bonifacio, A. (2018). Fenología reproductiva y crecimiento de plantines de ñak'a t'ula (*Baccharis tola*) con fines de multiplicación dirigida. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, La Paz, vol.5(1) pág. 27-36. Recuperado de: http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v5n1/v5n1_a05.pdf
- Cabrera, W y Wallace, R. (2007). Densidad y distribución espacial de palmeras arborescentes en un bosque preandino-amazónico de Bolivia. Ecología en Bolivia 42(2), pp. 121-135. Recuperado de: <http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/reb/v42n2/v42n2a04.pdf>

- Calva, O. Beltrán, G. Gunter, S y Cabrera, O. (2007). Influencia de la luz sobre la regeneración natural de Podocarpaceas en los bosques de San Francisco y Numbala. Bosques Latitud cero. Vol3.pp 21-23. Recuperado de: <http://w3.forst.tu-muenchen.de/~waldbau/litorg0/2018.pdf>
- Condit, R., P.S. Ashton, P. Baker, S. Bunyavejchewin, S. Gunatilleke, N. Gunatilleke, S.P. Hubbell, R.B. Foster, A. Itoh, J.V. Lafrankie, H.S. Lee, E. Losos, N. Manokaran, R. Sukumar and T. Yamakura. 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. Science 288(5470): 1414-1418.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). (2018). Plan de conservación y manejo del *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb (pino colombiano) en la Jurisdicción CAR Recuperado de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b9038b2096ac.pdf>
- Cortez, J. (1997). Caracterización ecológica-silvícola de *Podocarpus oleifolius* D. Don, bajo condiciones de bosque maduro de altura, en el cerro Uyuca, Honduras. (Tesis de Grado). Escuela Agrícola Panamericana. pp 57. Recuperado de: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3051/1/CPA-1997-T020>
- Del Rio, M. Montes, F. Canellas, I y Montero, G. Revisión de Índices de diversidad estructural en masas forestales. Investigaciones Agrarias: Sistema de Recursos Forestales. Vol. 12(1). pp 159-176. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Miren_Rio2/publication/28061992_Indices_de_diversidad_estructural_en_masas_forestales/links/0deec51c3fa0f63666000000.pdf
- Díaz, F. (2005). Evaluación del estado actual de las poblaciones de 23 especies forestales en bosques naturales en el municipio de El Castillo, Río San Juan, Nicaragua (tesis de

- maestría). Programa de educación para el desarrollo y la Conservación, Turrialba, Costa Rica. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0838e/A0838e.pdf>
- Domínguez, C y Cordero, C. (1993) Selección sexual en las plantas. IKOS. Universidad autónoma de México. Recuperado de: <http://web.ecologia.unam.mx/oikos3.0/images/Pdfs/1993-2.pdf>
- Duque, A. Cavelier, J y Sánchez, M. (2002). Different Floristic Patterns of Woody Understorey and Canopy Plants in Colombian Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*. Vol. 18. Pp 499-525. DOI:10.1017/S0266467402002341.
- Factos, V y Montero, M. (2009). Influencia del estado sucesional en la regeneración natural del bosque y distribución espacial de la familia CYATHEACEAE en un bosque de neblina montano de la región sur del Ecuador. (Tesis). Universidad Técnica Particular de Loja. pp.78. Recuperado de: http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2199/3/Influencia%20del%20estado%20sucesional_final.pdf
- Gálvez, J. Sánchez, O y Aguirre, Z. (2003). Sistematización de la información de las Podocarpaceas existentes en el Ecuador. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Herbario “Reinaldo Espinoza”. Loja – Ecuador.
- Granados, D y López, G. (2001). Declinación Forestal. *Revista Chapingo Series Ciencias Forestales y del Ambiente*. México. Vol.7(1). pp 5-13. Recuperado de: <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rhscfaVII339.pdf>
- Hyatt, L.A., M.S. Rosenberg, T.G. Howard, G. Bole, W. Fang, J. Anastasia, K. Brown, R. Grella, K. Hinman, J.P. Kurdziel and J. Gurevitch. (2003). The distance dependence

prediction of the Janzen-Connell hypothesis: a meta-analysis. *Oikos* 103(3): 590-602.
<https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.12235.x>

Hurtado, I. (2012). La ecología como ciencia, su historia, campo de estudio e importancia.
Recuperado de
<http://roa.uveg.edu.mx/repositorio/licenciatura/130/LaEcologacomocienciasuhistoria campodeestudioeimportancia.pdf>

Iglesias, A. Baldo, M y Casas, J. (2016). ¿Las plantas pueden revertir su sexo?. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO). pp.12-16. DOI: <https://doi.org/10.14198/cdbio.2016.50.03>

Jácome, J. (2012). Establecimiento, inducción y evaluación a callogénesis in vitro de meristemas apicales de árboles jóvenes de romerillo (*Podocarpus oleifolius*) como futura estrategia de conservación de la especie en el distrito metropolitano de Quito (tesis de grado), Quito.

Jorgense, P. y León-Yáñez (Eds.) (1999). Catalogue of the vascular plantas of Ecuador. Missouri Botanical Garden. Saint Louis. USA. 1181 pp.

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. pp.96. Recuperado de: <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/5374>

Lamprech, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Trad. Dr. Antonio Carrillo. Sección de biometría forestal de la Universidad de Freigung, Alemania. 335 pp.

Leigue, J. (2011). Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. *Acta Amazónica* (online) Vol. 41(1).

Recuperado de: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0044-59672011000100016&script=sci_arttext&tlng=es

Lovera, S. (2006). Ir a la raíz del problema: Las causas de la deforestación y de la degradación forestal. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/MS12B-S.HTM>

Maciel, C. Manríquez, N. Aguilar, P y Sánchez, G. (2015). El área de distribución de las especies: revisión del concepto. Scielo, 25(2). Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662015000200001

Malleux, J. (1974). Análisis de dispersión de 10 especies forestales de bosque húmedo tropical. Revista Forestal de Perú. Vol 5(1). pp 1-12. Recuperado de: <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rfp/article/view/1094/1044>

Marín, A. (1998). Ecología y silvicultura de las Podocarpaceas andinas de Colombia. Smurfit. Carton (Colombia). 17-34 p.

Martella, B. Trumper, E. Bellis, L. Reinoson, D, Giordano, P. Bazzano, G y Gleise, R. (2012). Manual de Ecología Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. Reduca, 5(1), p.31. Recuperado de <http://www.revistareduca.es/index.php/biologia/article/viewFile/905/918&a=bi&page=1&w=100>

Martínez, M y Álvarez, E. (1995). Ecología de poblaciones de plantas en una selva húmeda de México. Bol.Soc.Bot, 56 .pp.121-153. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/260596882_Ecologia_de_poblaciones_de_plantas_en_selvas_humedas_de_Mexico

- Mejía, D. Tonon, M y Abad, L. (2018). Distribución potencial del género *Polylepis* en la Cuenca del río Paute bajo un escenario de cambio climático. Revista de la facultad de Ciencias químicas. ISBNN: 1390-1869. Recuperado de: academia.edu/2215-Texto%20del%20art%C3%ADculo-6330-2-10-20181129.pdf
- Milla, L. (2007). Historia de la ecología (tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_1934.pdf
- Ministerio del Ambiente (MAE). (2013). Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito. pp. 235.
- Ministerio del Ambiente (MAE). (2018). Las normas para el manejo forestal sostenible de los bosques. pp 40.
- Mogrovejo, P. (2017). Bosques y cambio climático en Ecuador: el regente como actor clave en la mitigación de cambio climático (tesis de maestría), Universidad Andina Simón Bolívar. Quito.
- Montañez, R. Escudero, C y Duque, A. (2010). Patrones de Distribución Espacial Arbóreas en bosques de Alta montaña del Departamento de Antioquia, Colombia. Revista Facultad Nacional de Agropecuaria Medellín. Vol. 63(2). ISSN 5629-5638.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1 Recuperado de <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metoII.pdf>
- Morlans, M. (2004). Introducción a la ecología de poblaciones. Recuperado de <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Morlans-2004.pdf>

- 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 Vol 1(1). Pp 88-99. Recuperado de: https://mluisforestal.files.wordpress.com/2015/12/revista-cif_2010_vol-1-no-1.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). pp 14. ISSN: 2528-7818.
- Navarro, M. González, L. Flores, R y Amparán, R. (2015). Fragmentación y sus implicaciones. Recuperado de <http://www.cuc.udg.mx/sites/default/files/publicaciones/2015%20-%20Fragmentaci%C3%B3n%20y%20sus%20implicaciones.%20An%C3%A1lisis%20y%20reflexi%C3%B3n%20documental.pdf>
- Norden, N. (2014). Del porqué la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales. Colombia Forestal, 17(2), 247-261. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/>
- Orbe, T. (2015). Aumenta deforestación en el sur de Ecuador [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.scidev.net/america-latina/agropecuaria/noticias/aumenta-deforestacion-en-el-sur-de-ecuador.html>
- Ordoñez, O. (2011). Propuesta de zonificación silvícola para áreas deforestadas de los bosques Montanos de la provincia de Loja, Ecuador. (Tesis de maestría). Universidad de La Habana. Cuba. pp 107.

- Orozco, N y Brumer, C. (2002). Inventarios forestales para bosques latifoliaII en América central. Recuperado de: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2600/Inventarios_forestales_para_bosques_latifoliaII.pdf
- Ohl, C y Bussmann, R. (2004). Recolonisation of Natural Landslides in Tropical Mountains Forest of Southern Ecuador. Feddes Repertorium 115: 3-4: 248-264.
- Owen, B. (2003). La aplicación de la teoría de metapoblaciones para la conservación de plantas raras: el caso de *Polygonella basiramia* en el Matorral de Florida, EstaII UniII. Ecosistemas, 3(2), pp. 1-5. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/540/54012204.pdf>
- Pannell, J y Santos del Blanco, L. (2014). Evolución de la agregación y separación de sexos: ¿Qué hemos aprendido de la poblaciones ibéricas de *Mercurialis annua*?. Ecosistemas. España. Vol23(3). pp: 13-22. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/540/54032954003.pdf>
- Population demography (Demografía poblacional) por OpenStax College, Biology, CC BY 4.0; descarga gratis el artículo original en <http://cnx.org/contents/185cbf87-c72e-48f5-b51e-f14f21b5eabd@10.12>
- Ramón, P. (2009). Modelos en Ecología: Un enfoque a la Distribución espacial de especies vegetales mediante procesos de puntos. Universidad Nacional de Loja. pp Recuperado de: https://www.academia.edu/2572854/Modelos_en_Ecolog%C3%ADa_Un_enfoque_a_la_distribuci%C3%B3n_espacial_de_especies_vegetales_mediante_procesos_de_puntos?auto=download

- Rivera, A. Aguilar, P. Sánchez, N. Sánchez, L. Vázquez, S y Iglesias, L. (2012). Estructura poblacional y distribución espacial de *Ceratozamia mexicana* BRONGN. (ZAMIACEAE) en un ambiente conservado y en I perturbado. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, Vol. 15(2), pp. 110-117. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/939/93924626016.pdf>
- Saboya, N. (2013). Distribución espacial de las especies arbóreas aprovechables de la parcela de corta anual 2 bloque II DE LA COMUNIDAD NATIVA Santa Mercedes, Rio Putumayo, Perú. (Tesis de grado). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Perú. Pp 81. Recuperado de : <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2439/Distribuci%C3%B3n%20espacial%20de%20las%20especies%20arb%C3%B3reas%20aprovechables.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sáenz, C. Linding, R. Joyce, D. Beaulieu, J. Bradley, S y Jaquish, B. (2014). Migración asistida de las poblaciones forestales para la adaptación de árboles ante el cambio climático. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. Vol 22(3).pp 303-323. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v22n3/2007-4018-rcscfa-22-03-00303-es.pdf>
- Santos, T y Tellería, L. (2006). Perdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2), p.10. Recuperado de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/viewFile/180/177>
- Serrada, R. (2003). Regeneración natural: Situaciones concepto, factores y evaluación. *Ciencias Forestales*, (15). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/40836433_Regeneracion_natural_situaciones_concepto_factores_y_evaluacion

Sierra, R. Cerón, C. Palacios, W y Valencia, R. (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF – BIRF y EcoCiencia Quito, Ecuador.

Sinche, L. Castillo, M y Peralta, O. (2007). Estado de conservación, propagación asexual y sexual en invernadero y laboratorio de II especies de Podocarpaceas, procedentes de la Reserva Comunal Angashcola (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Loja.

Smith, Thomas y Smith, Robert. (2007). Ecología. Recuperado de http://www.geografiafisica.org/sem_2016_02/geo131/fuentes/SMITH-Ecologia.PDF

Toledo, M. Villegas, Z. Licon, J. Alarcón, A. Soriano, M. Bustamante, Y y Vroomans, V. (2011). Densidad poblacional y efecto del aprovechamiento forestal en la regeneración natural y el crecimiento diamétrico de la mara (*Swietenia macrophylla* King). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/263041126_Densidad_poblacional_y_efecto_del_aprovechamiento_forestal_en_la_regeneracion_natural_y_el_crecimiento_diametrico_de_la_mara_Swietenia_macrophylla_King

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2013). Especies para restauración. Recuperado de https://www.especiesrestauracion-uicn.org/data_especie.php?sp_name=Podocarpus%20oleifolius

Vásquez, R. 1997. Fórmula de las Reservas Biológicas de Iquitos, Perú. Missouri Botanical Garden Press/Volumen63/Herbario Reinaldo Espinoza de la Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador. 1046 pp.

Vicuña, E. (2005). Las Podocarpaceas de os bosques montanos del noroccidente peruano.

Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. Vol.12(2). pp. 283-288. ISSN 1727-9933

Yaguana, C. Lozano, D. Neill, D y Asanza, M. (2012). Diversidad florística y estructura

del bosque nublado del Rio Numbala, Zamora-Chinchiipe, Ecuador: “El bosque gigante” de Podocarpus adyacente al Parque Nacional Podocarpus. Revista

Amazónica: Ciencia y Tecnología 1(3), pp. 1-15. Recuperado de

<https://www.uea.edu.ec/cipca/images/revista-cientifica-articulo-5-vol-1-N->

3_ASANZA.pdf

Anexo 2. Cálculo del Índice de Morisita para determinar distribución espacial

SITIO 1: BOSQUE COMUNAL ANGASHCOLA AMALUZA		
Cuadrante	<i>Nº individuos observados</i>	<i>x²</i>
1	8	64
2	33	1089
3	30	900
4	36	1296
5	45	2025
6	28	784
Total	180	6158
1. CÁLCULO INDICE DE MORISITA		
$I_d = n \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \sum_{i=1}^n X_i}{(\sum_{i=1}^n X_i)^2 - \sum_{i=1}^n X_i}$ $I_d = 6 \frac{(6158) - (180)}{(180)^2 - (180)}$ $I_d = 1,11$		
2. CÁLCULO INDICE DE UNIFORMIDAD		
$M_u = \frac{\chi^2_{(0,975)} - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1}$ $M_u = \frac{0,831 - 6 + (180)}{(180) - 1}$ $M_u = 0,98$		
3. CÁLCULO INDICE DE AGREGACIÓN		
$M_c = \frac{\chi^2_{(0,025)} - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1}$ $M_c = \frac{12,83 - 6 + 180}{180 - 1}$ $M_c = 1,04$		

4. CÁLCULO INDICE DE MORISITA ESTANDARIZADO

INTERPRETACION	FÓRMULA	CÁLCULO
$I_d \geq M_c > 1.0$	$I_p = 0,5 + 0,5 \left(\frac{I_d - M_c}{n - M_c} \right)$	$I_p = 0,5 + 0,5 \left(\frac{I_d - M_c}{n - M_c} \right)$
$M_c > I_d \geq 1.0$	$I_p = 0,5 \left(\frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$	$I_p = 0,5 + 0,5 \left(\frac{1,11 - 1,04}{6 - 1,04} \right)$
$1.0 > I_d > M_u$	$I_p = -0,5 \left(\frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$	
$1.0 > M_u > I_d$	$I_p = -0,5 + 0,5 \left(\frac{I_d - M_u}{M_u} \right)$	$I_p = 0,507$ AGREGADA

SITIO 2: PREDIOS DE LA FUNDACIÓN ECOLOGICA ARCOIRIS		
Cuadrante	Nº individuos observados	x2
1	4	16
2	6	26
3	5	25
4	6	36
5	8	64
6	5	25
Total	34	1156
n	6	

1. CÁLCULO INDICE DE MORISITA

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

$$I_d = 6 \frac{(1156) - (34)}{(34)^2 - (34)}$$

$$I_d = 6$$

2. CÁLCULO INDICE DE UNIFORMIDAD

$$M_u = \frac{\chi^2_{(0,975)} - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1}$$

$$M_u = \frac{0,831 - 6 + (34)}{(34) - 1}$$

$$M_u = 0,87$$

3. CÁLCULO INDICE DE AGREGACIÓN

$$M_c = \frac{\chi^2_{(0,025)} - n + \sum X_i}{(\sum X_i) - 1}$$

$$M_c = \frac{12,83 - 6 + 34}{34 - 1}$$

$$M_c = 1,24$$

4. CALCULO INDICE DE MORISITA ESTANDARIZADO

INTERPRETACION	FÓRMULA	CÁLCULO
$I_d \geq M_c > 1.0$	$I_p = 0,5 + 0,5 \left(\frac{I_d - M_c}{n - M_c} \right)$	$I_p = 0,5 + 0,5 \left(\frac{I_d - M_c}{n - M_c} \right)$
$M_c > I_d \geq 1.0$	$I_p = 0,5 \left(\frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$	$I_p = 0,5 + 0,5 \left(\frac{6 - 1,24}{6 - 1,24} \right)$
$1.0 > I_d > M_u$	$I_p = -0,5 \left(\frac{I_d - 1}{M_u - 1} \right)$	
$1.0 > M_u > I_d$	$I_p = -0,5 + 0,5 \left(\frac{I_d - M_u}{M_u} \right)$	$I_p = 1,00$ AGREGADA

Anexo 3. Cuadro resumen de la densidad poblacional de *Podocarpus oleifolius* D. Don en los dos sitios de estudio por cuadrante.

CUADRANTE	N° ind		Dr (%)	
	S1	S2	S1	S2
1	12	4	5,91	11,76
2	31	6	15,27	17,65
3	33	5	16,26	14,71
4	45	6	22,17	17,65
5	54	8	26,11	23,53
6	29	5	14,29	14,71
TOTAL	204	34	100	100
Ind/ha	136	22,67		

Anexo 4. Poster científico y certificado de participación en el evento organizado por la Universidad Nacional de Loja.





Evaluación de parámetros poblacionales de *Podocarpus oleifolius* D. Don y regeneración natural en dos relictos boscosos del sur del Ecuador

Adriana Nohemi Encarnación¹, Zhofre Huberto Aguirre Mendoza²

Introducción

Los Romerillos, son las únicas coníferas nativas que se encuentran en la región sur de Ecuador. Con el transcurso del tiempo, el valor comercial de esta especie y la demanda de madera a aumentado de manera notable, provocando la sobreexplotación de los individuos y la degradación de su hábitat y la reducción de sus poblaciones, alterando los procesos reproductivos.

Por ello para la conservación y manejo de esta especie, es necesario generar conocimientos sobre su bioecología, que involucre componentes como: abundancia relativa y/o tamaño poblacional; factores causales de su distribución y abundancia; aspecto que es fundamental en el estudio de la dinámica poblacional de especies vegetales, así como también conocer el estado de su regeneración natural (Smith y Smith, 2007).

Metodología

Estudio de Regeneración Natural de *Podocarpus oleifolius*

La evaluación se realizó en dos sitios de la región sur de Ecuador, uno en la Reserva Comunal Bosque de Angashcola y el otro en la finca de la Fundación Arcoiris en San Francisco.

Se instalaron dos transectos cada uno con tres parcelas anidadas de 50 m x 50 m) en las cuales se instalaron cinco subparcelas de 10 m x 10 m. En estas últimas se registraron datos sobre la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don, de acuerdo a las siguientes categorías (Aguirre, 2011):

- Brinzal: 0,30 a < 1,5 m de altura
- Latizal alto: 1,50 m altura 4,9 cm DAP
- Latizal bajo: 5- 9,9 cm DAP

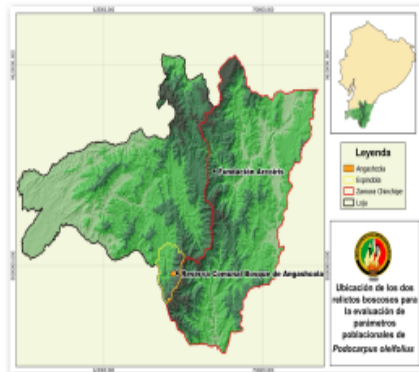


Figura 1. Ubicación de los relictos boscosos para evaluar regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don

Resultados

En la reserva comunal Bosque de Angashcola, la regeneración natural se encuentra categorizada de la siguiente manera: se registra un total de 42 individuos para la categoría de *brinzal*, mientras que para la categoría de *latizal bajo* los individuos registrados son 27, lo que significa que en esta reserva la dinámica de la regeneración natural es interesante, además de observaciones preliminares se estima que los individuos no llegan a sobrevivir, pues no se registran individuos en la categoría *latizal alto*.

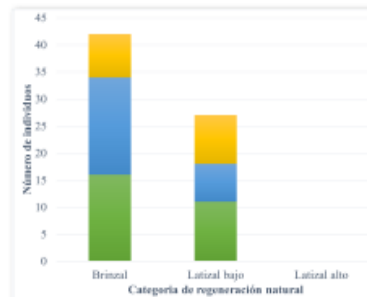
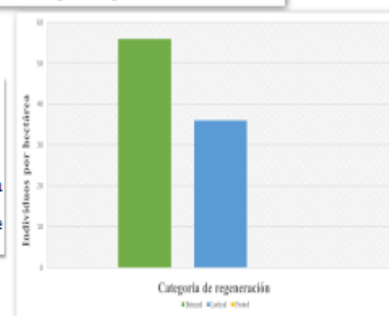


Figura 2. Abundancia de la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don en la Reserva Comunal Bosque de Angashcola

Figura 3. Densidad de la regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don en la Reserva Comunal Bosque de Angashcola



Conclusion

- La regeneración natural es un factor importante, ya que indica como se encuentra y cual será el futuro de la especie, se observa que la mayor regeneración natural esta contenida en la categoría brinzal, siendo incierta su maduración.

Bibliografía

- Aguirre, Z. (2011). Métodos para medir la biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. Pág. 82.
- Smith, T y Smith, R. (2007). Ecología España. Pág. 775.

Anexo 5. Fotografías del proceso de desarrollo de la presente investigación

