

CARACTERIZACIÓN DEMOGRÁFICA DE *Podocarpus oleifolius* D. Don EN LA VEREDA  
EL LÍBANO, SOTARÁ, CAUCA



CAMILO JOSÉ LÓPEZ DUYMOVIC  
FARID ERNESTO PERDOMO HURTADO

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL  
POPAYÁN  
2022

CARACTERIZACIÓN DEMOGRÁFICA DE *Podocarpus oleifolius* D. Don EN LA VEREDA  
EL LÍBANO, SOTARÁ, CAUCA

CAMILO JOSÉ LÓPEZ DUYMOVIC  
FARID ERNESTO PERDOMO HURTADO

Trabajo de grado en la modalidad de Investigación para optar al título de  
Ingeniero Forestal

Directores  
Ph. D. JORGE ANDRÉS RAMÍREZ CORREA  
Mg. ADRIANA MARÍA MARÍN VELÉZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL  
POPAYÁN  
2022

## Nota de aceptación

Los Directores y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación por sus autores y lo encuentran satisfactorio.

---

Ph. D. JORGE ANDRÉS RAMÍREZ CORREA  
Director



---

Mg. ADRIANA MARÍA MARÍN VÉLEZ  
Directora

---

Presidente del Jurado



Jurado

Popayán, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 2022

## **DEDICATORIA**

Esto va dedicado a nuestros padres Oscar López, Vilma Duymovic, Jaime Perdomo y Gloria Hurtado que, con su amor, sus enseñanzas y su paciencia nos han permitido alcanzar un sueño más.

A nuestros hermanos, familiares y amigos que, con su apoyo incondicional, consejos y risas también hicieron posible alcanzar este sueño.

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestro más profundo agradecimiento a la Universidad del Cauca que nos abrió sus puertas para formarnos como Ingenieros Forestales y personas. Además, es un orgullo para nosotros haber estudiado en una de las mejores Universidades Públicas del país y que ante la situación que atraviesan las Universidades Públicas podemos decir con euforia y satisfacción “Pública te recibimos, Pública te entregamos”.

A nuestros profesores por compartir todo su conocimiento y calidad humana.

A nuestros directores Adriana María Marín Vélez y Jorge Andrés Ramírez Correa, por su acompañamiento, apoyo y orientación en el desarrollo y culminación de este trabajo.

A nuestros colegas y amigos Jhon Alexander Cerón Narváez, Julián Andrés Yotengo Velasco y Milton Javier Escobar Chimbaco, quienes nos brindaron su ayuda y acompañamiento en el desarrollo de nuestro trabajo de campo.

A nuestro profesor Román Ospina quien estuvo presente en el inicio del trabajo y nos ayudó en el desarrollo del trabajo en la identificación de especies.

A la comunidad de la vereda El Líbano, quienes permitieron que esta investigación se pudiera llevar a cabo.

## TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. MARCO REFERENCIAL	17
1.1 MARCO TEÓRICO	17
1.1.1 La familia Podocarpacea	17
1.1.2 Estructura de los bosques de podocarpaceas	17
1.1.3 <i>Podocarpus oleifolius</i> .	17
1.1.3.1 Descripción taxonómica	17
1.1.3.2 Descripción morfológica	17
1.1.3.3 Ecología	17
1.1.3.4 Distribución	18
1.1.3.5 Importancia	18
1.1.4 Demografía de especies forestales	18
1.1.5 Distribución espacial	18
1.1.5.1 Índices de aplicación en parcelas	18
1.1.5.2 Índices basados en medidas de distancia	19
1.1.5.3 Índices que requieren conocer las posiciones de todos los árboles	19
1.1.6 Estructura horizontal	20
1.1.6.1 Ajuste de distribución	20
1.1.6.2 Índice Valor de Importancia	20
1.1.7 Estructura vertical	21
1.1.8 Diversidad	21
1.1.8.1 Diversidad alfa	21
1.1.8.2 Diversidad beta	22
1.1.8.3 Diversidad gamma	22
1.2 MARCO HISTÓRICO	23
2. METODOLOGÍA	25

2.1 LOCALIZACIÓN	25
2.2 ETAPA DE CAMPO	26
2.2.1 Reconocimiento del terreno, los individuos de <i>P. oleifolius</i> y su clasificación por sexo y tamaño	26
2.2.1.1 Reconocimiento del terreno	26
2.2.1.2 Censo	26
2.2.2 Caracterización de relictos de bosque con presencia de <i>P. oleifolius</i>	26
2.2.2.1 Muestreo	26
2.2.2.2 Montaje de subparcelas	26
2.2.2.3 Medición de la vegetación	26
2.2.2.4 Recolección de muestras botánicas de vegetación	26
2.3 ETAPA DE ANÁLISIS DE DATOS	27
2.3.1 Identificación de la vegetación	27
2.3.2 Estudio de la estructura horizontal y vertical de <i>P. oleifolius</i>	27
2.3.2.1 Estructura horizontal	27
2.3.2.2 Estructura vertical	27
2.3.3 Estudio de la diversidad	27
2.3.4 Estudio de la distribución espacial	28
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
3.1 CENSO DE <i>P. oleifolius</i>	29
3.2 ESTRUCTURA POBLACIONAL DE <i>P. oleifolius</i>	30
3.3 VEGETACIÓN ASOCIADA A <i>P. oleifolius</i>	32
3.3.1 Estructura horizontal de la vegetación asociada a <i>P. oleifolius</i>	32
3.3.1.1 Índice de Valor de Importancia.	32
3.3.1.2 Estructura diamétrica	33
3.3.1.3 Estructura área basal.	33
3.3.2 Estructura vertical de la vegetación asociada A <i>P. oleifolius</i>	34
3.3.2.1 Estructura de alturas.	34
3.3.2.2 Perfil de vegetación.	34
3.3.3 Riqueza de especies y diversidad alfa de la vegetación asociada a <i>P. oleifolius</i>	37
3.3.4 Diversidad beta de la vegetación asociada a <i>P. oleifolius</i>	41
3.3.4 Diversidad gamma	42

3.5 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE <i>P. oleifolius</i>	42
4. CONCLUSIONES	45
5. RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	47
ANEXOS	54



## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa de la vereda El Líbano y los bosques de estudio	25
Figura 2. Diagrama de las subparcelas utilizadas para la caracterización de tres relictos de bosques con presencia de <i>P. oleifolius</i>	26
Figura 3. Clases diamétricas de los individuos que conforman la población de <i>P. oleifolius</i> ubicados en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca.	31
Figura 4. Índice de Valor de Importancia para la vegetación asociada a <i>P. oleifolius</i> en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención, ubicados en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca	32
Figura 5. Distribución diamétrica para la vegetación asociada a individuos de <i>P. oleifolius</i> ubicados en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención, en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca	33
Figura 6. Distribución de área basal para la vegetación asociada a individuos de <i>P. oleifolius</i> ubicados en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención, en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca	34
Figura 7. Distribución de alturas para la vegetación asociada a individuos de <i>P. oleifolius</i> ubicados en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención, en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca	34
Figura 8. Perfil de la vegetación asociada a individuos de <i>P. oleifolius</i> en el fragmento de bosque denominado BI (Bosque Intervenido) ubicado en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, Departamento del Cauca	35
Figura 9. Perfil de la vegetación asociada a individuos de <i>P. oleifolius</i> en el fragmento de bosque denominado BMI (Bosque Medianamente Intervenido) ubicado en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, Departamento del Cauca	36
Figura 10. Perfil de la vegetación asociada a individuos de <i>P. oleifolius</i> en el fragmento de bosque denominado BNI (Bosque No Intervenido) ubicado en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, Departamento del Cauca	36
Figura 11. Dendrograma de similitud de especies en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención asociados con <i>P. oleifolius</i> en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca	41

Figura 12. Distribución espacial de individuos de *P. oleifolius* en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca 43

Figura 13. Patrón de distribución espacial de individuos de *P. oleifolius* para el área completa muestreada y en los tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca 44

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Índices de distribución espacial univariados basados en el conocimiento de la posición de todos los árboles	19
Tabla 2. Índices de distribución espacial bivariados basados en el conocimiento de la posición de todos los árboles	20
Tabla 3. Funciones de ajustes de distribución	20
Tabla 4. Índices para el cálculo del IVI	21
Tabla 5. Índices para calcular la diversidad alfa	22
Tabla 6. Índices para calcular la diversidad beta	22
Tabla 7. Detalles de intervención de los bosques de la vereda El Líbano, municipio de Sotará, Cauca	25
Tabla 8. Proporción de sexo y DAP promedio en árboles de <i>Podocarpus oleifolius</i> en los bosques de la vereda El Líbano	29
Tabla 9. Índices de diversidad alfa de la vegetación asociada a individuos de <i>P. oleifolius</i> ubicados en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención, en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca	39
Tabla 10. Índices de diversidad beta de la vegetación asociada a individuos de <i>P. oleifolius</i> ubicados en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención, en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca	41

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO A. Individuos de <i>P. oleifolius</i> censados en la vereda El Líbano	54
ANEXO B. Especies asociadas a <i>P. oleifolius</i> en el BI	59
ANEXO C. Especies asociadas a <i>P. oleifolius</i> en el BMI	62
ANEXO D. Especies asociadas a <i>P. oleifolius</i> en el BNI	65

## **GLOSARIO**

DAP: Diámetro a la altura del pecho

IVI: Índice de Valor de Importancia

BI: Bosque Intervenido

BMI: Bosque Medianamente Intervenido

BNI: Bosque No Intervenido

PO: Potrero

## RESUMEN

En Colombia las áreas de bosque altoandino se han reducido y por ende especies como *Podocarpus oleifolius* presentan una disminución considerable en sus poblaciones y se encuentran en estado crítico de extinción. Con el fin de caracterizar una de las pocas poblaciones de la especie remanente del departamento del Cauca, en este trabajo se evaluaron aspectos demográficos de las poblaciones de *P. oleifolius* como el número de individuos, la proporción de sexos, la estructura poblacional, la vegetación asociada y la distribución espacial en tres bosques con un gradiente de intervención y potreros en la vereda El Líbano (municipio de Sotará). Se encontró que la población de *P. oleifolius* se compone de 223 individuos en los cuatro sitios, y la población presentó una estructura diamétrica unimodal en los potreros y las hembras del bosque no intervenido, mientras que una distribución en *J* invertida en los bosques intervenidos y medianamente intervenidos. Las especies asociadas a *P. oleifolius* con mayor IVI fueron *Ruagea hirsuta* en el bosque intervenido, y *Weinmannia pubescens* en el bosque medianamente intervenido y no intervenido. A pesar de que el área de muestreo es pequeña, aparecen 32 géneros asociados a la especie. La estructura diamétrica, de área basal y de alturas se presenta en *J* invertida para cada bosque a excepción de la estructura de alturas del bosque no intervenido que fue unimodal. La diversidad alfa fue mayor en el bosque intervenido y la diversidad beta muestra mayor similitud en entre el bosque intervenido y el bosque medianamente intervenido. Los resultados indican que *P. oleifolius* tiene una proporción mayor de hembras que de machos, su distribución espacial es en agregados y aparentemente la población está envejeciendo debido al poco reclutamiento de individuos jóvenes.

Palabras clave: *Podocarpus oleifolius*, bosque altoandino, diversidad, distribución espacial.

## ABSTRACT

In Colombia, the high Andean Forest areas has been reduced and therefore species as *Podocarpus oleifolius* shows an important decrease in its population and it is in a critical state of extinction. With the aim of describing each one of the few remaining populations of the specie in the department of Cauca, this research evaluates demographic aspects of the *P. oleifolius* populations, such as the number of individuals, sex ratio, population structure, associated vegetation and the spatial distribution in three forests with an intervention gradient and paddocks in the village of Líbano, municipality of Sotará. It was found that the *P. oleifolius* population is made up of two hundred twenty-three individuals in the four places, it presents a unimodal diametric structure in the paddocks and female not intervened forest while in the intervened and moderately intervened forests it has an invested *J* distribution. The species associated to the *P. oleifolius* with higher IVI were the *Ruagea hirsutea* in the intervened forest and the *Weinmannia pubescens* in the moderately intervened and non-intervened forests. Despite the limited sampling area, there were found thirty-two genders associated with the specie. The diametric structure, basal area and height shows an invested *J* for each one of the forests except for the non-intervened forest height structure, which was unimodal. Alpha diversity was higher in the intervened forest and the beta diversity showed a greater similarity between the intervened forest and the moderately intervened forest. The results showed that the *P. oleifolius* has a higher proportion of females than males, its spatial distribution is based in aggregates and apparently, the population is aging due to the low young individual recruitment.

Keywords: *Podocarpus oleifolius*, High Andean Forest, Diversity, Spatial Distribution

## INTRODUCCIÓN

*Podocarpus oleifolius* es una conífera que se encuentra desde el sur de México, hasta el norte de Bolivia y Chile, en lugares entre los 1500 hasta los 2800 msnm (Hughes, 1983; D'arcy, 1989). En Colombia, *P. oleifolius* es una de las 5 coníferas nativas que se encuentra en las 3 cordilleras en los bosques altoandinos (Hughes, 1983; D'arcy, 1989) y es una especie de vital importancia, puesto que conserva los suelos, estabiliza los cauces, sirve como alimento para la avifauna y sirve de sustento económico para algunas familias por su madera (Marín, 1998; UICN, 2006; CAR, 2018).

Las poblaciones de *P. oleifolius*, se han reducido en más de un 30% en el país (CAR, 2018), ello debido a la tala indiscriminada que han sufrido los bosques altoandinos para su transformación a pastizales y a la explotación de su madera, la cual es empleada como materia prima para la construcción de postes, muebles y de algunos instrumentos musicales (Vásquez, 2010). *P. oleifolius* es una especie dioica, lo cual, junto a la presión mencionada previamente, ha llevado a que la especie se encuentra incluida en la Lista Roja de Especies Amenazadas de UICN (2006) y recientemente se haya catalogado en la categoría crítica a la extinción (Quijano, 2016), dado al aislamiento de los relictos de bosque donde la especie permanece. Además, dado el aislamiento sexual de los individuos de la especie, se ve afectada negativamente la polinización, la producción de semillas fértiles y la diversidad genética de sus poblaciones (Gómez, 2010).

Pese a la importancia de la especie y su actual estado crítico de conservación, son pocas las investigaciones que se han realizado de sus poblaciones. Por ello, se sugieren estudios demográficos que permitan conocer más acerca del estado de la población, así como sus asociaciones, su estructura poblacional y su distribución espacial (Brigham y Thomson, 2003). Además, los estudios de distribución espacial en una comunidad de especies se pueden utilizar para generar hipótesis sobre los posibles procesos que influyen en la estructura de la población (Fangliang *et al.*, 1997) y así diseñar medidas de gestión adecuadas para evitar su declive y eventual extinción (Begoña, 2002).

Este trabajo de investigación pretende evaluar los aspectos demográficos de las poblaciones de *P. oleifolius* entre ellos el número de individuos, la proporción de sexos, la estructura poblacional, la vegetación asociada y la distribución espacial en tres bosques y potreros localizados al oriente del departamento del Cauca (vereda El Líbano, municipio de Sotará).



## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1 MARCO TEÓRICO

**1.1.1 La familia Podocarpácea.** Las podocarpáceas son una familia de coníferas que adquiere su nombre del género *Podocarpus*, el cual es el más representativo. La palabra *Podocarpus* proviene etimológicamente de las raíces griegas *podos* que significa pie y *carpos* que significa fruto; esto se debe a que la mayoría de las especies de esta familia y en particular del género *Podocarpus*, poseen un receptáculo conspicuo y carnoso en la base del fruto (Marín, 1998). La familia podocarpácea consta de 12 géneros y alrededor de 125 especies, de los cuales, tres de estos géneros se encuentran en Colombia: *Podocarpus*, *Prumnopitys* y *Retrophyllum* (Monserrath y Cueva, 2006).

**1.1.2 Estructura de los bosques de podocarpáceas.** Los rodales típicos de *P. oleifolius* presentan una distribución diamétrica en *J invertida*, donde los árboles superiores a 20 cm de DAP se ubican en las categorías diamétricas menores y las frecuencias porcentuales más bajas en las categorías diamétricas mayores (Veillon, 1962).

#### 1.1.3 *Podocarpus oleifolius*.

##### 1.1.3.1 Descripción taxonómica.

Reino: Plantae  
Phylum: Tracheonphuya  
Clase: Pinospida  
Orden: Pinales  
Familia: Podocarpaceae  
Género: *Podocarpus*  
Especie: *Oleifolius*

**1.1.3.2 Descripción morfológica.** *P. oleifolius* es un árbol de gran porte, que presenta alturas máximas de 40 metros y diámetros máximos de 2 metros. La corteza es lisa, delgada y de color rojo pálido. La copa de los árboles es grande e irregular; con follaje perenne y con hojas simples, alternas, lanceoladas, coriáceas, rígidas y espiraladas, de hojas color verde fosforescente cuando son jóvenes, mientras que cuando maduran exhiben un color verde oscuro en el haz y en el envés un verde pálido. Tiene conos masculinos y femeninos solitarios y axilares, su fruto es una drupa y su semilla es globosa o ligeramente ovoide (Marín, 1998).

**1.1.3.3 Ecología.** *P. oleifolius* es una especie característica del dosel, en algunos bosques es codominante y se asocia con los géneros *Weinmannia*, *Clusia*, *Ocotea*,

Befaria, Miconia, Freziera, Oreopanax, Myrcia, Solanum, Brunelia, Havetia, Piper y Palicourea (Marín, 1998). La especie suele crecer en pendientes mayores del 50% y en suelos casi siempre pobres, ácidos y pedregosos. Se encuentra generalmente en zonas de vida de bosque húmedo y muy húmedo Montano bajo (bh-MB) (Marín, 1998).

En países como Venezuela, Ecuador, Colombia, Perú se distribuye entre los 1800 y los 3700 msnm, en zonas con precipitaciones promedio entre los 1000 y 4000 mm (Marín, 1998).

**1.1.3.4 Distribución.** *P. oleifolius* se distribuye desde el sur de México (Chiapas y Oaxaca), pasando por Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú hasta Bolivia (Torres 1988). En Colombia se encuentra reportada en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Chocó, Cauca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Valle del Cauca. A la especie comúnmente se le conoce como Clavellino, Pino real, Pino colombiano o Chaquiro (CAR, 2018).

**1.1.3.5 Importancia.** La importancia ecológica de *P. oleifolius* reside en que la especie conserva suelos y estabiliza cauces, mientras sus frutos hacen parte de la dieta del perico paramuno (*Leptosittaca banickii*) (Marín, 1998). Asimismo, es una especie que su madera se utiliza en la construcción y ebanistería (Calderón *et al.*, 2002).

**1.1.4 Demografía de especies forestales.** La demografía estudia las diferentes clases de individuos, el número de individuos de una población, la tasa de natalidad y mortalidad y el reclutamiento en los estratos, permitiendo conocer más sobre la dinámica de las especies. Dicha información facilita la comprensión de los efectos de las actividades antrópicas, sobre los procesos ecológicos básicos para la toma de decisiones que permitan efectuar un manejo sostenible de las especies y ecosistemas (Flores, 2011).

**1.1.5 Distribución espacial.** La distribución de una población hace referencia a la ubicación de sus individuos en un espacio y tiempo determinado. Los patrones espaciales se clasifican dependiendo de su arreglo espacial entre: uniforme (cuando la distribución de los individuos de una población es equitativa), aleatoria (cuando la distribución de los individuos de una población no tiene ningún patrón establecido) y agrupada (cuando la distribución de los individuos de una población es en grupos) (Barbour *et al.*, 1987).

Se han empleado diferentes índices para determinar la distribución espacial como se detalla a continuación (Ledo *et al.*, 2012).

**1.1.5.1 Índices de aplicación en parcelas.** Son índices que se calculan en parcelas regulares; algunos son sensibles a la forma de la parcela, el tamaño y su cercanía. En esta categoría se encuentran los índices de parcelas aledañas: Fisher (1992), David y

Moore (1954), Douglas (1975), Lloyd (1967) y Morisita (1959), los de parcelas aledañas y cuadradas: Kershaw (1960), Hill (1973) y Perry (1998) y los índices de parcelas no necesariamente aledañas y sin la misma forma: Moran (1950) y Gearly (1954).

**1.1.5.2 Índices basados en medidas de distancia.** Estos índices pueden ser aplicados en parcelas regulares e irregulares. Para aplicarlos es necesario conocer la distancia que hay de un árbol a los árboles más cercanos. En esta categoría se encuentran los índices de distancias árbol-árbol: Clark y Evans (1954), Skelman (1952), los índices de distancia punto-árbol: Pielou (1959) y Eberhardt (1967), los índices de distancias árbol-árbol y punto-árbol: Hopkins y skellman (1954) y Nyth y Ripley (1980) y los índices de distancia árbol-dos árboles: Holgate (1965) y Batchelker (1971).

**1.1.5.3 Índices que requieren conocer las posiciones de todos los árboles.** Son índices que se pueden emplear en parcelas regulares o irregulares. Estos índices utilizan estadísticos y describen la correlación que hay en un patrón de puntos. Entre estos índices se encuentran las funciones acumulativas, las cuales evalúan el número de árboles alrededor de cada árbol y las funciones no acumulativas que evalúan las distancias de cada árbol a un radio determinado.

En las funciones acumulativas se encuentra la función K de Ripley K(r) y la función L L(r), la cual es una modificación de la función K(r) que permite la estabilización de la varianza y una mejor interpretación gráfica (Wiegand y Moloney, 2014).

En las funciones no acumulativas se encuentra la función grupo de correlación de pares g(r) que es una función de correlación espacial que analiza el cambio de densidad de puntos a varias escalas (Stoyan y Stoyan 1994), es decir, describe la distribución de puntos en un rango dado. Finalmente, se encuentra la función O-ring O(r), que mide la densidad de puntos dentro de un anillo de radio r alrededor de un patrón espacial (Wiegand y Moloney, 2014). Dichas funciones pueden ser univariadas o bivariadas relacionando adicionalmente otra variable como sexo o especies (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Índices de distribución espacial univariados basados en el conocimiento de la posición de todos los árboles

Nombre	Índice	Notación
K de Ripley	$K(r) = \lambda \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{\delta(r)}{n}$	
L(r)	$L(r) = \left( \sqrt{\frac{K^2(r)}{\pi}} \right) - r$	$\lambda$ = área de la parcela irregular $\delta$ = Factor de corrección del efecto borde $r$ = Distancia entre dos árboles
Grupo correlación por pares	$g(r) = \frac{1}{2\pi r} \frac{dK(r)}{dr}$	
O-ring	$O(r) = \lambda g(r)$	

Fuente: Wiegand y Moloney (2014)

Tabla 2. Índices de distribución espacial bivariados basados en el conocimiento de la posición de todos los árboles

Nombre	Índice	Notación
K de Ripley	$K(r) = n_1^{-1}n_2^{-1}\lambda \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{\delta(r)}{n}$	$\lambda$ = área de la parcela irregular $n_1$ = Tipo de puntos tipo 1 $n_2$ = Tipo de puntos tipo 1 $\delta$ = Factor de corrección del efecto borde $r$ = Distancia entre dos árboles
Función L	$L(r) = \left( \sqrt{\frac{K^2(r)}{\pi}} \right) - r$	
Grupo correlación por pares	$g(r) = \frac{1}{2\pi r} \frac{dK(r)}{dr}$	
O-ring	$O(r) = \lambda g(r)$	

Fuente: Wiegand y Moloney (2014)

**1.1.6 Estructura horizontal.** La estructura horizontal, permite observar la participación de una especie con respecto a las demás y la distribución de las especies a través de distribuciones diamétricas o de área basal (Urrego y Echeverri, 2003).

**1.1.6.1 Ajuste de distribución.** Son ajustes que comprueban si la distribución de la muestra de datos difiere significativamente de la muestra teórica (Calderón *et al.*, 2015). En bosques, es el resultado de agrupar los árboles dentro de ciertos intervalos de diámetro, área basal o altura y observar si los datos se ajustan con los teóricos (Restrepo *et al.*, 2012).

Hay varios modelos de ajuste, entre los cuales destacan el ajuste Weibull y LogNormal, los cuales son los ajustes de distribución más utilizadas y versátiles para modelar datos y la distribución (Tabla 3) (Calderón *et al.*, 2015).

Tabla 3. Funciones de ajustes de distribución

Nombre	Función	Notación
Weibull	$b * a((b * x)^{a-1}) * \exp(-b*x)^a$	$a$ : parámetro de escala $b$ : parámetro de forma $x$ : variable independiente
LogNormal	$\frac{1}{x * \sigma * \sqrt{2 * \pi}} * \exp(-0.5*((\log(x-\mu))/\sigma)^2)$	$x$ : variable independiente $\sigma$ : varianza Log: logaritmo natural

**1.1.6.2 Índice Valor de Importancia.** Este índice se utiliza para medir el valor ecológico de las especies dentro de un ecosistema. Se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia, la frecuencia y la dominancia relativas (Tabla 4) (Mostacedo y Fredericksen, 2000). La Abundancia es el número de árboles por especie en una parcela. Hay dos tipos de abundancia: la abundancia absoluta que es el número de individuos por

especie y la relativa que es la proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema; la Frecuencia, es la probabilidad de que aparezca una especie en una parcela. Hay dos tipos de frecuencia: la frecuencia absoluta que es la existencia de la especie en todas las subparcelas y la frecuencia relativa que es la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies; y, la Dominancia, es el espacio que ocupan las especies en una comunidad. Hay dos tipos de dominancia: la dominancia absoluta que expresa el área ocupada por cada especie y la dominancia relativa que es la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en porcentaje (Melo y Vargas, 2003).

Tabla 4. Índices para el cálculo del IVI

Nombre	Índice	Notación
IVI	$IVI = Ar + Fr + Dr$	
Abundancia	$Ar = \left( \frac{Ab}{\Sigma Ab \text{ de todas las especies}} \right) * 100$	Ab: Abundancia absoluta
Frecuencia	$Fr = \left( \frac{Fb}{\Sigma Fb \text{ de todas las especies}} \right) * 100$	Fb: Frecuencia absoluta
Dominancia	$Dr = \left( \frac{Db}{\Sigma Db \text{ de todas las especies}} \right) * 100$	Db: Dominancia absoluta

Fuente: Melo y Vargas (2003).

**1.1.7 Estructura vertical.** La estructura vertical, permite observar el comportamiento de los árboles de una especie o de un bosque por clase de altura (Urrego y Echeverri, 2003).

El Perfil de vegetación es una herramienta empleada para describir bidimensionalmente la estructura vertical de bosques, es decir, representa las plantas en los diferentes estratos de la comunidad vegetal (Matteucci y Colma, 1982).

**1.1.8 Diversidad.** La diversidad biológica se refiere a la variedad y abundancia de especies, su composición genética, comunidades, ecosistemas y paisajes en los cuales ésta ocurre; igualmente se refiere a las estructuras ecológicas, funcionales y procesos de todos los niveles (Magurran, 1988).

**1.1.8.1 Diversidad alfa.** Es la riqueza de especies de una comunidad en específico y se mide a nivel local. Los índices más utilizados son los índices de Simpson, Shannon, Margalef y Menhinick (Melo y Vargas, 2003).

El índice de Simpson tiene en cuenta la dominancia de especies y representa la probabilidad de que dos individuos de una comunidad al ser sacados al azar pertenezcan a la misma especie. El índice de Shannon indica que tan uniformes están representadas

las especies y mide la probabilidad de seleccionar todas las especies en todas las muestras. El índice de Margalef estima la riqueza de especies y relaciona el número de especies de acuerdo con el número total de individuos (Villareal *et al.*, 2004). Por otro lado, el índice de Menhinick, al igual que el de Margalef se basa en relacionar el número de especies y el número total de individuos observados los cuales se incrementan al aumentar el tamaño de la muestra (Tabla 5) (Moreno, 2001).

Tabla 5. Índices para calcular la diversidad alfa

Nombre	Índice	Notación
Margalef	$DMg = \frac{S - 1}{Ln(N)}$	S: Número de especies N: Número de individuos pi: Proporción de individuos de la especie i con respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): ni /N
Shannon	$H' = \sum pi * \ln(pi)$	ln: Logaritmo natural.
Menhinick	$DMn = \frac{S}{\sqrt{N}}$	E(S): número esperado de especies n: número total de individuos en la muestra
Simpson	$S = \sum pi^2$	Ni: número de individuos de la iésima especie

Fuente: Melo y Vargas (2003)

**1.1.8.2 Diversidad beta.** Es la similitud o disimilitud que hay entre comunidades en el área de estudio. Mientras menos especies compartan las comunidades, mayor será la diversidad beta. Los índices más empleados para el cálculo de la diversidad beta son los índices de Jaccard y Sorensen (Moreno, 2001).

El índice de Jaccard mide la similitud de especies relacionando el número de especies compartidas con el número de especies exclusivas en dos sitios y el índice de Sorensen relaciona las abundancias de las especies compartidas con la media aritmética de dos sitios (Tabla 6) (Villareal *et al.*, 2004).

Tabla 6. Índices para calcular la diversidad beta

Nombre	Índice	Notación
Jaccard	$IJ = \frac{A}{A + B - C} * 100$	A: Número de especies en la comunidad A B: Número de especies en la comunidad B
Sorensen	$IC = \frac{2A}{2A + B + C} * 100$	C: Número de especies en ambas comunidades.

Fuente: Melo y Vargas (2003)

**1.1.8.3 Diversidad gamma.** Es la riqueza de especies de un grupo de hábitats a escala de paisaje o región. La diversidad gamma resulta de la diversidad alfa de las

comunidades individuales y del grado de diferenciación entre ellas (diversidad beta) (Moreno 2001).

$$\text{Diversidad Gamma} = \text{diversidad alfa} * \text{diversidad beta} * \text{dimensión de la muestra} \quad (\text{Ec. 1})$$

## 1.2 MARCO HISTÓRICO

Son pocos los estudios reportados para *P. oleifolius*, sin embargo, se destacan algunos sobre la propagación vegetal (sexual y asexual) de esta especie realizados por Marín (1998). En este estudio, se obtuvo un porcentaje de germinación del 10% a los 9 meses, un 89% de enraizamiento con la aplicación de ácido Indolbutírico (AIB) con 4000 ppm, un 84% de enraizamiento con 2000 ppm de AIB y sin tratamiento, se obtuvo un 80% de enraizamiento.

Castillo y Cueva (2006) determinaron el enraizamiento de estacas y esquejes *Prumnopitys montana* y *P. oleifolius* con diferentes concentraciones de ácido Indolbutírico (AIB), además del crecimiento de plántulas de dichas especies provenientes de regeneración natural en condiciones de invernadero con sustratos diferentes. El resultado del estudio realizado en *P. oleifolius*, mostró un enraizamiento promedio del 2.4% en 240 días para las estacas y un enraizamiento promedio del 33% en 180 días para esquejes. En promedio, las plántulas de *P. oleifolius* extraídas de regeneración natural mostraron un crecimiento de 6.1 cm en altura y 0.15 cm en diámetro en un periodo de un año.

En un estudio más reciente, Galarraga (2015) observó el establecimiento y la propagación *in vitro* de *P. oleifolius* vía organogénesis a partir de segmentos apicales de árboles jóvenes, con concentraciones de sales de MS (50 y 100%) y de Bencil amino Purina (BAP) (0.5 y 1. mg/L); aquí se logró la multiplicación *in vitro* de la especie, pese a ello, se observó que los reguladores de crecimiento no aumentaron el número de brotes por explante.

Adicional a esto, se han reportados estudios sobre la diversidad genética de la especie y su madera. Rivera (2007), evaluó la diversidad genética y la distribución espacial genética de las poblaciones de *P. oleifolius* en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca y Boyacá; en donde se encontró que la diversidad genética es más alta en las poblaciones de Antioquia, dado que éstas muestran menor heterocigosidad y endogamia. Por otra parte, el análisis de varianza molecular (AMOVA), mostró que un 63% de la variación se debe a las diferencias entre poblaciones, un 19% a diferencias entre poblaciones regionales y un 18% a diferencias entre regiones. El análisis espacial reveló que los individuos separados a 150.8 km están relacionados genéticamente.

Igualmente, Ornelas *et al* (2019) evaluó la distribución geográfica desde hace 130.000 años y la variación genética de 29 poblaciones de *Podocarpus matudae*, *Podocarpus*

*guatemalensis* y *P. oleifolius* en varias regiones de Mesoamérica. Los modelos generados mostraron que las poblaciones de *P. oleifolius* se extendieron a tierras bajas y al sur de Mesoamérica; esto, principalmente por las condiciones climáticas generadas hace 130.000 años. Cabe mencionar que hay una diferenciación genética entre estas especies a lo largo de Mesoamérica, sin embargo, en México es posible que las tres especies mencionadas se estén hibridando.

Del mismo modo, han sido reportados estudios sobre ciertos aspectos demográficos de la especie. Quijano (2016) evaluó la densidad poblacional de *P. oleifolius* en bosques de Antioquia, en donde se encontró que el 60% de las poblaciones estudiadas presentan una baja densidad poblacional y la especie estaría resistiendo a un alto grado de extinción en zonas silvestres, clasificándose en la categoría ESTADO CRÍTICO (CR) según la metodología de la UICN. Recientemente, Aguirre y Encarnación (2021) evaluaron la estructura poblacional y la regeneración natural de *P. oleifolius* en una región de los andes ecuatorianos, encontrando que las poblaciones de la especie son pequeñas y se distribuyen espacialmente en agregados y con una mayor proporción de hembras que de machos.

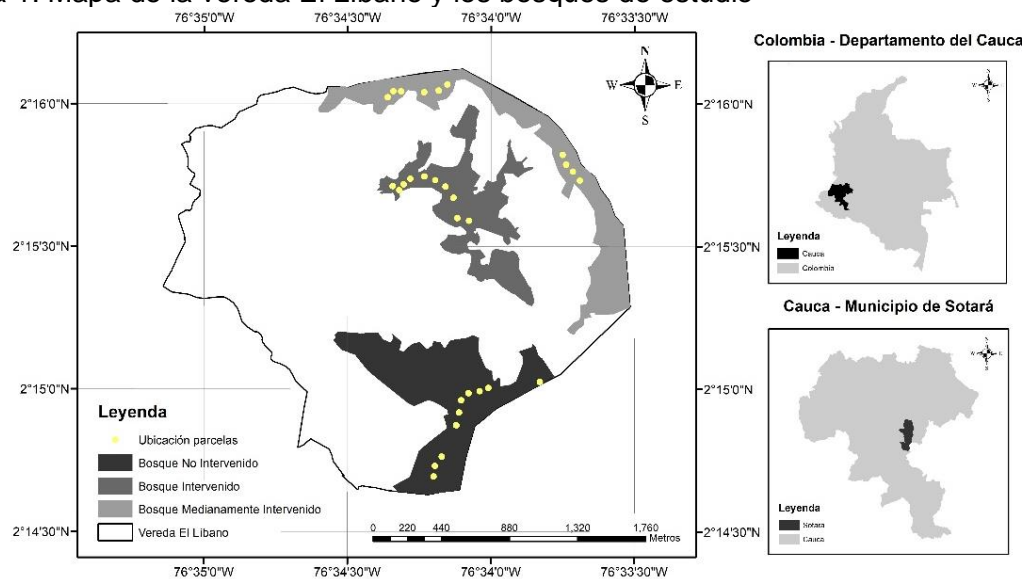


## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó en tres fragmentos de bosque con diferentes tipos de intervención ubicados al oriente del departamento del Cauca (vereda El Líbano, municipio de Sotará) (Figura 1). El área se encuentra entre las coordenadas N 2° 15' 55.1" y W 76° 34' 0.67". La zona de estudio posee una superficie de 386.4 ha y una elevación entre 2900 y 3600 msnm. La precipitación de la zona es de 2434 mm anuales y la temperatura promedio es de 14° C (IDEAM, 2019). El relieve de la zona es montañoso y los suelos son moderadamente profundos y algunas veces presentan capas cascajos y pedregosas. La textura del suelo varía entre franco arenosa, franco-arcillosa, arenosa y el pH del suelo es ligeramente ácido (5.6-6.4) con altos contenidos de carbono en los primeros 100 cm (Alcaldía de Sotará, 2020).

Figura 1. Mapa de la vereda El Líbano y los bosques de estudio



Contiene el mapa de la vereda El Líbano	Autores: Camilo José López Duymovic y Farid Ernesto Perdomo Hurtado	Plano general
Fuente: Instituto Geográfico Agustín Cadazzi	1 centímetro = 200 metros	Fecha: 10 de Noviembre de 2020

Tabla 7. Detalles de intervención de los bosques de la vereda El Líbano, municipio de Sotará, Cauca

Sitio	Intervención
Bosque Intervenido – BI	Con evidencia de intervención. Los pobladores de la vereda extraen madera de este sitio para construcción y leña.
Bosque Medianamente Intervenido – BMI	Con evidencia de intervención. Los pobladores de la vereda con poca frecuencia suelen extraer leña de este bosque.
Bosque No Intervenido – BNI	Sin evidencia de intervención. Los pobladores de la vereda no ingresan a este bosque, por su lejanía y sus pendientes.

## 2.2 ETAPA DE CAMPO

### 2.2.1 Reconocimiento del terreno, los individuos de *P. oleifolius* y su clasificación por sexo y tamaño.

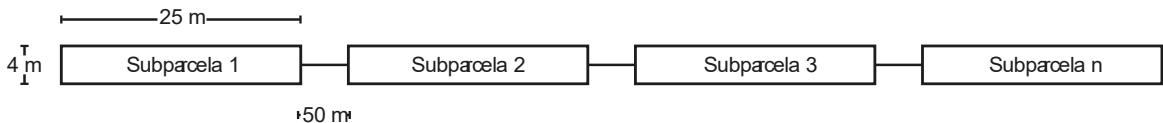
**2.2.1.1 Reconocimiento del terreno.** Se reunió a la comunidad de la vereda El Líbano para socializar el trabajo y localizar varios individuos de *P. oleifolius*.

**2.2.1.2 Censo.** Se censaron todos los individuos de *P. oleifolius* con un DAP mayor a 10 cm presentes en los bosques y potreros del área de estudio. A cada individuo se le midió el diámetro con una cinta diamétrica, la altura con un clinómetro y se georreferenció con un GPS. Además, con el uso de binoculares (y en ocasiones a simple vista) se estableció el sexo de los individuos; esto a través de la observación de estróbilos masculinos o femeninos que estaban presentes en los árboles o en el suelo.

### 2.2.2 Caracterización de relictos de bosque con presencia de *P. oleifolius*.

**2.2.2.1 Muestreo.** Se realizaron tres transectos de 1000 m<sup>2</sup>; en cada uno de los tipos de bosque. Cada transecto se dividió en 10 subparcelas de 25x4 m y se separaron cada 50 m (dicha distancia se respetó generalmente a excepción de algunos casos donde debido a las condiciones del terreno no fue posible).

Figura 2. Diagrama de las subparcelas utilizadas para la caracterización de tres relictos de bosques con presencia de *P. oleifolius*



**2.2.2.2 Montaje de subparcelas.** Para el montaje de las subparcelas se estableció un vértice de inicio, se corrigió la pendiente (si era necesario) y se verificaron los ángulos rectos.

**2.2.2.3 Medición de la vegetación.** A cada individuo con un DAP mayor a 10 cm dentro de las subparcelas se le midió el diámetro a la altura del pecho con una cinta diamétrica y la altura con un clinómetro Suunto Tadem.

**2.2.2.4 Recolección de muestras botánicas de vegetación.** En los casos en los que no fue posible identificar las especies a simple vista o con binoculares, se utilizó un trimmer

(baja ramas) para la recolección de muestras botánicas y establecimiento de la vegetación asociada a *P. oleifolius*.

## 2.3 ETAPA DE ANÁLISIS DE DATOS

**2.3.1 Identificación de la vegetación.** Mediante el uso de guías taxonómicas y el apoyo de expertos se realizó la identificación de las especies asociadas a *P. oleifolius*.

### 2.3.2 Estudio de la estructura horizontal y vertical de *P. oleifolius*.

**2.3.2.1 Estructura horizontal.** Para analizar la estructura horizontal de la vegetación asociada a *P. oleifolius* se calculó el IVI y se construyeron las distribuciones diamétricas y de área basal para cada bosque. Los análisis se realizaron en el paquete estadístico R con los paquetes Vegan y ggplot2 y el paquete estadístico Python con los paquetes matplotlib.pyplot y scipy.optimize.

**2.3.2.2 Estructura vertical.** Para analizar la estructura vertical de la vegetación asociada a *P. oleifolius* se establecieron la distribución de alturas y se realizó un perfil vertical de vegetación en cada bosque; dónde se escogieron las subparcelas de la mitad de cada bosque. Se precisó información de los individuos tales como: altura, su ubicación dentro de la parcela y diámetro de la copa. Para realizar las distribuciones de alturas se utilizó el paquete estadístico Python con los paquetes matplotlib.pyplot y scipy.optimize.

### 2.3.3 Estudio de la diversidad.

Diversidad alfa. Para calcular la diversidad alfa, se emplearon los índices de Simpson, Shannon, Margalef y Menhinick. Además, se calcularon las curvas de acumulación de especies con la frecuencia acumulada, la riqueza de especies y se realizaron curvas de rarefacción. Estos índices se calcularon en el paquete estadístico R con los paquetes Vegan, BiodiversityR y abdiv.

Diversidad beta. Para calcular la diversidad beta se emplearon los índices de Jaccard y Sorenson. Además, se realizó un dendrograma para ver la similitud entre sitios. Estos índices se calcularon en el paquete estadístico R con los paquetes BiodiversityR, betapart, dendrogram y abdiv.

Diversidad gamma. Para el cálculo de la diversidad gamma se empleó la siguiente ecuación:

$$D. Gamma = diversidad\ alfa * diversidad\ beta * dimensión\ de\ la\ muestra$$

**2.3.4 Estudio de la distribución espacial.** Los patrones de distribución espacial de *P. oleifolius* se calcularon para los bosques y para la vereda, en esta última se tuvieron en cuenta las coordenadas de los individuos presentes en los potreros. Se efectuaron análisis bivariados con 999 simulaciones Monte Carlo, empleando la función  $L(r)$ , la función  $g(r)$  y la función  $O(r)$ . Para calcular los patrones de distribución espacial se empleó el software *Programita* versión 2018.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 CENSO DE *P. oleifolius*

De los 223 individuos de *P. oleifolius* registrados en la vereda El Líbano, 118 fueron hembras y 105 machos. El sitio con más individuos fue el PO (132), seguido por el BNI (50), el BI (24) y el BMI (17) (Tabla 7). Además, en cada sitio se observó una mayor proporción de hembras a excepción del PO, donde la proporción de sexos fue mayor en los machos.

Tabla 8. Proporción de sexo y DAP promedio en árboles de *P. oleifolius* en los bosques de la vereda El Líbano

Sitio	Sexo	No. Individuos	Proporción	DAP cm
Bosque intervenido (BI)	Machos	6	0.25	30.22
	Hembras	18	0.75	41.88
	Total	24		
Bosque medianamente intervenido (BMI)	Machos	7	0.41	51.45
	Hembras	10	0.59	46.64
	Total	17		
Bosque no intervenido (BNI)	Machos	20	0.40	35.06
	Hembras	30	0.60	54.75
	Total	50		
Potrero (PO)	Machos	72	0.54	74.30
	Hembras	60	0.46	83.75
	Total	132		

En poblaciones adultas es frecuente ver que las proporciones entre sexos sean relativamente iguales (Allen y Antos, 1993; Carroll y Mulcahy, 1993). Sin embargo, los resultados obtenidos muestran una mayor proporción de hembras que machos en los bosques y concuerdan con los resultados reportados por Aguirre y Encarnación (2021). Esto puede deberse a que la proporción de sexos en especies anemófilas puede ser mayor en las hembras debido al azar (Prolux, 2004), además, la proporción sexual en especies dioicas podría ser una estrategia de reproducción, beneficiando al sexo menos abundante para reproducirse (Gómez *et al.*, 2009). Tal proporcionalidad también podría estar condicionada por factores ambientales, pues, las hembras prefieren hábitats con condiciones específicas, diferentes a los machos (Bierzuchudek y Eckhart, 1988).

La proporcionalidad de sexos en el PO fue mayor en los machos, probablemente porque las hembras presentaron mejores características fenotípicas y dasométricas, como fustes rectos y diámetros más grandes; y podrían ser más susceptibles a la extracción selectiva de madera.

De los tres bosques estudiados, el BNI fue en el que más se reportaron individuos (50), debido posiblemente a que la extracción de madera de *P. oleifolius* es difícil por el acceso y larga distancia a la vía.

### 3.2 ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *P. oleifolius*

El diámetro promedio de la población de *P. oleifolius* fue de 65.2 cm con valores mínimos de 10.5 cm y valores máximos de 180 cm (Tabla 7). Como se evidencia, las hembras de *P. oleifolius* mostraron mayores diámetros que los machos en todos los sitios a excepción del BMI, dónde los machos tuvieron diámetros más grandes que las hembras.

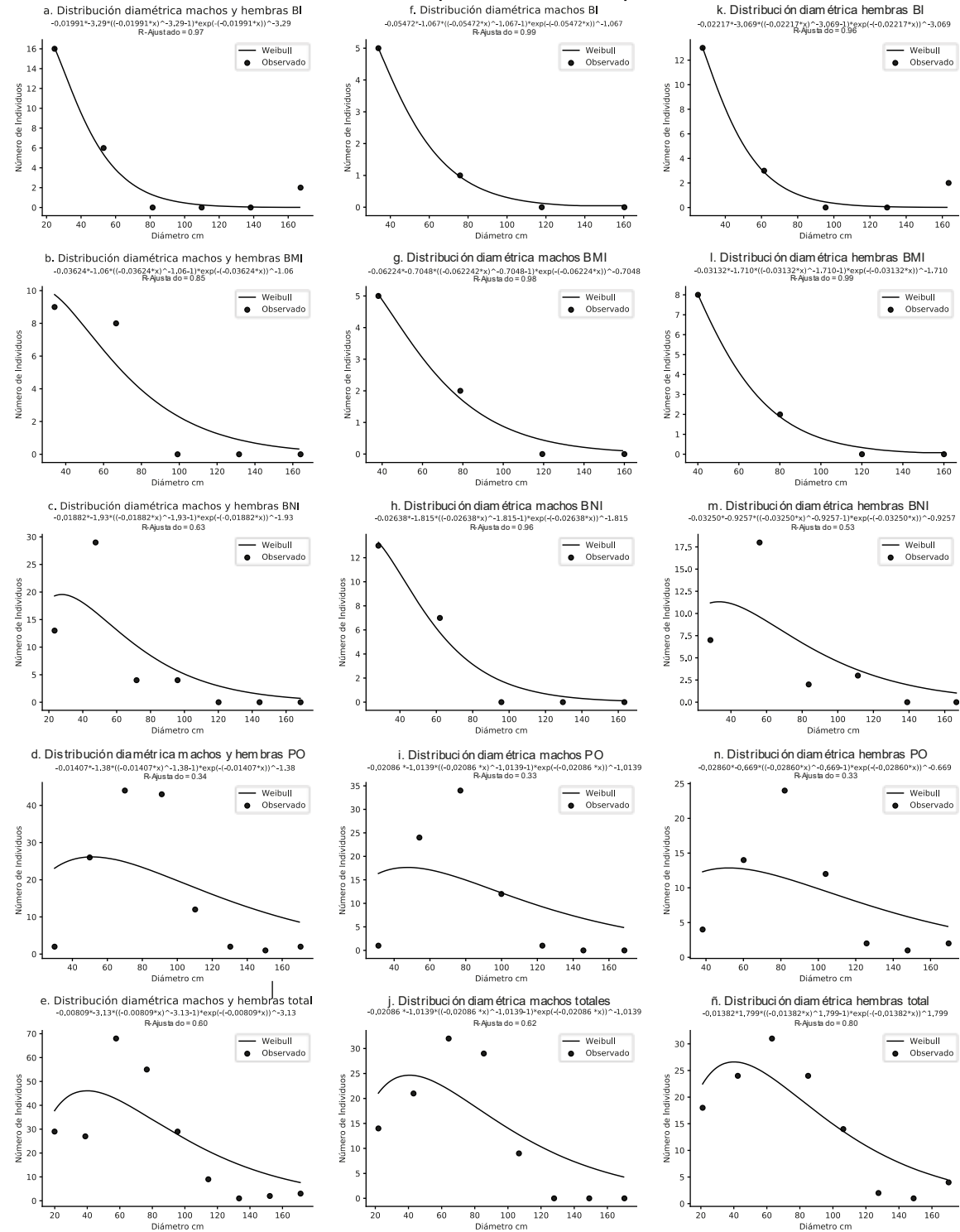
Se espera que en las especies dioicas los machos tengan mejores características fenotípicas y dasométricas que las hembras, ya que los machos asignan menos recursos en reproducción y los invierten en crecimiento, a diferencia de las hembras que asignan la mayor parte de recursos a la reproducción (Obeso, 2002; Massei *et al.*, 2006; Montesnos, 2007; Iszkulo *et al.*, 2009). No obstante, en este caso se observa lo contrario con las hembras de *P. oleifolius* y que estas presenten mejores características que los machos. La excepción en el BMI, las hembras podrían ser más pequeñas que los machos debido a la extracción selectiva de madera que se presencié este bosque en el pasado y por consiguiente solo quedaron las hembras con diámetros pequeños.

La estructura diamétrica de *P. oleifolius* para toda la población de la vereda el potrero PO y en el bosque BNI (en especial las hembras) presentaron un comportamiento unimodal, donde pocos individuos se ubicaron en las primeras clases diamétricas y en las últimas (Figura 3). La distribución diamétrica en el BNI y el PO indica que no hay un reclutamiento de individuos jóvenes y que la población estaría comenzando a envejecer, puesto que la mayoría de los individuos se encuentran en clases diamétricas adultas a excepción de los machos en el BNI que muestran un buen reclutamiento. Al respecto Lamprecht (1990) afirma que el comportamiento unimodal en las distribuciones diamétricas es un reflejo de que el reclutamiento de individuos jóvenes está siendo afectado. En el PO el reclutamiento se dificulta por la fuerte intervención antrópica (ganadera), sin embargo, en el bosque BNI al ser un bosque que presenta un dosel cerrado y claros que son colonizados rápidamente por especies pioneras, estos, son factores que limitan el ingreso de luz y por ende dificultan el establecimiento de la especie. En general, las especies tolerantes a la sombra y de crecimiento lento como *P. oleifolius*, pueden germinar y establecerse en doseles cerrados, pero dadas las condiciones de luz, muchos individuos entran en un proceso de suspensión en donde muchos individuos jóvenes mueren (Flórez y Paz 2019). Además, se observó que un escarabajo está afectando las yemas apicales de las plántulas de *P. oleifolius*, esto podría ser otro factor por el cual se esté limitando el reclutamiento de individuos jóvenes de la especie. Cabe señalar que solo se evaluaron individuos mayores o iguales a 10 cm de diámetro, por lo que no se consideran posibles renuevos juveniles de la especie.

En los bosques BI y BMI se observa una distribución en *J* invertida (Figura 3), indicando que hay un buen reclutamiento de individuos jóvenes de la población (Hall y Bawa, 1993; Condit *et al.*, 1998). En el BI, los individuos jóvenes de la población podrían ser abundantes debido a la interacción adecuada de los factores medioambientales y por factores externos como la cosecha de individuos adultos, lo que facilita la regulación de

las edades de la población, debido a la disminución del número de individuos maduros y viejos (Eleutério y Pérez, 2009).

Figura 3. Clases diamétricas de los individuos que conforman la población de *P. oleifolius* ubicados en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca.

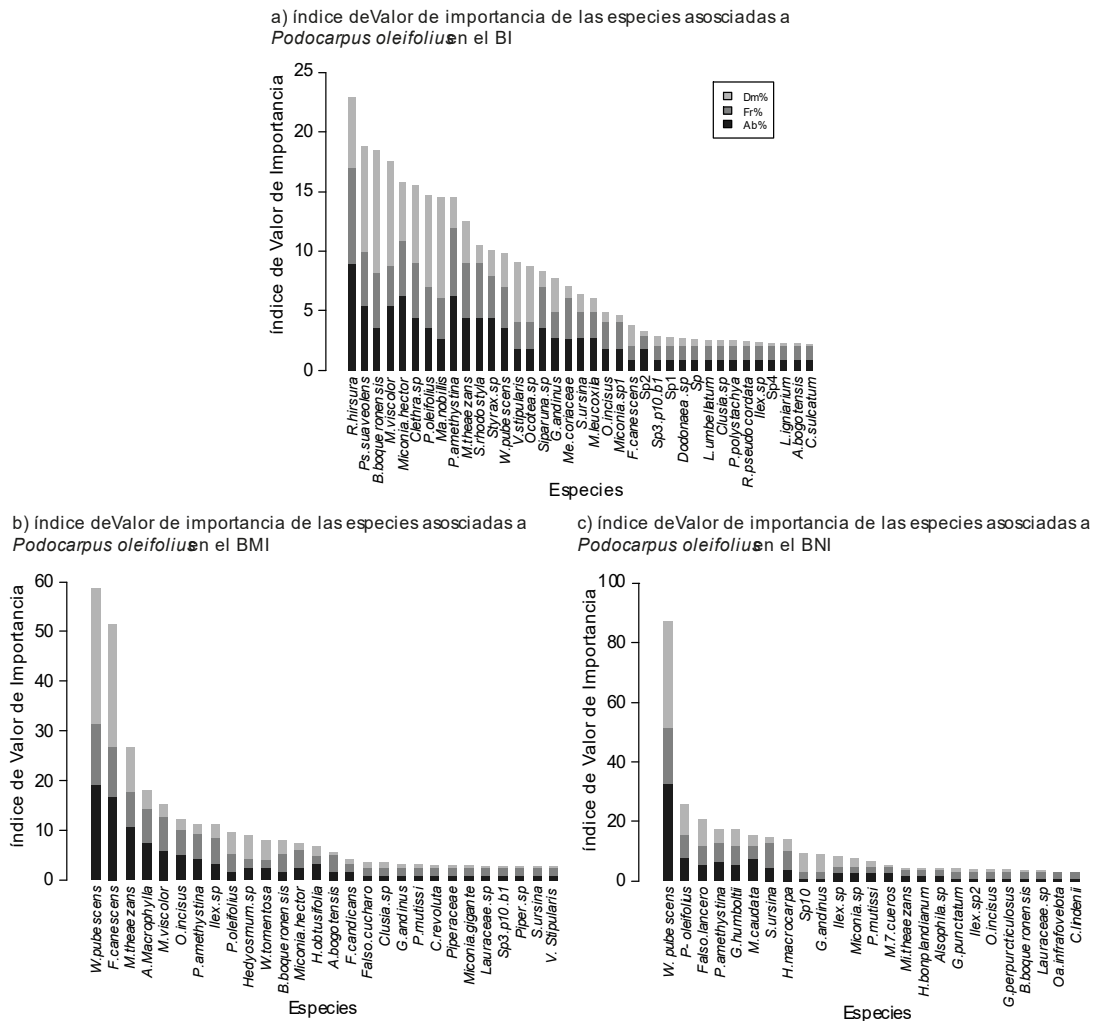


### 3.3 VEGETACIÓN ASOCIADA A *P. oleifolius*

#### 3.3.1 Estructura horizontal de la vegetación asociada a *P. oleifolius*

**3.3.1.1 Índice de Valor de Importancia.** La figura 4 muestra el Índice de Valor de Importancia de las especies más dominantes en cada bosque. Las especies más representativas del BI fueron *R. hirsuta* (ivi 22), *P. suaveolens* (ivi 18.77) y *B. boqueronensis* (ivi 18.46). Por otro lado, las especies más representativas del BMI fueron *W. pubescens* (ivi 58.11), *F. canescens* (ivi 40.6) y *M. theaezans* (ivi 31.2) y finalmente las especies más representativas del BNI fueron *W. pubescens* (ivi 89), *P. oleifolius* (ivi 25.7) y *Myrcine coriacea* (ivi 20.7).

Figura 4. Índice de Valor de Importancia para la vegetación asociada a *P. oleifolius* en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención, ubicados en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca.



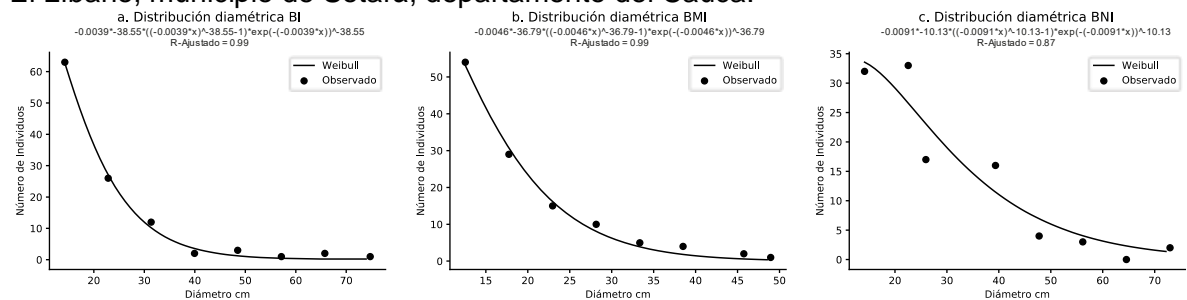


Al comparar el IVI de los tres bosques vemos que en el BI domina *R. hirsuta* (ivi 22), mientras que en el BMI y en el BNI domina *W. pubescens* (ivi 61 y 89 respectivamente). La dominancia de *R. hirsuta* dentro del BI podría deberse a las altas intervenciones que presenta este bosque, ya que es común la dominancia en bosques altoandinos no intervenidos o poco intervenidos de especies del género *Weinmannia* (CAR, 2007; Alvear *et al.*, 2010; Montenegro y Toro, 2010; Bohórquez *et al.*, 2012; Abadía, 2016), tal y como se observa en el BNI y en el BMI debido a que la especie presenta una mejor regeneración y tolerancia a los disturbios (CAR, 2016).

*P. oleifolius* ocupó el puesto siete en el bosque BI, el nueve en el bosque BMI y el dos en el bosque BNI. A pesar de que pocos individuos de la especie estuvieron dentro de las parcelas, la especie tuvo una buena representación, debido a los grandes diámetros de sus individuos.

**3.3.1.2 Estructura diamétrica.** Como se observa en la figura 5, las estructuras diamétricas de la vegetación asociada a *P. oleifolius* en cada bosque presentaron un comportamiento de *J* invertida, donde la mayoría de sus individuos se ubicaron en las primeras clases diamétricas (10 - 30 cm de diámetro).

Figura 5. Distribución diamétrica para la vegetación asociada a individuos de *P. oleifolius* ubicados en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención, en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca.

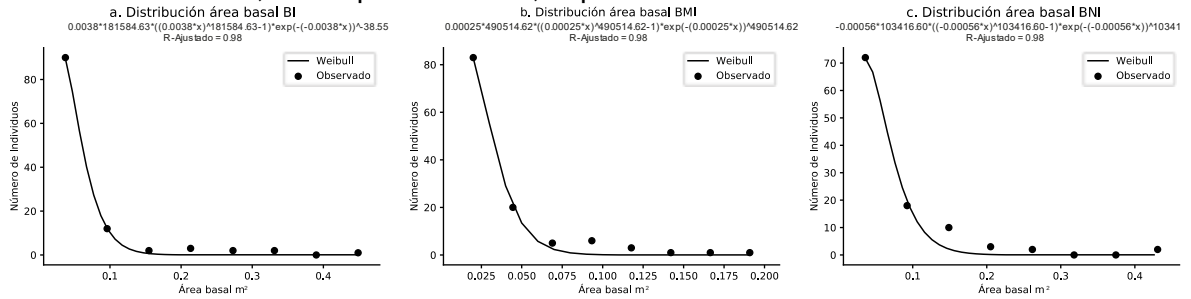


El comportamiento de *J* invertida indica que los bosques estudiados presentan gran abundancia de individuos jóvenes, lo cual, es una tendencia típica en bosques naturales relativamente saludables (Newton, 2007), es decir, en un buen estado de conservación y que disponen de un alto grado de regeneración natural debido a los disturbios que los acontecen (Phillips, 1994, Melo y Vargas 2003; Imaña J. *et al.* 2011). Para el BI, dichos disturbios se deben a la intervención antrópica mientras que en el BMI y en el BNI los disturbios se deben a eventos episódicos de origen natural como la caída de árboles seniles, fuertes vientos y/o caída de rayos que forman claros en los bosques permitiendo la germinación de especies con un banco de semillas en el área.

**3.3.1.3 Estructura área basal.** Al igual que para el diámetro, las estructuras de área basal de la vegetación asociada a *P. oleifolius* en cada bosque presentaron un comportamiento de *J invertida*. La estructura del área basal refleja un buen reclutamiento

de individuos jóvenes en los individuos más pequeños y concuerda con lo reportado en los modelos de distribución diamétrica (Figura 6).

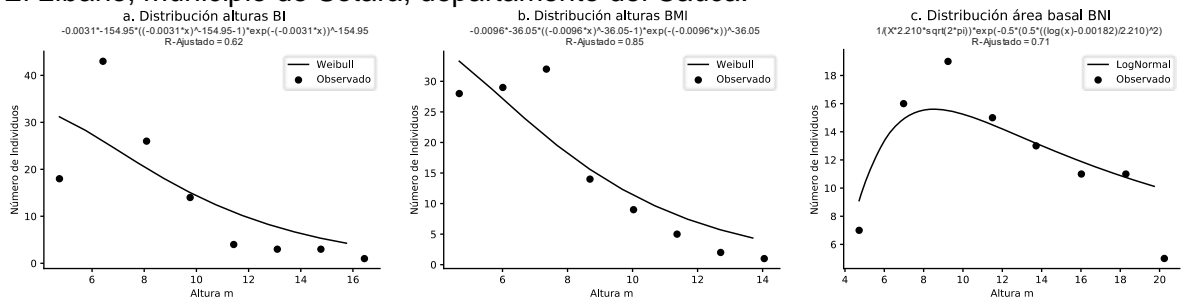
Figura 6. Distribución de área basal para la vegetación asociada a individuos de *P. oleifolius* ubicados en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención, en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca.



### 3.3.2 Estructura vertical de la vegetación asociada A *P. oleifolius*

**3.3.2.1 Estructura de alturas.** La distribución de alturas de la vegetación asociada a *P. oleifolius* en el BI y el BMI presentó una distribución de *J invertida*, mientras que en el BNI presentó una distribución unimodal asimétrica positiva (Figura 7). La estructura de *J invertida* en el BI y el BMI podría corresponder a la extracción selectiva que conlleva a la pérdida de individuos grandes (Melo y Vargas 2003). Por el contrario, el BNI que presenta una distribución unimodal asimétrica positiva algo característico en bosques antiguos que presentan muy poca intervención antrópica (Gutiérrez *et al.* 2004).

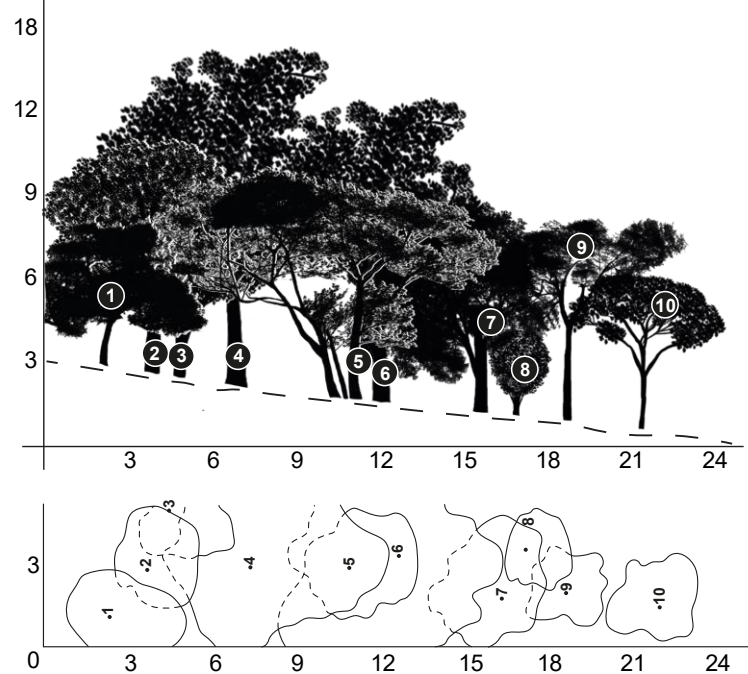
Figura 7. Distribución de alturas para la vegetación asociada a individuos de *P. oleifolius* ubicados en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención, en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca.



**3.3.2.2 Perfil de vegetación.** En el perfil vegetal del bosque BI se observa que la mayoría de las especies están representadas con un solo individuo a excepción de *P. oleifolius* que está representado con dos individuos (Figura 8). La distribución vertical de las copas es irregular ya que se presentan árboles con alturas desde los 4 a 17 metros de altura total aproximadamente.

En la figura 8, las especies correspondientes a la numeración son: 1. *Clusia* sp, 2. *R. pseudocordata*, 3. *R. Hirsuta*, 4. *P. oleifolius*, 5. *B. Boqueronensis*, 6. *P. oleifolius*, 7. *M. viscolor*, 8. *P. amethystyna*, 9. *M. nobilis*, 10. *Styrax* sp.

Figura 8. Perfil de la vegetación asociada a individuos de *P. oleifolius* en el fragmento de bosque denominado BI (Bosque Intervenido) ubicado en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, Departamento del Cauca.



En el perfil vegetal del bosque BMI se observa un mayor número de individuos ubicados a menor distancia entre ellos, la composición florística es más homogénea ya que en la mayoría está representado por *W. pubescens* (9 individuos), *Hedyosmum* sp (3 individuos) y *A. macrophylla* (2 individuos), las especies restantes cuentan con un solo individuo (Figura 9). La distribución vertical de las copas muestra dos estratos diferenciables de las especies dominantes y codominantes, aunque las alturas de los árboles son inferiores frente a la de los árboles del bosque intervenido, donde se observa alturas entre los 14 y 4 metros aproximadamente.

En la figura 9, las especies correspondientes a la numeración son: 1. *Hedyosmum* sp, 2. *W. pubescens*, 3. *W. pubescens*, 4. *Hedyosmum* sp, 5. *Hedyosmum* sp, 6. *W. pubescens*, 7. *W. pubescens*, 8. *W. pubescens*, 9. *W. pubescens*, 10. *W. pubescens*, 11. *W. pubescens*, 12. *A. macrophylla*, 13. *Ilex* sp, 14. *W. pubescens*, 15. *A. macrophylla*.

En el perfil de vegetación del bosque BNI, la composición florística está representada por 6 individuos de la especie *W. pubescens*, 4 individuos de la especie *P. mutisii*, 2 individuos de la especie *S. ursina*, las especies restantes están representadas con un solo individuo (Figura 10).

Figura 9. Perfil de la vegetación asociada a individuos de *P. oleifolius* en el fragmento de bosque denominado BMI (Bosque Medianamente Intervenido) ubicado en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, Departamento del Cauca.

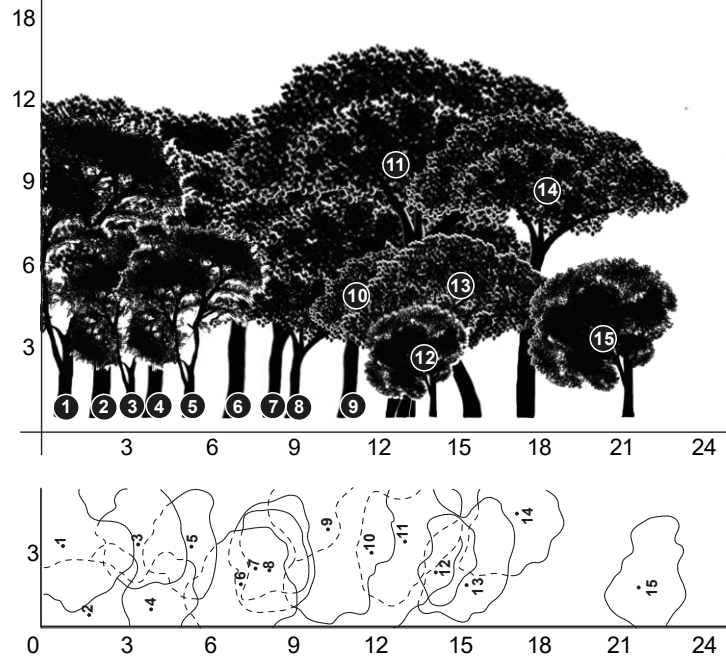
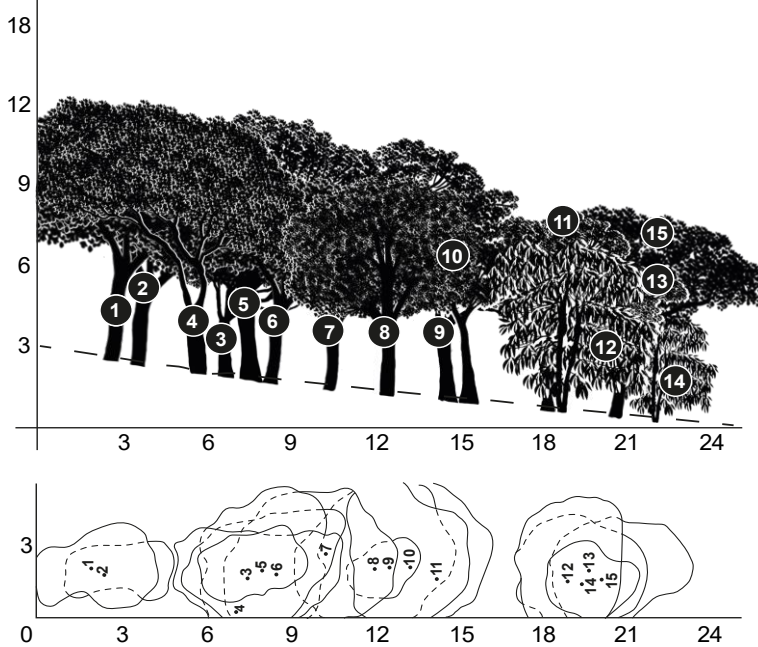


Figura 10. Perfil de la vegetación asociada a individuos de *P. oleifolius* en el fragmento de bosque denominado BNI (Bosque No Intervenido) ubicado en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, Departamento del Cauca.



Las especies correspondientes a la numeración son: 1. *W. pubescens*, 2. *W. pubescens*, 3. *H. macrocarpa*, 4. *W. pubescens*, 5. *P. mutisii*, 6. *P. mutisii*, 7. *W. pubescens*, 8. *M. coriacea*, 9. *W. pubescens*, 10. *P. mutisii*, 11. *P. oleifolius*, 12. *S. ursina*, 13. *P. mutisii* 14. *S. ursina*, 15. *W. pubescens*.

La distribución vertical de las copas es uniforme en donde se observa el estrato de las especies dominantes, aunque la altura de los árboles es inferior frente a la de los árboles de los bosques BI y BMI, que varían entre los 13 y 6 metros aproximadamente.

Adicionalmente, el bosque BI no presentó epífitas como bejucos o lianas, pero si algunos arbustos de *Macleania rupestris* porque en el interior de este bosque la luz solar llega con facilidad al suelo debido a las áreas desprovistas de cobertura vegetal y favorecen el establecimiento de arbustos de la especie mencionada. En los bosques BMI y BNI, el dosel de las copas se encuentra en superposición lo que impide la entrada de cierta cantidad de luz creándose un ambiente más húmedo, fresco y oscuro favorable, lo que favorece el establecimiento de especies con hábitos de crecimiento diferente al arbóreo como epífitas (bromelias), lianas, bejucos, musgo y helechos (Van Der Hammen y García, 2007).

### 3.3.3 Riqueza de especies y diversidad alfa de la vegetación asociada a *P. oleifolius*

Se evaluaron 339 individuos asociados a *P. oleifolius* en los tres bosques de la vereda El Líbano. Dichos individuos se encuentran en 31 familias, 41 géneros y 57 especies. Del total de individuos 11 se identificaron hasta género y 9 no se pudieron identificar. De los 41 géneros reportados, ocho han sido mencionados por Marín (1998), como vegetación asociada a *P. oleifolius* (*Weinmania*, *Clusia*, *Ocotea*, *Miconia*, *Freziera*, *Oreopanax*, *Piper* y *Palicourea*). Los siguientes 32 géneros están adicionalmente asociados a la especie *Aegiphila*, *Alsophila*, *Axinea*, *Brunellia*, *Clethra*, *Critoniopsis*, *Chrysochlamys*, *Citharexylum*, *Dodonea*, *Gaiadendron*, *Geissanthus*, *Gordonia*, *Hedyosmum*, *Hesperomeles*, *Hyeronima*, *Ilex*, *Liabum*, *Meriania*, *Myrcianthes*, *Myrsine*, *Panopsis*, *Persea*, *Ruagea*, *Roupala*, *Sauraruia*, *Sessea*, *Siparuna*, *Spirotheca*, *Styrax* y *Vallea*. Las siguientes especies fueron comunes entre los diferentes tipos de bosque: *Brunellia boqueronensis*, *Geissanthus andinus*, *Ilex sp*, *Miconia theaezans*, *Miconia viscolor*, *Palicourea amethystina*, *P. oleifolius* y *Weinmannia pubescens*.

El Bosque Intervenido (BI), fue el que presentó la mayor riqueza de especies, con un total de 37 que se clasificaron en 25 familias y 28 géneros (112 individuos). Las familias mayormente representadas fueron Melastomataceae (dos géneros/seis especies) y Proteaceae (un género/dos especies); las familias restantes contaron con un solo género y especie. Además, el BI contó con 16 especies exclusivas respecto a los demás tipos de bosque muestreados, las cuales son: *Clethra sp*, *Clusia sp*, *Dodonea sp*, *Liabum igniarium*, *Meriania nobillis*, *Myrcianthes*, *Myrsine coriacea*, *Panopsis polystachya*, *Panopsis suaveolens*, *Ruagea hirsuta*, *Roupala pseudocordata*, *Sessea sp*, *Siparuna sp*, *Spirotheca rodhostyla* y *Styrax sp*.

El BMI, fue el segundo bosque con mayor riqueza con un total de 28 especies, que se clasificaron en 11 familias y 21 géneros (120 individuos). Las familias mejor representadas fueron Melastomataceae (dos géneros/seis especies), Cunoniaceae (un género/dos especies) y Pentaphragaceae (1 género/2 especies), las familias restantes contaron con un solo género y especie. El BMI contó con 6 especies exclusivas respecto a los demás tipos de bosque muestreados, las cuales fueron: *Axinaea macrophylla*, *Chrysochlamys* sp, *Clethra revoluta*, *Hedyosmum* sp, *Hesperomeles obtusifolia*, y *Piper* sp.

Finalmente, el BNI, presentó la menor riqueza de especies, donde se registraron un total de 26 especies, que se clasificaron en 12 familias y 18 géneros (107 individuos). La familia mayormente representada fue Melastomataceae (dos géneros/cuatro especies), mientras que el resto de las familias solo contaron con un solo género y especie. El BNI contó con nueve especies exclusivas respecto a los demás tipos de bosque muestreados, las cuales son: *Alsophila* sp, *Critoniopsis lindenii*, *Myrcine coriacea*, *Gordonia humboldii*, *Gaiadendron punctatum*, *Geissanthus perpurcticulosus*, *Hedyosmum bonplandianum*, *Hyeronima macrocarpa*, *Ocotea infrafoveolata*.

Adicional a esto, para los tres bosques, los datos mostraron que la familia Melastomataceae tuvo un mayor número de individuos; en relación con el número de especies, siendo una de las familias de más importantes en bosques altoandinos (Cantillo *et al.*, 2004).

La tabla 8, muestra los índices de diversidad basados en la uniformidad (Simpson y Shannon) y los índices de diversidad basados en la riqueza de especies (Margalef y Menhinick). El índice de Simpson mostró que el BI ( $D=0.9590$ ) presentó el mayor valor de diversidad de los tres bosques, seguido por el BMI ( $D=0.9044$ ) y por último el BNI ( $D=0.8626$ ). Además, el índice de Simpson al ser sensible a la dominancia de especies, indica que la diversidad del BMI y el BNI es menor en estos bosques a causa de la dominancia de especies que hay dentro de los mismos.

El índice de Shannon mostró que el bosque con mayor diversidad fue el BI ( $H=3.38$ ), seguido por el BMI ( $H=2.75$ ) y por último el BNI ( $H=2.58$ ) e indican que todas las especies presentes están representadas por un mismo número de individuos. Los índices de Margalef y Menhinick, presentaron el mismo comportamiento, es decir, mostraron que el bosque con mayor diversidad fue el BI ( $D_{Mg}=7.84/D_{Mh}=3.59$ ), seguido por el BMI ( $D_{Mg}=5.64/D_{Mh}=2.55$ ) y por último el BNI ( $D_{Mg}=5.14/D_{Mh}=2.42$ ). Los valores obtenidos a través de estos índices indican una alta similitud entre la riqueza de especies del BMI y el BNI.

Tabla 9. Índices de diversidad alfa de la vegetación asociada a individuos de *P. oleifolius* ubicados en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención, en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca

Bosque	Simpson (D)	Shannon (H)	Margalef (D <sub>Mg</sub> )	Menhininck (D <sub>Mh</sub> )
BI	0.9590	3.3832	7.8415	3.5906
BMI	0.9044	2.7534	5.6397	2.5560
BNI	0.8626	2.5815	5.1361	2.4168

La diversidad registrada en el bosque BI podría ser explicada a través de la teoría del disturbio intermedio, que sugiere que la máxima diversidad de una comunidad se alcanza con intensidades medias de disturbio, como la extracción selectiva de madera, la recolecta de leña y el tránsito de personas (Sousa, 1984). Dichos factores hacen que la dominancia de especies disminuya y aumente la riqueza de especies, dada la creación de nuevos ambientes favorables para el establecimiento de otras especies (Alvear *et al.*, 2010; Ibisch *et al.*, 2003). Por el contrario, para el bosque BNI, donde la intervención antrópica es nula y el crecimiento de las copas de los árboles dominantes es horizontal, dificultan el ingreso de luz, ocasionando que se vea afectado el crecimiento de especies codominantes y que posteriormente mueran.

Además de lo anterior, la diferencia en la riqueza de especies también podría estar influenciada por factores ambientales como la altitud, la temperatura y la topografía, esto también podría contribuir a que la riqueza de los bosques sea diferente, puesto que estos factores varían de un bosque a otro (Gentry, 1988).

El BI se encuentra a menor altitud (2800 msnm), con respecto al BMI y al BNI que se encuentran a mayores altitudes (3300 msnm). Esto concuerda con lo reportado por (Jiménez *et al.*, 2021), Gómez (2008) y Lamprecht (1990) quienes evaluaron bosques alto andinos en diferentes rangos altitudinales y encontraron un gradiente de disminución de la diversidad con respecto a un aumento en la altitud de los ecosistemas altoandinos.

Por otro lado, los bosques presentan condiciones topográficas diferentes, y esto podría estar condicionando las diferencias en diversidad, porque la topografía es un factor importante en la composición y estructura de la vegetación, ya que en el cual confluyen otros factores, como son el régimen de lluvias, disponibilidad de nutrientes e incluso la exposición a fuertes corrientes de viento (Homier, 2008).

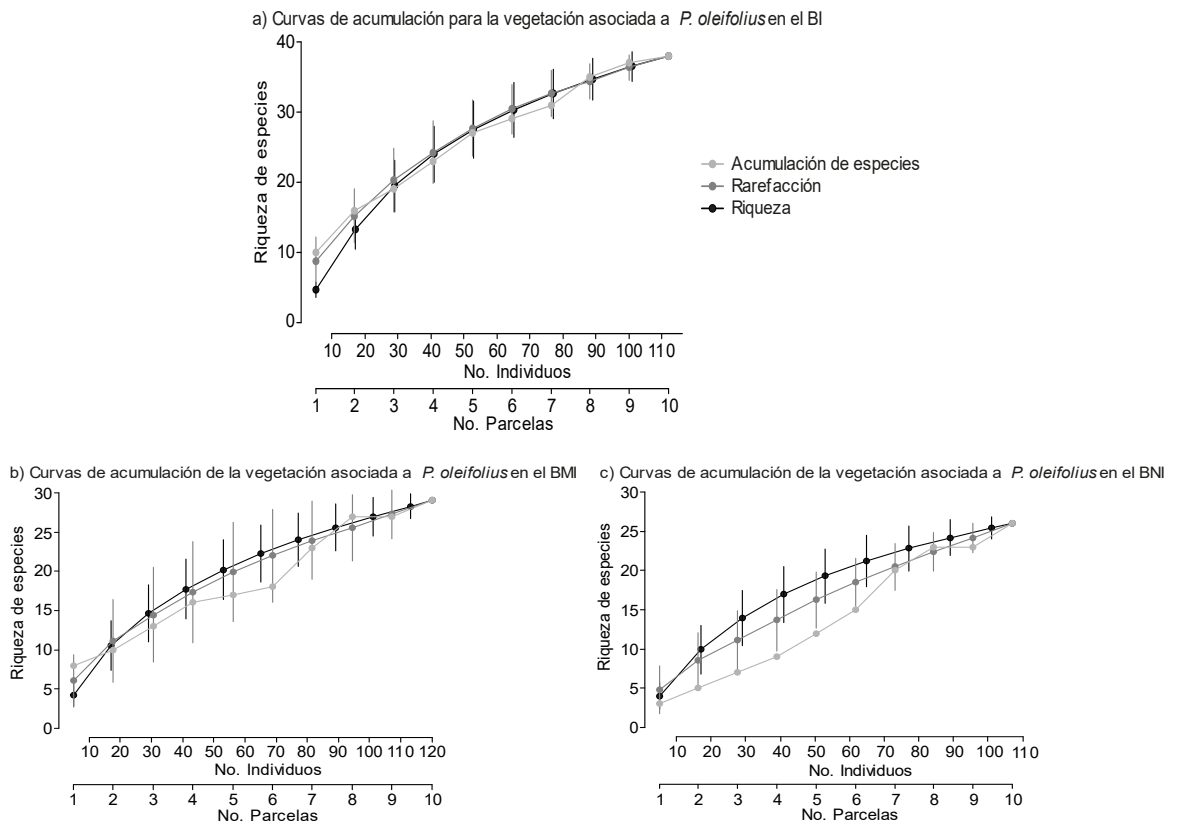
Finalmente, la semejanza que hay en la diversidad alfa entre el BMI y el BNI, podría deberse a la poca o nula intervención antrópica que hay en dichos bosques y por ello se estaría creando un ambiente en donde solo pocas especies dominan estos bosques.

En los tres tipos de bosque estudiados, las curvas de acumulación de especies no alcanzaron la asíntota (Figura 11), lo cual, podría deberse al elevado número de especies que presentan uno o dos individuos. Además, es posible que la intensidad de muestreo no

haya sido suficiente, ya que, como señalan Sanín y Duque (2006) para estos ecosistemas andinos los transectos de 1000 m<sup>2</sup> generalmente no son suficientes para que las curvas de acumulación alcancen la asíntota.

Por otra parte, las curvas que presentan mayor pendiente de acumulación de especies son las del BI y las del BMI, las cuales están lejos de alcanzar la asíntota, a diferencia del BNI, presenta una menor pendiente sugiriendo que su riqueza no aumentaría mucho si se llegase a incrementar la intensidad de muestreo.

Figura 11. Curvas de acumulación de especies en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención asociados con *P. oleifolius* en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca.





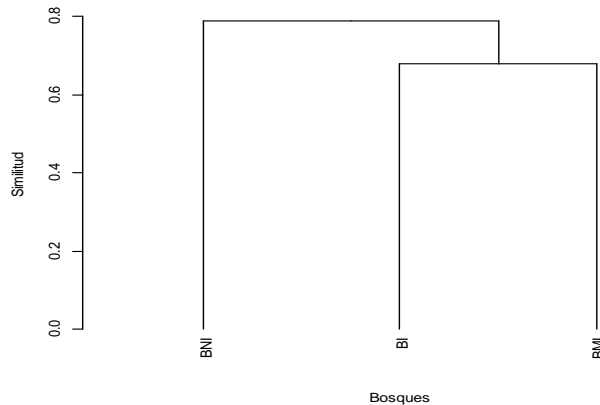
### 3.3.4 Diversidad beta de la vegetación asociada a *P. oleifolius*.

Tabla 10. Índices de diversidad beta de la vegetación asociada a individuos de *P. oleifolius* ubicados en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención, en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca

Bosque y Bosque	Jaccard	Sorenson
BI – BMI	0.68	0.52
BI – BNI	0.79	0.65
BMI – BNI	0.71	0.55

La tabla 9, muestra los índices de diversidad beta (Jaccard y Sorenson), los cuales mostraron que la mayor similitud de especies asociadas a *P. oleifolius* se da entre el BI y el BMI ( $J=0.68/S=0.52$ ), seguido por la similitud entre el BMI y el BNI ( $J = 0.71/S = 0.65$ ) y finalmente los bosques que menor similitud presentan son el BI y el BNI ( $J=0.79/S=0.55$ ). Dichos resultados coinciden con el dendrograma (Figura 11). El dendrograma presenta dos grupos diferenciados, de los cuales el primero corresponde al BNI, que es el bosque que presenta mayor disimilitud con respecto a los otros bosques y el segundo grupo corresponde al BI y al BMI que son los bosques que presentan mayor similitud, corroborando así los resultados obtenidos de los índices de Jaccard y Sorenson (Tabla 9).

Figura 11. Dendrograma de similitud de especies en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención asociados con *P. oleifolius* en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca.



Los resultados muestran que la vegetación asociada a *P. oleifolius* en los tres bosques presentan una baja diversidad beta debido a la similitud de especies que se encuentran entre los bosques. No obstante, la diversidad beta es ligeramente más baja entre el BI y el BMI, lo cual podría deberse a la cercanía entre estos (200 - 500 metros), mientras que el BNI está más alejado del BI (800 - 1000 metros) y del BMI (1000 y 1300 metros). Así, se facilita la dispersión de semillas de un bosque a otro y se aumenta el intercambio de vegetación (Günter *et al.*, 2007). Adicionalmente, la similitud entre estos dos bosques está dada por las intervenciones que presenta esta comunidad y que permiten la existencia de claros y vegetación pionera y facilita el reclutamiento de nuevas especies (Fontaine *et al.*, 1980).

Además, los resultados concuerdan con los reportados por Gil *et al.*, (2020), quienes afirman una mayor similitud entre transectos de bosques altoandinos que se encuentran a menores distancias a diferencia de los transectos que presentan mayores distancias.

**3.3.4 Diversidad gamma.** La diversidad gamma en la vereda fue baja (69.00). Dicha diversidad al depender de la diversidad alfa y beta (Arslan *et al.*, 2019), tuvo valores bajos dado que la diversidad alfa fue baja por las condiciones fisiográficas del lugar (elevaciones y pendientes altas) y la diversidad beta también fue baja por la cercanía entre sitios que conlleva un alto número de especies compartidas entre sitios (Rodríguez *et al.*, 2002).

Adicionalmente, la deforestación y la degradación a la que ha estado sometida la zona especialmente en los bosques BI y BMI, son factores que, aunque podrían incrementar el recambio de especies, conlleva a largo plazo la disminución y desaparición de ellas (Rodríguez *et al.*, 2002).

Por su parte, para bosques altoandinos, no se encontraron estudios reportados sobre diversidad gamma.

### **3.5 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE *P. oleifolius***

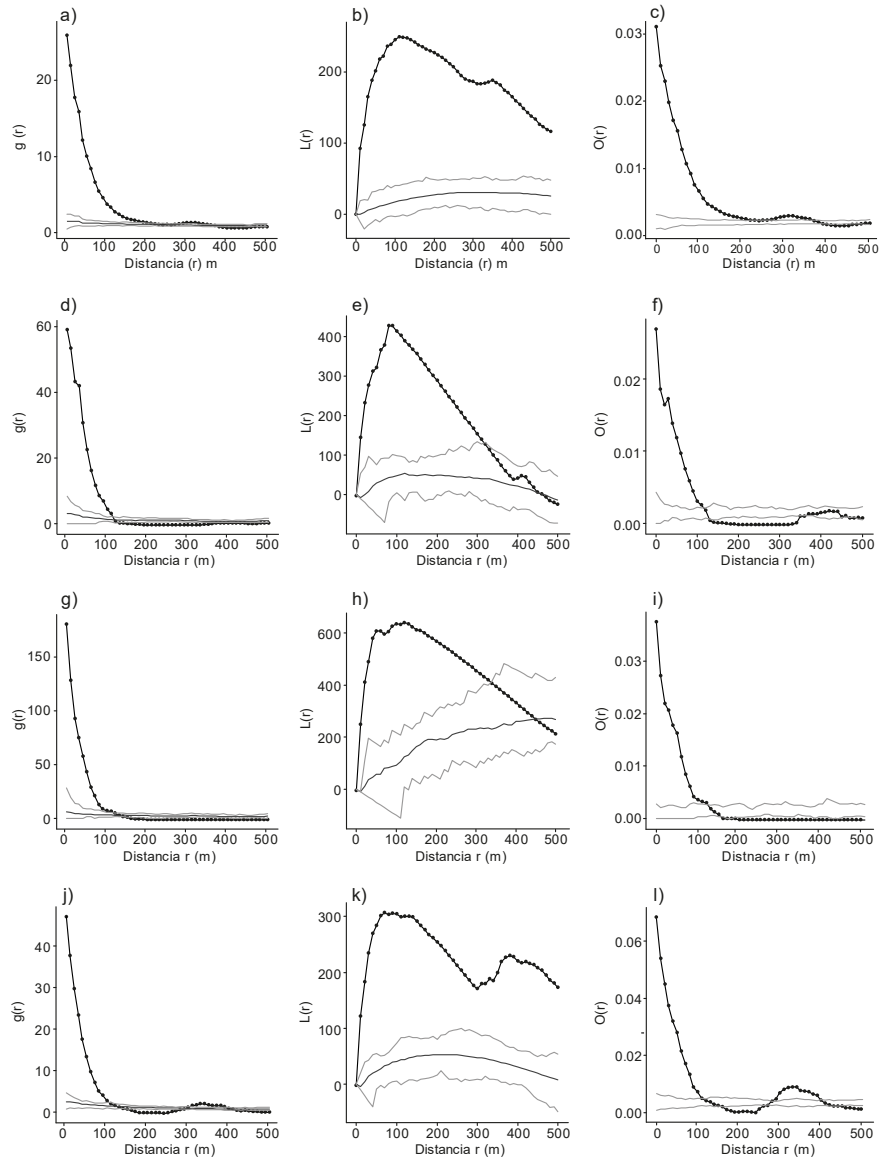
En la figura 13 se muestran los modelos de distribución espacial para *P. oleifolius* en la vereda y los bosques estudiados. Los modelos  $g(r)$ ,  $O(r)$  y  $L(r)$  muestran la distribución espacial y la relación de la especie en una distancia determinada. La expectativa del modelo que se encuentra entre los límites de confianza sugiere una distribución espacial aleatoria, si el modelo está por encima de los límites de confianza, sugiere una distribución espacial en agregados, y si está por debajo de los límites de confianza la distribución espacial es uniforme.

Para el modelo  $g(r)$ , los análisis bivariados muestran que la especie se distribuye en agregados; en la vereda se observa que las hembras y los machos se agrupan entre 0 y 200 m y en los bosques se agrupan entre 0 y 120 m.

El modelo  $L(r)$ , en la vereda muestra una distribución espacial en agregados para la especie e indica que hay una buena relación entre machos y hembras, es decir, que están juntos en toda la vereda. Por otra parte, este modelo también muestra una buena relación entre machos y hembras en los bosques, sin embargo, para los bosques BI y BMI la relación solo va hasta los 300 m de distancia, después de esta distancia es poco probable encontrar machos y hembras juntos. El bosque BNI muestra un buen relacionamiento de machos y hembras y además es posible encontrar machos y hembras a una distancia mayor a 500 m.

Por último, el modelo  $O(r)$  muestra que la especie se distribuye en agregados en la vereda y hay una agrupación entre machos y hembras entre los 0 y los 200 m y después tienden a agruparse levemente a los 300 m. Para los bosques, este modelo muestra una distribución en agregados entre los 0 y 100 m; en el bosque BNI se observa que la especie vuelve a agruparse entre los 300 y 400 m.

Figura 12. Distribución espacial de individuos de *P. oleifolius* en tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca.



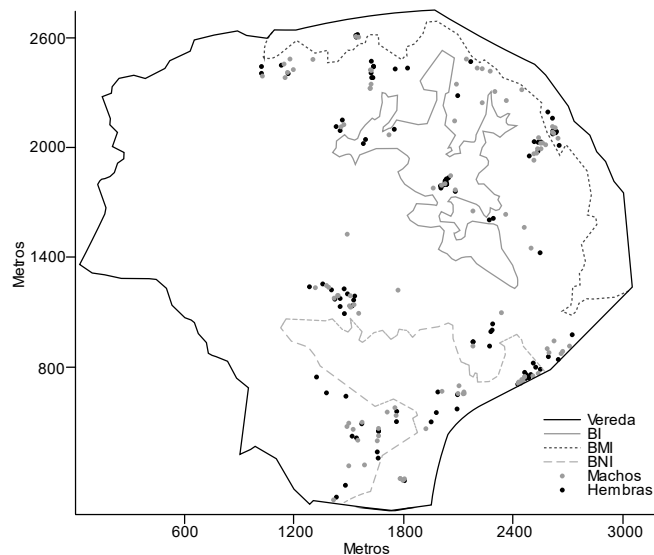
a, b y c corresponden a las distribuciones en la vereda; d, e y f en el bosque BI; g, h e i en el bosque BMI; y j, k y l en el bosque BNI. La línea negra con puntos es el modelo, las líneas grises son los límites de confianza del modelo y la línea negra continua es la expectativa del modelo.

Dicho patrón de agregados es consistente en los individuos de *P. oleifolius* a través de todos los bosques estudiados y concuerda con los resultados obtenidos por Aguirre y Encarnación (2021), quienes afirman que la distribución espacial de la especie es en agregados.

Según Davis *et al.* (2005) y Seidler y Plotkin (2006) este tipo de especies podrían distribuirse en un patrón espacial en agregado por disturbios dentro del bosque, por el tipo de dispersión y la baja producción de semillas, por la preferencia de hábitats con topografía y suelos específicos y por la disponibilidad de nutrientes. Específicamente *P. oleifolius*, podría estar distribuyéndose en agregados debido a que su mecanismo principal de dispersión de semillas es por gravedad y las plántulas tienden a crecer alrededor del árbol madre. Otro factor por el que la especie estaría presentando el patrón agregado se debe a que la especie tiende a escoger hábitats preferiblemente con suelos rocosos y con pendientes mayores al 50% (Marín, 1998). La agrupación en especies dioicas ayuda a que no presenten problemas en su polinización (Bierzuchudek y Eckhart, 1988), sin embargo, es posible que se generen problemas en su regeneración debido a que al estar agrupadas se vuelven susceptibles al ataque de insectos, ya que como se mencionó anteriormente las plántulas de *P. oleifolius* están siendo afectadas por un insecto, lo cual podría estar afectando su regeneración y estructura poblacional.

Así, a lo largo de la vereda se presenta un patrón de distribución espacial en agregados bien diferenciado, lo cual, se debe a las diferentes escalas de paisaje (Figura 14).

Figura 13. Patrón de distribución espacial de individuos de *P. oleifolius* para el área completa muestreada y en los tres fragmentos de bosques con diferentes tipos de intervención en la vereda El Líbano, municipio de Sotará, departamento del Cauca.



#### 4. CONCLUSIONES

La población de *P. oleifolius* en la vereda El Líbano se compone de 223 individuos entre ellos 118 hembras y 105 machos. El bosque que presentó la mayor cantidad de individuos fue el BNI (50) probablemente porque es el bosque que presenta menor intervención debido a su lejanía y difícil accesibilidad.

La estructura de la población de *P. oleifolius* muestra una población que estaría comenzando a envejecer debido al poco reclutamiento de individuos jóvenes. Esto se debe probablemente a las fuertes intervenciones antrópicas que hay en los potreros y no permiten el establecimiento de plántulas; y en el bosque BNI posiblemente porque el dosel cerrado no permite el ingreso de luz y conllevaría a un proceso de suspensión en las plántulas de *P. oleifolius* y muerte con el tiempo. Contrario a la estructura específica de los individuos de *P. oleifolius*, los tres bosques presentaron una distribución diamétrica en *J* invertida, indicando que hay un buen reclutamiento de individuos jóvenes de otras especies.

La flora asociada a *P. oleifolius* es diversa a pesar de que el área de muestreo es pequeña. Aparecen 32 nuevos géneros asociados a la especie, además de los ya reportados en otros trabajos; *Aegiphila*, *Alsophila*, *Axinea*, *Brunellia*, *Cletrha*, *Critoniopsis*, *Citharexylum*, *Chrysochlamys*, *Citharexylum*, *Dodonea*, *Gaiadendron*, *Geissanthus*, *Gordonia*, *Hedyosmum*, *Hesperomeles*, *Hyeronima*, *Ilex*, *Liabum*, *Meriania*, *Myricanthes*, *Myrsine*, *Panopsis*, *Persea*, *Ruagea*, *Roupala*, *Sauraruia*, *Sessea*, *Siparuna*, *Spirotheca*, *Styrax* y *Vallea*. Los bosques BMI y BNI son dominados por *W. pubescens* y el bosque BI es dominado por *R. hirsuta*, una especie pionera.

La diversidad alfa de la vegetación asociada a *P. oleifolius* en cada bosque fue alta, sin embargo, es ligeramente mayor en el BI, debido posiblemente a las intervenciones antrópicas que presenta. El bosque BI no presenta una dominancia clara de especies como en el BMI y el BNI. La diversidad beta de la vegetación asociada a la especie fue baja, ya que los bosques están cerca y hay procesos de recambio de especies en ellos.

La población de *P. oleifolius* en la vereda El Líbano, presenta un patrón de distribución espacial en agregados, esto probablemente se deba al tipo de dispersión de semillas y a la preferencia de hábitats que presenta la especie.

## 5. RECOMENDACIONES

Debido a que la población de *P. oleifolius* presenta un bajo reclutamiento de individuos jóvenes se recomienda realizar estudios orientados a la biología reproductiva de la especie, tales como: fenología y la viabilidad del polen de la especie. Además de ello, se recomienda estudiar la regeneración natural de la especie y posibles plagas o enfermedades que estén afectando a las plántulas.

Como estrategia *ex situ* para la conservación de la especie se recomienda hacer extracción de la regeneración natural de plántulas de *P. oleifolius* presente en los fragmentos de bosque y así adelantar procesos de reforestación con la especie.

Al evidenciar que las hembras presentan mejores características dasométricas y fenotípicas que los machos, se recomienda realizar estudios comparativos entre los anillos de crecimiento de machos y hembras de *P. oleifolius* para observar detalladamente las diferencias en el crecimiento de los individuos.

Al realizar marcajes en Bosques altoandinos se recomienda hacer marcajes con cintas reflectivas, puesto que musgos, líquenes y demás plantas características de estos bosques cubren rápidamente las marcas realizadas con pintura.

## BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, Zhofre y ENCARNACIÓN Adriana. Evaluación de la parámetros poblacionales y regeneración natural de *Podocarpus oleifolius* D. Don (Podocarpaceae) en dos relictos boscosos del sur del Ecuador. En: *AranldoA*, 2021, vol 28, no. 1, pág. 199-206.

ALCALDÍA DE SOTARÁ. Plan de desarrollo municipal. Sotará: 2020, 157 p.

ALLEN, Geraldine y ANTOS, José. Sex ratio variation in the dioecious shrub *Oemleria cerasiformis*. En: *American Naturalist*, 1993, vol. 141, pág. 537-553.

ALVEAR, Marcela; BETANCUR, Julio, y ROSELLI, Pilar. Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Los Nevados, Cordillera Central Colombiana. En: *Revista Botánica Florística*, 2010, vol. 32, no. 1, pág. 39-63.

ARELLANO, Lucrecia y HALFFTER, Gonzalo. Gamma diversity: derived from and a determinant of Alpha diversity and Beta diversity. An analysis of three tropical landscapes. En: *Acta Zoológica mexicana*, 2003, vol. 90, no. 2.

ARSLAN, Münevver; GÜLSOY, Serkan; KARATAS, Riza; KORAY, Ertan; KAPTANOGLU, Aliye; MERT, Ahmet; KAVGACI, Ali y ÖZKAN, Kúsag. Relationships among forest vegetation, plant diversity and some environmental factors in Türkmen Mountain (Eskişehir-Kütahya, Turkey). En: *Turkish Journal of Forestry Research*, 2019, vol. 6, no.2.

BEGOÑA, María. Inventario y seguimiento en poblaciones de especies amenazadas. *Biología de la conservación de plantas amenazadas. Organismo Autónomo Parques Nacionales*. 2002. 27-41 p.

BIERZYCHUDEK, Paulette y ECKHART, Vicent. Spatial Segregation of the Sexes of Dioecious Plants. En: *The American Naturalist*, 1998, vol. 132, no. 1, pág. 34-43.

BOHÓRQUEZ, Andrés; SANÍN, David y SILVA, Walter. Estructura y composición arbórea de los Bosques del Diablo (San Feliz, Salamina, Caldas), selva altoandina de la cordillera central colombiana. En: *Boletín Científico Centro de Museos – Museo de Historia Natural*, 2012, vol. 16, no. 2, pág. 39-52.

BRIGHAM, Christy y THOMSON, Diane. Approaches to modeling population viability in plants: an overview. En: *Ecological Studies (Analysis and Synthesis)*, 2003, vol. 165, pág. 145-171.

CALDERÓN, Dayam; NAVARRETE, Claudia y DÍAZ, José. Ajustes de distribuciones probabilísticas para la variable temperatura media multianual para el departamento de Boyacá (Colombia). En: Revista Ingeniería y Región, 2015, vol. 14, no. 2, pág. 125-142.

CANTILLO E., RODRIGUEZ J., y AVELLA E. Diversidad y caracterización florística-estructural de la vegetación arbórea en la reserva forestal Carpatos (Guasca, Cundinamarca). Artículos de investigación científica y tecnológica. Colombia forestal. 2004. Vol 8. N 17. 14 p.

CASTILLO, Monserrath y CUEVA, Duval, Propagación a nivel de invernadero y estudio de regeneración natural de dos especies de podocarpáceas en su hábitat natural. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Ecuador: 2006.

CÁRDENAS, Dairon y SALINAS, Nelson. Libro rojo de plantas en Colombia. Vol. 4: Especies maderables amenazadas. Primera parte. Bogotá: 2007, 197p. ISBN: 978-958-8317-1-9.

CONDIT, Richard; SUKUMAR, Stephen y HUBBELL, Robin. Predicting population trends from size distributions: a direct test in a tropical tree community. En: American Naturalist, 1998, vol. 152, pág. 495-509.

CARROLL, Stiven y MULCAHY, David. Progeny sex ratio in dioecious *Silene latifolia* (Caryophyllaceae). En: American Journal of Botany, 1993, vol. 80, pág. 55-56.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR). Plan de conservación y manejo de *Podocarpus oleifolius* d. Don ex Lamb en la jurisdicción CAR. Bogotá: 2018.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA - UNIVERSIDAD DEL TOLIMA. Plan General de Ordenación Forestal para el Departamento del Tolima. Informe Final, Tomo 3. Ibagué: 2007, 309 p.

CORPOCHIVOR - CONSORCIO RÍO GARAGOA. Actualización Plan de Manejo y Ordenamiento del Río Garagoa. Informe final, Sección 3. 2016, 112 p.

DAVIS, Mark; CURRAN, Claudia; TIETMEYER, Andrea and MILLER, Andy. Dynamic tree aggregation patterns in a species-poor temperate woodland disturbed by fire. En: Journal of Vegetation Science, 2005, vol. 16, pág. 167-174.



D'ARCY, W. Flora of Panamá: Checklist and index. Part 1. They introductions and checklist. Missouri Botanical Garden. 1987, 670 p.

ELEUTERIO, Ana y PÉREZ, Diego. Transplanting tree ferns to promote their conservation in Mexico. En: American Fern Journal, 2009, vol. 99, pág. 279-291.

FONTAINE, R.; GÓMEZ, A.; LUDLOW, B. Sucesiones secundarias. Ecosistemas de los bosques tropicales: Informe sobre el estado de conocimientos. En: UNESCO, UNEP, FAO. Madrid: 1980, pág. 245–263.

FANGLIANG, He; LEGENDRE, Pierre and JAMES, LaFrankie. Distribution patterns of tree species in a Malaysian tropical rain forest. En: Journal of Vegetation Science, 1997, vol. 8, pág. 105-114.

FLORES, Nadia. Ecología de Poblaciones y comunidades. En: Biodiversidad y conservación: Una guía informativa. Bolivia: 2011, pág. 26-46. ISBN:978-99954-2-122-9.

FLÓREZ, Mónica. y PAZ, Lauren. Estructura poblacional y patrón espacial de *Brosimum alicastrum* en el bosque seco de la región Caribe de Colombia. En: Caldasia, 2019, vol. 41, no. 1, pág. 152-164p.

GALARGA, Mireya; HIDROBO, Jaime; SORIA, Norman y GÍA, Jaime. Establecimiento y multiplicación *in vitro* de *Podocarpus oleifolius*. En: Revista Biotecnología vegetal, 2015, vol. 15, no. 2, pág. 67-74.

GENTRY, Alwyn. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. En: Annals of the Missouri Botanical Garden, 1988, vol. 75, pág. 1-34.

GIL P., MORALES M., y JÁCOME J. Estructura del bosque altoandino y páramo en el Macizo de Bijagual, Boyacá, Colombia. Rev. Biología. Tropical. 2020. Vol. 68(3): 765-776 p.

GÓMEZ, María de Lourdes; LÓPEZ, Sergio y PÉREZ, Miguel. ¿Qué tan distintas son las hembras de los machos?: diferencias de asignación de recursos al crecimiento en el arbusto dioico *Atriplex polycarpa* Torr. (*Caryophyllales: Amaranthaceae*) En: Revista de Ciencias UNICACH, 2009, vol. 3, no. 1, pág. 35-42.

GÓMEZ, Cristina; RODRÍGUEZ, Sergio; QUIJANO, Mario y TOBÓN, María. Programa integral de conservación y recuperación para las especies *Podocarpus oleifolius*, *Godoya antioquiensis* y *Cariniana ppyrififormis* en áreas de bosque montano bajo y bosque húmedo tropical del oriente antioqueño. Grupo de Estudios Florísticos. Herbario Universidad Católica de Oriente. 2016, pág. 139 – 152.

GÓMEZ, Girón. Estudio florístico de dos sitios localizados en el sector El Cóndor del Parque Nacional Natural Munchique, municipio de El Tambo, departamento del Cauca, Colombia. Tesis ingeniería Forestal. Universidad del Cauca. Popayán: 2008, 85p.

GÜNTER, Sven; WEBER, Michael; ERREIS, Robert and AGUIRRE, Nikolay. Influence of distance to forest edges on natural regeneration of abandoned pastures: a case study in the tropical mountain rain forest of Southern Ecuador. En: European Journal of Forest Research, 2007, vol.126, pág. 67-75.

GUTIÉRREZ, Álvaro; ARMESTO, Juan and ARAVENA, Juan. Disturbance and regeneration dynamics of an old-growth North Patagonian rain forest in Chiloe Island, Chile. En: Journal of Ecology, 2004, vol. 92, pág. 598 – 608 p.

HALL, Pamela and BAWA, Kamaljit. Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. En: Economy botanic, 1993, vol. 47, pág. 234-247.

HOMER, J. The influence of topography on forest structure and regeneration dynamics in an Ecuadorian montane forest. The tropical montane forest. Patterns and processes in a biodiversity hotspot.2008.

JIMÉNEZ R., WORTHY S., VALENCIA R., PÉREZ A., REYNOLDS A., y BARONE J. Tree community composition, structure and diversity along an elevational gradient in an Andean Forest of Northern Ecuador.

LAMPRECHT, Hans. Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Eschborn: 1990, 296p.

LEDO, Alicia; CONDÉS, Sonia y MONTES, Fernando. Índices de distribución espacial usados en inventarios forestales y su aplicación en bosques tropicales. En: Revista Peruana de Biología, 2012, vol. 19, no. 1, pág. 113 – 124.

MASSEI, Giovanna; WATKINS, Richard and HARTLEY, Sue. Sex-related growth and secondary compounds in *Juniperus oxycedrus macrocarpa*. En: Acta Ecológica, 2006, vol. 29, pág. 135-140.

MARÍN, Adriana. Ecología y silvicultura de las podocarpáceas andinas de Colombia. Smurfit Kappa. Cali: 1998, 144p.

MATTEUCCI, D. y COLMA, A. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C.:1982, 168 p.

MELO, Omar y VARGAS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: 2002, 222 p.

MORENO, Claudia. Métodos para medir la Biodiversidad. Bogotá: 2001.

MONTESINOS, D. *Juniperus thurifera*: una especie dioica, vecera y relícita. En: Revista ecosistemas, 2007, vol. 13, no. 3, pág. 172-185.

MONTENEGRO, Carlos y TORO, Oscar. Caracterización de especies nativas aptas para la implementación en sistemas agroforestales para el fortalecimiento de la conectividad de la red de reservas en la cuenca Río Molino, municipio de Popayán, departamento del Cauca. Tesis ingeniería Forestal. Universidad del Cauca. Popayán: 2010, 93 p.

MOSTACEDO, B. y FREDERICKSEN, T. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). 2000. 92p.

NEWTON, Adrian. Forest Ecology and Conservation: a handbook of techniques. Oxford University Press. New York: 2007, 454 p.

OBESO, José. The cost of reproduction in plants. En: New Phytol, 2020, vol. 155, pág. 321-348.

ORNELAS, Francisco; ORTIZ, Andrés; RUIZ, Eduardo; SOSA, Victoria y PÉREZ, Miguel. Ups and downs: Genetic differentiation among populations of the Podocarpus (Podocarpaceae) species in mesoamérica. En: Molecular Phylogenetics and Evolution, 2019, vol. 138, pág. 17-30.

PROLUX, Stephen. Sources of stochasticity in models of sex allocation in spatially structured populations. En: Journal of Evolutionary Biology, 2004, vol. 17, pág. 924-930.

RESTREPO, Héctor; ORREGO, Sergio y GALEANO, Javier. Estructura de bosques secundarios de rastrojos montano-bajos del norte de Antioquia, Colombia. En: Colombia Forestal, 2012, vol. 15, no. 2.

RIVERA, Ricardo. Estudio de la diversidad genética y su distribución espacial en poblaciones de *Podocarpus oleifolius* D. Don de los departamentos de Antioquia, Cundinamarca y Boyacá. Tesis Maestría. Universidad Nacional de Colombia. 2007, 98 p.

TORRES, Jorge. Monografía No. 5: Podocarpácea. Flora de Colombia. Imprenta nacional. Bogotá: 1988, 75 p.

The role of disturbance in natural communities W.P. SOUSA Annual Review of Ecology and Systematics, 15: 353-391, 1984

SANÍN, David y DUQUE, César. Estructura y composición florística de dos transectos localizados en la reserva forestal protectora Rio Blanco (Manizales, Caldas, Colombia). En: Boletín Científico Centro de Museos – Museo de Historia Natural, 2006, vol. 10, no. 2, pág. 457-475.

SEIDLER, Tristram and PLOTKIN Joshua. Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. En: PLoS Biol., 2006, vol. 11.

STOYAN, Dietrich and STOYAN, Helga. Fractals, Random Shapes and Point Fields. Methods of Geometrical Statistics. John Wiley y Sons. New York: 1994. 399p.

STYLES, B. y HUGHES, C. Studies of variation in central american pines 3. Notes on the taxonomy and nomenclature of the pines and related gymnosperms in Honduras and adjacent latin america republics. 1983, pág. 269-291.

URREGO, D. y ECHEVERRI, S. Índice de Valor de Importancia. En: Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia: Contribuciones para la mitigación del cambio climático. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Centro Andino para la Economía en el medio ambiente (CAEMA). Bogotá: 2003.

VÁSQUEZ, Ángela. Anatomía de la madera de las podocarpáceas colombianas. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. Escuela Técnica superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Departamento de Ingeniería Forestal. Córdoba: 2010, 147p.

VEILLON, J. Coníferas autóctonas de Venezuela: los *Podocarpus*. con especial énfasis sobre las podocarpáceas de la región central del estado de Mérida- Venezuela. Universidad de los Andes. Mérida: 1962.

VILLAREAL, Héctor; ÁLVAREZ, Mauricio; CÓRDOBA, Sergio; FAGUA, Giovanni; ESCOBAR, Federico; MENDOZA, Humberto; OSPINA, Mónica y UMAÑA, Ana. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios

de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2004. 236 p.

WIEGAND, T. and MOLONEY, Kirk. Handbook of Spatial point-pattern Analysis in Ecology. Boca Ratón: CRC Press. 2014. 538 p.

## ANEXOS

### ANEXO A. Individuos de *P. oleifolius* censados en la vereda El Líbano

No	Bosque	Sexo	d cm	H m	x	y
1	BI	H	13.8	7.4	-76.56719	2.259615
2	BI	M	24.7	10.01	-76.56719	2.259694
3	BI	H	16.5	8.56	-76.56789	2.259778
4	BI	M	12.1	8.06	-76.56786	2.259917
5	BI	H	18.0	8.9	-76.56792	2.259889
6	BI	H	27.1	13.21	-76.56781	2.259917
7	BI	H	40.3	16.34	-76.56772	2.259972
8	BI	H	12.9	10	-76.56761	2.259972
9	BI	H	15.5	10	-76.56761	2.259976
10	BI	H	18.2	10	-76.56761	2.25998
11	BI	H	16.5	10	-76.56761	2.259986
12	BI	M	15.2	7.63	-76.56769	2.26
13	BI	H	20.3	9.36	-76.56764	2.260111
14	BI	H	16.8	8.09	-76.56767	2.260139
15	BI	H	24.9	12.36	-76.56769	2.260111
16	BI	H	54.7	14.18	-76.56767	2.260144
17	BI	H	52.5	13.39	-76.56764	2.260222
18	BI	H	48.3	13.45	-76.56753	2.260286
19	BI	M	48.4	10	-76.56742	2.260389
20	BI	M	64	17.20	-76.57044	2.262417
21	BI	H	10.5	14.27	-76.5702	2.262679
22	BI	M	17	9.71	-76.56828	2.259778
23	BI	H	180	22	-76.5716	2.262176
24	BI	H	167	19	-76.5717	2.26198
25	BMI	H	46.5	14.22	-76.57208	2.267333
26	BMI	H	54.3	12.5	-76.57207	2.267251
27	BMI	M	32.3	9.52	-76.57208	2.267278
28	BMI	M	44.7	14.21	-76.57194	2.26725
29	BMI	H	55	16.05	-76.56264	2.263556
30	BMI	M	75	16.43	-76.56242	2.262833
31	BMI	H	35	10.3	-76.56239	2.262611
32	BMI	H	65.8	13.44	-76.56239	2.262583
33	BMI	M	61.1	15.64	-76.56242	2.262556
34	BMI	M	72.5	16.32	-76.56236	2.2625
35	BMI	H	45	12.5	-76.5624	2.26246
36	BMI	H	34.7	9.05	-76.56225	2.262528
37	BMI	H	20.15	10.4	-76.56222	2.262583
38	BMI	M	56.7	14.21	-76.56214	2.26225
39	BMI	H	65.7	16.57	-76.56208	2.261903
40	BMI	H	44.3	12.48	-76.56242	2.26325
41	BMI	M	17.9	6.06	-76.56228	2.262778
42	BNI	H	75.7	14.8	-76.56708	2.248861
43	BNI	M	65.2	26.84	-76.56675	2.249694
44	BNI	M	44.5	23.41	-76.56673	2.249619
45	BNI	M	30.2	22.74	-76.567	2.25
46	BNI	M	31.1	21.67	-76.56679	2.249607

No	Bosque	Sexo	d cm	H m	x	y
47	BNI	M	45.2	22.87	-76.56704	2.249618
48	BNI	H	32.5	20.3	-76.56707	2.249567
49	BNI	H	23	15.59	-76.56783	2.249722
50	BNI	H	14.7	7.78	-76.56803	2.249694
51	BNI	H	59.6	15.25	-76.56811	2.248667
52	BNI	H	25.7	8.03	-76.56989	2.245417
53	BNI	M	33	12.35	-76.56989	2.245417
54	BNI	M	13	11.52	-76.56975	2.245333
55	BNI	M	11.3	7.65	-76.56975	2.245333
56	BNI	M	20	9.78	-76.56967	2.245306
57	BNI	H	92.6	17.31	-76.56967	2.245389
58	BNI	M	40.1	15.74	-76.56862	2.247881
59	BNI	M	70.4	14.05	-76.56369	2.250556
60	BNI	H	100.5	13.06	-76.56347	2.250556
61	BNI	H	45	11.63	-76.56336	2.250491
62	BNI	M	39.5	7.63	-76.56369	2.2505
63	BNI	H	65	11.16	-76.56378	2.250444
64	BNI	M	50.5	8.34	-76.56378	2.250444
65	BNI	M	40.1	8.15	-76.56378	2.250667
66	BNI	H	106	16.37	-76.56392	2.250306
67	BNI	M	12.9	8.26	-76.56385	2.25026
68	BNI	M	52	9.52	-76.56397	2.250111
69	BNI	M	52.5	8.96	-76.56405	2.250194
70	BNI	M	43.2	8.53	-76.56411	2.250083
71	BNI	H	104	18.3	-76.56335	2.251127
72	BNI	H	50.9	26	-76.56322	2.250933
73	BNI	H	46.4	12	-76.56299	2.250825
74	BNI	H	54.1	8	-76.5631	2.250615
75	BNI	M	52.2	24	-76.56364	2.250466
76	BNI	H	56.0	18	-76.56358	2.250426
77	BNI	H	41.3	23	-76.56358	2.250426
78	BNI	H	49.6	22.75	-76.56358	2.250426
79	BNI	H	56.6	21.36	-76.56374	2.250354
80	BNI	H	53.1	13	-76.56374	2.250354
81	BNI	H	57.2	27.13	-76.56389	2.250219
82	BNI	H	57.6	26.86	-76.56389	2.250219
83	BNI	H	48.3	23.36	-76.56389	2.250219
84	BNI	H	56.0	22.5	-76.56394	2.250169
85	BNI	H	58.3	9.63	-76.56404	2.250143
86	BNI	H	50.9	25.6	-76.56404	2.250143
87	BNI	H	50.2	25.48	-76.56404	2.250142
88	BNI	H	53.7	25.5	-76.56404	2.250142
89	BNI	H	38.1	23.41	-76.56408	2.250118
90	BNI	M	14.3	5.03	-76.56836	2.248215
91	BNI	H	20.0	15	-76.56836	2.248215
92	P	M	64.5	9.95	-76.56632	2.258648
93	P	H	91	15.76	-76.56551	2.258204
94	P	H	90	17.63	-76.56532	2.258287
95	P	M	85.5	18.36	-76.56471	2.258482
96	P	M	66	12.22	-76.56379	2.257847
97	P	M	81.7	8.54	-76.56346	2.256817
98	P	H	98.3	14.28	-76.56301	2.256595

No	Bosque	Sexo	d cm	H m	x	y
99	P	M	64.2	8.55	-76.56232	2.252232
100	P	M	64.1	8.05	-76.56266	2.251843
101	P	M	56.5	7.16	-76.56257	2.251648
102	P	H	45.6	6.32	-76.5626	2.251454
103	P	M	46.5	6.78	-76.56631	2.251959
104	P	H	46.4	6.45	-76.56629	2.252181
105	P	H	58.7	7.08	-76.56632	2.252181
106	P	H	64.2	8.24	-76.56549	2.251959
107	P	H	68.6	10.38	-76.56543	2.252681
108	P	H	98	10.66	-76.56538	2.252764
109	P	H	75.3	8.34	-76.56535	2.25307
110	P	M	58	14.15	-76.56492	2.253613
111	P	M	61.1	13.02	-76.57139	2.264718
112	P	M	57.9	15.52	-76.57139	2.264708
113	P	M	55.7	14.24	-76.57133	2.264918
114	P	H	67.5	14.89	-76.57125	2.265248
115	P	H	50.2	8.52	-76.5713	2.265248
116	P	H	56.6	11.65	-76.57134	2.265468
117	P	M	60	12	-76.57133	2.265588
118	P	M	58.2	10.75	-76.57137	2.265618
119	P	H	44.2	10.3	-76.57133	2.266048
120	P	H	55.4	11.63	-76.57122	2.26578
121	P	H	49.3	10.12	-76.57121	2.26581
122	P	H	98.67	24	-76.5735	2.249639
123	P	H	116.18	12.5	-76.57399	2.25043
124	P	H	102.49	13	-76.57256	2.249472
125	P	M	69.7	17	-76.57175	2.248194
126	P	H	106.6	11.9	-76.57178	2.248111
127	P	M	117.17	16	-76.57242	2.248139
128	P	M	82.76	16.5	-76.5725	2.247972
129	P	H	84.76	15	-76.57225	2.2475
130	P	M	80.76	18.5	-76.57197	2.247306
131	P	H	84.98	14	-76.57203	2.247417
132	P	M	78.94	12.9	-76.57219	2.247833
133	P	M	89.76	20.31	-76.57053	2.248694
134	P	M	52.5	14	-76.57014	2.24891
135	P	H	27.3	8	-76.57006	2.248727
136	P	M	69.29	16	-76.57008	2.248534
137	P	H	97.4	18	-76.57007	2.248224
138	P	M	84.98	15	-76.57162	2.246077
139	P	H	94.53	16.9	-76.57257	2.24507
140	P	H	102.5	20	-76.57302	2.244487
141	P	M	65.57	17	-76.57316	2.244348
142	P	M	78.6	14.5	-76.56291	2.26202
143	P	M	52.6	10.5	-76.563	2.262005
144	P	H	65.8	11	-76.56311	2.262056
145	P	H	81	17	-76.56311	2.262056
146	P	M	76.68	6	-76.5631	2.262277
147	P	H	79.5	9	-76.56332	2.262078
148	P	M	79.3	14	-76.56315	2.261733
149	P	M	65.8	11	-76.56297	2.261733
150	P	H	79.7	12	-76.56313	2.261612



No	Bosque	Sexo	d cm	H m	x	y
151	P	M	64.22	15	-76.56333	2.261491
152	P	M	82.2	11.5	-76.56714	2.264917
153	P	H	91.9	8	-76.56708	2.264353
154	P	M	77	15	-76.57515	2.265637
155	P	H	71.2	22	-76.57541	2.265432
156	P	M	83.9	15	-76.57544	2.265495
157	P	M	52.2	17	-76.57556	2.265239
158	P	M	84.6	18	-76.57667	2.265311
159	P	H	65.4	18.5	-76.57672	2.265449
160	P	H	78.3	24.5	-76.57672	2.26579
161	P	H	69.4	14	-76.57575	2.265853
162	P	M	98.2	16	-76.57561	2.265914
163	P	M	89.7	19.5	-76.57533	2.266155
164	P	H	57.5	17	-76.57435	2.254889
165	P	H	64.8	9	-76.57265	2.25479
166	P	M	82.3	19	-76.56722	2.263097
167	P	M	74.5	17	-76.56586	2.264003
168	P	M	44.7	18	-76.56319	2.26152
169	P	M	56.9	11.5	-76.56664	2.266165
170	P	H	77	8	-76.56644	2.266039
171	P	M	81.3	12.5	-76.56611	2.26572
172	P	M	49.4	21	-76.56587	2.265685
173	P	M	88	11	-76.56548	2.265575
174	P	M	74.6	7	-76.56525	2.26456
175	P	M	73	11.5	-76.56469	2.264122
176	P	M	105	18	-76.57406	2.254849
177	P	H	79.9	12	-76.57369	2.255031
178	P	M	89	17	-76.57352	2.254959
179	P	M	102	20.5	-76.5734	2.25486
180	P	H	171	24	-76.57327	2.254734
181	P	H	89	20	-76.57311	2.254275
182	P	M	84.6	18	-76.57313	2.254332
183	P	H	132	22	-76.57264	2.253567
184	P	M	107	21	-76.57297	2.25446
185	P	M	83.7	15	-76.57294	2.25445
186	P	H	79.4	14	-76.57284	2.254306
187	P	H	145.7	16.5	-76.57285	2.253912
188	P	M	49.7	12	-76.57238	2.253953
189	P	M	83.4	21	-76.57233	2.253889
190	P	H	73.7	15.5	-76.57224	2.253943
191	P	M	59.8	14	-76.57216	2.254015
192	P	H	89.4	14.5	-76.57217	2.254241
193	P	M	77.3	16	-76.57193	2.253585
194	P	H	97.8	12	-76.57212	2.254436
195	P	M	81.3	13.5	-76.57234	2.254449
196	P	H	71.7	14	-76.57248	2.254537
197	P	M	64.3	16.5	-76.56393	2.264655
198	P	H	83.5	17.5	-76.56356	2.261373
199	P	M	58.4	11	-76.56332	2.261165
200	P	M	19.8	8	-76.57419	2.266138
201	P	H	121	18	-76.57016	2.265667
202	P	H	84.8	11	-76.56954	2.265723

No	Bosque	Sexo	d cm	H m	x	y
203	P	M	97.5	16	-76.56275	2.261927
204	P	H	78	19	-76.57236	2.262017
205	P	M	88.8	18	-76.57231	2.261865
206	P	M	97.6	18.5	-76.57239	2.261609
207	P	H	102.2	17	-76.57255	2.261544
208	P	H	84.4	14.5	-76.57281	2.261874
209	P	M	105.8	18.5	-76.5616	2.251131
210	P	M	74	16	-76.56166	2.251048
211	P	H	72.2	13.5	-76.56225	2.251048
212	P	H	86.8	14	-76.56086	2.251564
213	P	M	82.3	12	-76.56125	2.251321
214	P	M	77.1	9.5	-76.57	2.254722
215	P	M	71.8	9	-76.5725	2.2575
216	P	M	52.4	14	-76.57094	2.247885
217	P	H	92.6	17	-76.57097	2.246413
218	P	H	103.7	17.5	-76.57094	2.247746
219	P	M	81.7	16	-76.57094	2.247524
220	P	H	49.7	12	-76.57095	2.247746
221	P	M	109.5	18	-76.57102	2.247274
222	P	H	180.5	24	-76.571	2.246718
223	P	M	65.4	14	-76.57241	2.246041

## ANEXO B. Especies asociadas a *P. oleifolius* en el BI

No	Parcela	Familia	Especie	d cm	H m	AB m	Estado
1	P1	Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxila</i>	13.3	7.03	0.014	Sano
2	P1	Siparunaceae	<i>Siparuna sp</i>	12.7	8.32	0.013	Sano
3	P1	Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxila</i>	13.9	4.26	0.015	Sano
4	P1	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	19.1	5.67	0.029	Enfermo
5	P1	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	13.3	4.03	0.014	Sano
6	P1	Meliaceae	<i>Ruagea hirsura</i>	10.4	8.57	0.008	Sano
7	P1		<i>Sp1</i>	22.5	10.13	0.040	Sano
8	P1	Melastomataceae	<i>Miconia sp2</i>	14.2	5.01	0.016	Sano
9	P1	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	12	6.41	0.011	Sano
10	P1		<i>Sp2</i>	20.8	6.52	0.034	Enfermo
11	P1	Brunelliaceae	<i>Brunellia boqueronensis</i>	10.7	3.92	0.009	Sano
12	P1	Theaceae	<i>Freziera canecens</i>	35.6	3.75	0.100	Sano
1	P2	Meliaceae	<i>Ruagea hirsura</i>	21.1	6.69	0.035	Sano
2	P2	Meliaceae	<i>Ruagea hirsura</i>	40.8	9.00	0.131	Caído
3	P2	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	14.4	4.00	0.016	Enfermo
4	P2	Meliaceae	<i>Ruagea hirsura</i>	14.6	4.13	0.017	Sano
5	P2	Styracaceae	<i>Styrax sp</i>	21	4.47	0.035	Sano
6	P2	Meliaceae	<i>Ruagea hirsura</i>	13.7	5.89	0.015	Enfermo
7	P2	Styracaceae	<i>Styrax sp</i>	12.5	6.73	0.012	sano
8	P2	Actinidiaceae	<i>Saurauia ursina</i>	16.3	6.96	0.021	sano
9	P2	Actinidiaceae	<i>Saurauia ursina</i>	23.2	6.96	0.042	sano
10	P2	Styracaceae	<i>Styrax sp</i>	16	4.09	0.020	sano
11	P2	Sapindaceae	<i>Dodonaea sp</i>	21.1	6.60	0.035	sano
12	P2	Bombacaceae	<i>Spirotheca rhodostyla</i>	17.2	6.25	0.023	sano
13	P2	Bombacaceae	<i>Spirotheca rhodostyla</i>	15.2	6.25	0.018	sano
14	P2	Melastomataceae	<i>Miconia sp3</i>	11.3	6.60	0.010	sano
15	P2	Lauraceae	<i>Ocotea sp</i>	10.5	4.63	0.009	sano
1	P3	Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i>	55.4	5.80	0.241	Sano
2	P3	Styracaceae	<i>Styrax sp</i>	23.8	6.80	0.044	Enfermo
3	P3	Bombacaceae	<i>Spirotheca rhodostyla</i>	10	5.79	0.008	Sano
4	P3	Meliaceae	<i>Ruagea hirsura</i>	29.8	6.90	0.070	Sano
5	P3	Proteaceae	<i>Panopsis suaveolens</i>	47.4	8.51	0.176	Sano
6	P3	Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	15.9	5.00	0.020	sano
1	P4	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	18.5	4.36	0.027	Sano
2	P4	Melastomataceae	<i>Miconia sp3</i>	16.1	0.00	0.020	Sano
3	P4	Siparunaceae	<i>Siparuna sp</i>	11.6	7.85	0.011	Sano
4	P4	Melastomataceae	<i>Miconia viscolor</i>	17	6.34	0.023	Sano
5	P4	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	16	5.34	0.020	Sano
6	P4	Clethraceae	<i>Clethra sp</i>	51.7	9.32	0.210	Sano
7	P4	Solanaceae	<i>Sessea sp</i>	10	10.54	0.008	Sano
8	P4	Melastomataceae	<i>Miconia viscolor</i>	10.1	6.30	0.008	Sano
9	P4		<i>Sp3</i>	10.4	8.91	0.008	Enfermo
10	P4		<i>Sp3</i>	11.3	0.00	0.010	Enfermo
11	P4	Bombacaceae	<i>Spirotheca rhodostyla</i>	16.1	6.68	0.020	Sano
12	P4	Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxila</i>	21.3	6.86	0.036	Sano
13	P4	Siparunaceae	<i>Siparuna sp</i>	15.7	8.54	0.019	Sano
1	P5	Clusiaceae	<i>Clusia sp</i>	18.5	6.39	0.027	Sano
2	P5	Proteaceae	<i>Roupala pseudocordata</i>	16.7	9.13	0.022	Sano
3	P5	Meliaceae	<i>Ruagea hirsura</i>	12.8	6.68	0.013	Sano
4	P5	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oliefolius</i>	64	17.20	0.322	Sano
5	P5	Brunelliaceae	<i>Brunellia boqueronensis</i>	78	12.88	0.478	Sano
6	P5	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oliefolius</i>	10.5	14.27	0.009	Sano

No	Parcela	Familia	Especie	d cm	H m	AB m	Estado
7	P5	Melastomataceae	<i>Miconia viscolor</i>	60.5	0.00	0.287	Sano
8	P5	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	11	4.24	0.010	Sano
9	P5	Theaceae	<i>Meriania nobillis</i>	67	7.70	0.353	Sano
10	P5	Melastomataceae	<i>Styrax sp</i>	11.9	4.80	0.011	Sano
1	P6	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	13.4	7.62	0.014	Sano
2	P6	Melastomataceae	<i>Miconia sp2</i>	17.9	11.99	0.025	Sano
3	P6	Melastomataceae	<i>Miconia sp2</i>	35.5	13.47	0.099	Sano
4	P6	Melastomataceae	<i>Miconia sp2</i>	17.7	10.24	0.025	Sano
5	P6	Proteaceae	<i>Panopsis polystachya</i>	18.2	9.89	0.026	Sano
6	P6	Primulaceae	<i>Geissanthus andinus</i>	30.1	7.13	0.071	Sano
7	P6	Melastomataceae	<i>Miconia sp2</i>	17.2	7.19	0.023	Sano
8	P6	Proteaceae	<i>Panopsis suaveolens</i>	15.3	5.27	0.018	Sano
9	P6	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	19.2	5.81	0.029	Sano
10	P6	Meliaceae	<i>Ruagea hirsura</i>	12	6.47	0.011	Sano
11	P6	Brunelliaceae	<i>Brunellia boqueronensis</i>	19	7.06	0.028	Sano
12	P6	Bombacaceae	<i>Spirotheca rhodostyla</i>	12.7	8.54	0.013	Sano
1	P7	Melastomataceae	<i>Miconia viscolor</i>	27	8.71	0.057	Sano
2	P7	Melastomataceae	<i>Miconia viscolor</i>	22.1	7.26	0.038	Sano
3	P7	Asteraceae	<i>Liabum igniarium</i>	12.2	6.85	0.012	Sano
4	P7	Melastomataceae	<i>Miconia sp2</i>	16	5.88	0.020	Sano
5	P7	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	32	7.05	0.080	Sano
6	P7	Primulaceae	<i>Geissanthus andinus</i>	19	7.79	0.028	Sano
6	P7	Primulaceae	<i>Geissanthus andinus</i>	26.6	7.79	0.056	Sano
7	P7	Proteaceae	<i>Panopsis suaveolens</i>	29.4	9.76	0.068	Sano
8	P7	Melastomataceae	<i>Miconia viscolor</i>	31.9	7.71	0.080	Sano
9	P7	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	22.5	6.62	0.040	Sano
10	P7	Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i>	22.4	7.69	0.039	Sano
1	P8	Actinidiaceae	<i>Saurauia ursina</i>	15.6	7.82	0.019	Sano
2	P8	Siparunaceae	<i>Siparuna sp</i>	20.1	8.36	0.032	Sano
3	P8	Lauraceae	<i>Ocotea sp</i>	56.4	10.65	0.250	Sano
4	P8	Clethraceae	<i>Clethra sp</i>	13.4	8.35	0.014	Sano
5	P8		<i>Sp4</i>	13.2	5.36	0.014	Enfermo
6	P8	Meliaceae	<i>Ruagea hirsura</i>	15	8.01	0.018	Sano
7	P8	Verbenaceae	<i>Citharexylum sulcatum</i>	10.9	7.64	0.009	Sano
8	P8	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	25.2	9.27	0.050	Sano
9	P8		<i>Sp5</i>	12.5	6.56	0.012	Sano
10	P8	Aquifoliaceae	<i>Ilex sp</i>	14.4	7.32	0.016	Sano
11	P8	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	12.2	5.41	0.012	Sano
12	P8	Melastomataceae	<i>Meriania nobillis</i>	12.2	6.06	0.012	Sano
1	P9	Melastomataceae	<i>Meriania nobillis</i>	37.8	9.36	0.112	Sano
2	P9		<i>Sp4</i>	12	6.88	0.011	Sano
3	P9	Clethraceae	<i>Clethra sp</i>	30.3	7.54	0.072	Sano
4	P9	Lamiaceae	<i>Aegiphila bogotensis</i>	11.9	9.05	0.011	Sano
5	P9	Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	17.5	7.52	0.024	Sano
6	P9	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	17	9.71	0.023	Sano
7	P9	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	29.2	9.95	0.067	Sano
8	P9	Solanaceae	<i>lochroma umbellatum</i>	19.2	11.5	0.029	Sano
9	P9	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	25	11.43	0.049	Sano
10	P9	Brunelliaceae	<i>Brunellia boqueronensis</i>	29	7.62	0.066	Sano
11	P9	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	18.6	6.69	0.027	Sano
12	P9	Clethraceae	<i>Clethra sp</i>	14.7	6.75	0.017	Sano
1	P10	Meliaceae	<i>Ruagea hirsura</i>	14.2	8.9	0.016	Sano
2	P10		<i>Sp4</i>	19	6.37	0.028	Sano
3	P10		<i>Sp6</i>	24.8	7.51	0.048	Sano
4	P10	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	31.9	9.94	0.080	Sano

No	Parcela	Familia	Especie	d cm	H m	AB m	Estado
5	P10	Melastomataceae	<i>Miconia sp2</i>	29.3	5.61	0.067	Sano
6	P10	Clethraceae	<i>Clethra sp</i>	25.7	5.01	0.052	Sano
7	P10	Proteaceae	<i>Ponopsis suaveolens</i>	12.5	6.22	0.012	Sano
8	P10	Proteaceae	<i>Ponopsis suaveolens</i>	49.2	15.31	0.190	Sano
9	P10	Proteaceae	<i>Ponopsis suaveolens</i>	20.4	6.77	0.033	Sano

### ANEXO C. Especies asociadas a *P. oleifolius* en el BMI

No	Parcela	Familia	Especie	D cm	H m	AB m	Estado
1	1	Pentaphylacaceae	<i>Freziera candicans</i>	16.5	9.36	0.021	Sano
2	1	Pentaphylacaceae	<i>Freziera candicans</i>	10.6	6.59	0.009	Sano
3	1	Primulaceae	<i>Geissantus andinus</i>	17.4	6.37	0.024	Sano
4	1	Aquifoliaceae	<i>Ilex sp</i>	13	7.89	0.013	Sano
5	1	Melastomataceae	<i>Axinaea Macrophylla</i>	16.6	5.55	0.022	Sano
6	1	Melastomataceae	<i>Miconia viscolor</i>	10.5	4.12	0.009	Sano
6	1	Melastomataceae	<i>Miconia viscolor</i>	15.5	4.05	0.019	Sano
7	1	Melastomataceae	<i>Miconia sp1</i>	12.2	5.01	0.012	Sano
8	1	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	15	9.32	0.018	Sano
8	1	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	16.3	9.26	0.021	Sano
9	1	Lauraceae	<i>Persea mutisii</i>	16.7	9.92	0.022	Sano
10	1	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	16.4	9.45	0.021	Sano
11	1	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	22.2	8.08	0.039	Sano
12	1	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	12.2	6.74	0.012	Sano
1	2	Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	10.3	5.72	0.008	Sano
2	2	Melastomataceae	<i>Miconia sp2</i>	15.5	7.54	0.019	Sano
2	2	Melastomataceae	<i>Miconia sp2</i>	16	7.96	0.020	Sano
3	2	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	20.9	7.65	0.034	Sano
4	2	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	22.6	6.32	0.040	Sano
5	2	Melastomataceae	<i>Miconia viscolor</i>	11.5	7.5	0.010	Sano
6	2	Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	11.5	4.56	0.010	Sano
7	2	Melastomataceae	<i>Miconia viscolor</i>	10.5	4.54	0.009	Sano
8	2	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	19.3	8.09	0.029	Sano
9	2	Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	13.8	7.32	0.015	Sano
10	2	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	42	10.25	0.139	Sano
1	3	Ealeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i>	10.6	436	0.009	Sano
2	3	Melastomataceae	<i>Miconia viscolor</i>	12.2	4.15	0.012	Sano
3	3	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	12.9	5.68	0.013	Sano
4	3	Melastomataceae	<i>Miconia viscolor</i>	13.3	5.36	0.014	Sano
5	3	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	24.4	5.51	0.047	Sano
5	3	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	34.3	9.13	0.092	Sano
6	3	Brunelliaceae	<i>Brunellia boqueronensis</i>	33.7	9.65	0.089	Sano
7	3	Melastomataceae	<i>Miconia sp2</i>	15	4.83	0.018	Sano
8	3	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	37.8	6.74	0.112	Sano
1	4	Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	19.3	7.78	0.029	Sano
2	4	Lamiaceae	<i>Aegiphila bogotensis</i>	11.5	4.01	0.010	Sano
3	4	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	37	10.14	0.108	Sano
4	4		<i>Sp7</i>	11	5.96	0.010	Sano
5	4	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	50.8	10.82	0.203	Sano
6	4	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	13.3	4.36	0.014	Sano
7	4	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	13.2	4.74	0.014	Sano
8	4	Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	10.8	6.54	0.009	Sano
9	4	Melastomataceae	<i>Axinaea Macrophylla</i>	11.7	6.65	0.011	Sano
10	4	Melastomataceae	<i>Axinaea Macrophylla</i>	10.1	5.51	0.008	Sano
11	4	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	26.4	9.03	0.055	Sano
1	5	Chlorantaceae	<i>Hedyosmum sp</i>	40.3	11.85	0.128	Sano
2	5	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	32.2	9.73	0.081	Sano
3	5	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	29	7.51	0.066	Sano
4	5	Chlorantaceae	<i>Hedyosmum sp</i>	11	4.54	0.010	Sano
5	5	Chlorantaceae	<i>Hedyosmum sp</i>	26.1	5.05	0.054	Sano
6	5	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	25.2	10.26	0.050	Sano
7	5	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	36.6	7.43	0.105	Sano

No	Parcela	Familia	Especie	D cm	H m	AB m	Estado
8	5	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	15.2	5.33	0.018	Sano
9	5	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	20.8	8.75	0.034	Sano
10	5	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	24.2	14.67	0.046	Sano
11	5	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	18.5	6.03	0.027	Sano
12	5	Melastomataceae	<i>Axinaea Macrophylla</i>	11	4.03	0.010	Sano
13	5	Aquifoliaceae	<i>Ilex sp</i>	12.6	4.87	0.012	Sano
14	5	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	28.4	10.1	0.063	Sano
15	5	Melastomataceae	<i>Axinaea Macrophylla</i>	16.3	4.28	0.021	Sano
1	6	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	25.3	8.76	0.050	Sano
2	6	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	10	6.41	0.008	Sano
3	6	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	12.1	5.75	0.011	Sano
4	6	Pentaphylacaceae	<i>Frezeria canescens</i>	18.4	8.02	0.027	Sano
4	6	Pentaphylacaceae	<i>Frezeria canescens</i>	19.4	6.09	0.030	Sano
4	6	Pentaphylacaceae	<i>Frezeria canescens</i>	11.9	6.38	0.011	Sano
4	6	Pentaphylacaceae	<i>Frezeria canescens</i>	14.2	7.45	0.016	Sano
4	6	Pentaphylacaceae	<i>Frezeria canescens</i>	15.5	6.7	0.019	Sano
5	6	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	26.7	7.52	0.056	Sano
6	6	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	11.7	6.38	0.011	Sano
7	6	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	12.7	6.91	0.013	Sano
8	6	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	15.9	6.84	0.020	Sano
1	7	Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	10	4.15	0.008	Sano
2	7	Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	13.4	5.32	0.014	Sano
2	7	Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	21.3	6.36	0.036	Sano
3	7	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	13.7	7.73	0.015	Sano
4	7	Actinidiaceae	<i>Saurauia ursina</i>	10.7	7.52	0.009	Sano
5	7	Melastomataceae	<i>Axinaea Macrophylla</i>	13	7.68	0.013	Sano
6	7	Brunelliaceae	<i>Brunellia boqueronensis</i>	16.6	5.56	0.022	Sano
7	7	Cunoniaceae	<i>Weinmannia tomentosa</i>	30	12.68	0.071	Sano
8	7	Cunoniaceae	<i>Weinmannia tomentosa</i>	17.8	11.06	0.025	Sano
9	7	Cunoniaceae	<i>Weinmannia tomentosa</i>	27.8	11.51	0.061	Sano
10	7	Melastomataceae	<i>Axinaea Macrophylla</i>	16.7	6.48	0.022	Sano
11	7	Melastomataceae	<i>Axinaea Macrophylla</i>	19.7	7.67	0.030	Sano
12	7	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	13.5	4.53	0.014	Sano
13	7	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	14.8	4.44	0.017	Sano
14	7	Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	11.9	5.23	0.011	Sano
15	7	Melastomataceae	<i>Axinaea Macrophylla</i>	14.6	7.08	0.017	Sano
16	7	Solanaceae	<i>Clethra revoluta</i>	14.3	6.89	0.016	Sano
1	8	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	44.3	12.48	0.154	Sano
2	8	Piperaceae	<i>Piper sp</i>	14.2	10.52	0.016	Sano
3	8	Lauraceae	<i>Lauraceae sp</i>	11	7.67	0.010	Sano
4	8	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	14	6.84	0.015	Sano
5	8	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	25.9	8.33	0.053	Sano
6	8	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	22.6	8.36	0.040	Sano
7	8	Piperaceae	<i>Piper sp</i>	10.7	4.45	0.009	Sano
8	8	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	13.7	6.78	0.015	Sano
9	8	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	26.4	8.63	0.055	Sano
10	8	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	14	4.53	0.015	Sano
11	8	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	35	11.16	0.096	Sano
1	9	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	17.9	6.06	0.025	Sano
2	9	Aquifoliaceae	<i>Ilex sp</i>	19.6	5.13	0.030	Sano
3	9	Melastomataceae	<i>Miconia viscolor</i>	17.7	4.95	0.025	Sano
4	9	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	19.2	6.14	0.029	Sano
5	9	Lamiaceae	<i>Aegiphila bogotensis</i>	11.2	7.31	0.010	Sano
6	9	Aquifoliaceae	<i>Ilex sp</i>	25.4	7.63	0.051	Sano
7	9	Pentaphylacaceae	<i>Freziera canescens</i>	22.2	5.98	0.039	Sano

No	Parcela	Familia	Especie	D cm	H m	AB m	Estado
8	9	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	15.5	5.14	0.019	Sano
1	10	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	17.7	7.14	0.025	Sano
2	10	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	12.4	6.5	0.012	Sano
3	10	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	23.4	7.73	0.043	Sano
4	10		<i>Sp8</i>	23	7.85	0.042	Sano
5	10	Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	14	5.43	0.015	Sano
6	10	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	15	5.35	0.018	Sano
7	10	Cunoniaceae	<i>Weinmania pubescens</i>	35	8.59	0.096	Sano
8	10	Clusiaceae	<i>Chrysochlamis sp</i>	21.7	6.35	0.037	Sano
9	10	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	12	4.37	0.011	Sano
10	10	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	28	8.48	0.062	Sano
11	10	Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	17	6.43	0.023	Sano
12	10	Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	14.5	6.76	0.017	Sano



### ANEXO D. Especies asociadas a *P. oleifolius* en el BNI

No	Parcela	Familia	Especie	d	H	AB	Estado
1	P1	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	19.2	12.51	0.0290	Sano
2	P1	Melastomateacea	<i>Miconia sp4</i>	11	12.32	0.0095	Sano
3	P1	Melastomateacea	<i>Miconia sp4</i>	10.6	11.53	0.0088	Sano
4	P1	Melastomateacea	<i>Miconia sp4</i>	12.1	10.71	0.0115	Sano
5	P1	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	28.3	13.47	0.0629	Sano
6	P1	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	12.6	11.11	0.0125	Sano
7	P1	Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	25.5	13.01	0.0511	Sano
8	P1	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	29.8	13.59	0.0697	Sano
9	P1	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	40	15.8	0.1257	Sano
1	P2	Aquifoliaceae	<i>Ilex sp2</i>	27.1	13.02	0.0577	Sano
2	P2	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	28.2	11.8	0.0625	Sano
3	P2	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	26.6	12.45	0.0556	Sano
4	P2	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	25.9	12.15	0.0527	Sano
5	P2	Actinidaceae	<i>Saurauia ursina</i>	12.9	6.35	0.0131	Sano
6	P2	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	32	13.83	0.0804	Sano
7	P2	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	22.7	7.53	0.0405	Sano
8	P2	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	14.8	6.71	0.0172	Sano
9	P2	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	15	6.75	0.0177	Sano
10	P2	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	18.9	7.37	0.0281	Sano
1	P3		<i>Brunellia boqueronensis</i>	21.3	12.44	0.0356	Sano
2	P3	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	41	14.79	0.1320	Sano
3	P3	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	28	13.68	0.0616	Sano
4	P3	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	14.7	7.78	0.0170	Sano
5	P3	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	46.2	16.12	0.1676	Sano
6	P3	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	22	11.31	0.0380	Sano
7	P3	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	26.8	12.55	0.0564	Sano
8	P3	Actinidaceae	<i>Saurauia ursina</i>	24.7	13.73	0.0479	Sano
9	P3	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	59.6	15.25	0.2790	Sano
1	P4		<i>Sp9</i>	76.4	21.51	0.4584	Sano
2	P4		<i>Myrcine coriaceae</i>	32.8	18.4	0.0845	Sano
3	P4	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	37.8	18.27	0.1122	Sano
4	P4		<i>Myrcine coriaceae</i>	30.9	17.23	0.0750	Sano
5	P4	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	36.6	18.19	0.1052	Sano
6	P4	Actinidaceae	<i>Saurauia ursina</i>	12.5	8.62	0.0123	Sano
7	P4		<i>Myrcine coriaceae</i>	40.7	17.35	0.1301	Sano
8	P4		<i>Myrcine coriaceae</i>	31.2	17.05	0.0765	Sano
1	P5	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	26.4	12.12	0.0547	Sano
2	P5	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	23.2	11.56	0.0423	Sano
3	P5	Phyllanthaceae	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	33.3	10.37	0.0871	Sano
4	P5	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	20.9	10.83	0.0343	Sano
5	P5	Lauraceae	<i>Peersea mutisii</i>	25.4	10.85	0.0507	Sano
6	P5	Lauraceae	<i>Peersea mutisii</i>	21.4	9.61	0.0360	Sano
7	P5	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	25.5	9.35	0.0511	Sano
8	P5		<i>Myrcine coriaceae</i>	18.9	8.34	0.0281	Sano
9	P5	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	20.7	10.42	0.0337	Sano
10	P5	Lauraceae	<i>Peersea mutisii</i>	20.7	10.22	0.0337	Sano
11	P5	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	25.7	8.03	0.0519	Sano
12	P5	Actinidaceae	<i>Saurauia ursina</i>	17.9	13.16	0.0252	Sano
13	P5	Primulaceae	<i>geissanthus perpurcticulosus</i>	23.7	8.76	0.0441	Sano

No	Parcela	Familia	Especie	d	H	AB	Estado
14	P5	Actinidaceae	<i>Saurauia ursina</i>	10.3	6	0.0083	Sano
15	P5	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	24	9.31	0.0452	Sano
1	P6	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	40.1	17.73	0.1263	Sano
2	P6	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	13.7	8.06	0.0147	Sano
3	P6	Melastomateacea	<i>Miconia sp3</i>	37.2	15.31	0.1087	Sano
4	P6	Chloranthaceae	<i>Hedyosmum bonplandianum</i>	12.2	10.32	0.0117	Sano
5	P6	Melastomateacea	<i>Miconia sp3</i>	23	10.03	0.0415	Sano
6	P6	Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i>	30.2	14.23	0.0716	Sano
7	P6	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	27.8	17.03	0.0607	Sano
8	P6	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	37.2	17.84	0.1087	Sano
9	P6	Melastomateacea	<i>Miconia sp3</i>	23.2	11.73	0.0423	Sano
1	P7	Theaceae	<i>Gordonia humboldii</i>	30	19.23	0.0707	Sano
2	P7	Rubicaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	10	6.51	0.0079	Sano
3	P7	Cyatheaceae	<i>Alsophila sp</i>	10	4.03	0.0079	Sano
4	P7	Melastomateacea	<i>Miconia caudata</i>	15.4	12.55	0.0186	Sano
5	P7	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	47.2	19.34	0.1750	Sano
6	P7	Theaceae	<i>Gordonia humboldii</i>	44.7	21.58	0.1569	Sano
7	P7	Phyllanthaceae	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	40.5	21.22	0.1288	Sano
8	P7	Lauraceae	<i>Lauraceae sp</i>	20	8	0.0314	Sano
9	P7	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	32.2	15.24	0.0814	Sano
10	P7	Melastomateacea	<i>Miconia viscolor</i>	12.3	5.35	0.0119	Sano
11	P7	Cyatheaceae	<i>Alsophila sp</i>	10.5	3.6	0.0087	Sano
12	P7	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	48.75	21.62	0.1867	Sano
13	P7	Melastomateacea	<i>Miconia caudata</i>	37.5	21.56	0.1104	Sano
1	P8	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	41	15.6	0.1320	Sano
2	P8	Lauraceae	<i>Ocotea infrafoveolata</i>	15.2	8.57	0.0181	Sano
3	P8	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	33	12.35	0.0855	Sano
4	P8	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	13	11.52	0.0133	Sano
5	P8	Theaceae	<i>Gordonia humboldii</i>	24.7	13.12	0.0479	Sano
6	P8	Theaceae	<i>Gordonia humboldii</i>	20.6	11.07	0.0333	Sano
7	P8	Theaceae	<i>Gordonia humboldii</i>	21.6	12.39	0.0366	Sano
8	P8	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	11.3	7.65	0.0100	Sano
9	P8	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	20	9.78	0.0314	Sano
10	P8	Asteraceae	<i>Critoniopsis lindenii</i>	11.2	7.34	0.0099	Sano
11	P8	Primulaceae	<i>Geissanthus andinus</i>	74	18.59	0.4301	Sano
1	P9		<i>Myrcine coriaceae</i>	56	17.56	0.2463	Sano
2	P9	Theaceae	<i>Gordonia humboldii</i>	26	15.36	0.0531	Sano
3	P9	Melastomateacea	<i>Miconia viscolor</i>	16.5	13.24	0.0214	Sano
4	P9	Melastomateacea	<i>Miconia viscolor</i>	20	14.83	0.0314	Sano
5	P9	Melastomateacea	<i>Miconia viscolor</i>	20.7	15.21	0.0337	Sano
6	P9	Melastomateacea	<i>Miconia viscolor</i>	13.3	9.74	0.0139	Sano
7	P9	Melastomateacea	<i>Miconia viscolor</i>	19.8	10.41	0.0308	Sano
8	P9	Rubicaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	41.5	16.75	0.1353	Sano
9	P9	Phyllanthaceae	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	27.5	8.93	0.0594	Sano
10	P9	Phyllanthaceae	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	13.2	6.32	0.0137	Sano
1	P10	Aquifoliaceae	<i>Ilex sp</i>	36.9	9.65	0.1069	Sano
2	P10	Rubicaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	10.18	4.1	0.0081	Sano
3	P10	Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	54.11	11.03	0.2300	Sano
4	P10	Melastomateacea	<i>Miconia theaezans</i>	14.2	9.36	0.0158	Sano
5	P10	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	14.8	9.47	0.0172	Sano
6	P10	Rubicaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	19	5.32	0.0284	Sano
7	P10	Rubicaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	16.5	4.95	0.0214	Sano

No	Parcela	Familia	Especie	d	H	AB	Estado
8	P10	Rubicaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	39.7	11.37	0.1238	Sano
9	P10	Rubicaceae	<i>Palicourea amethystina</i>	10.2	5.36	0.0082	Sano
10	P10	Melastomateacea	<i>Miconia theaezans</i>	12	6.13	0.0113	Sano
11	P10	Aquifoliaceae	<i>Ilex sp</i>	38.7	9.66	0.1176	Sano
12	P10	Aquifoliaceae	<i>Ilex sp</i>	13.3	7.23	0.0139	Sano
13	P10	Cunoniaceae	<i>Weinmannia pubescens</i>	37.8	8.5	0.1122	Sano