

**POTENCIAL DEL ÁREA DE BOSQUE DEL COLEGIO LOS ANDES, MUNICIPIO
DE POPAYÁN, CAUCA**



FRANCY LORENA ORDÓÑEZ LÓPEZ

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2019**

**POTENCIAL DEL ÁREA DE BOSQUE DEL COLEGIO LOS ANDES, MUNICIPIO
DE POPAYÁN, CAUCA**

FRANCY LORENA ORDÓÑEZ LÓPEZ

**Trabajo de grado en la modalidad de investigación presentado para optar al
título de Ingeniera Forestal**

Director

M.Sc ROMAN OSPINA MONTEALEGRE

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2019**

Nota de aceptación:

El director y los jurados han leído el Presente documento, escucharon la Sustentación del mismo por su autora y lo encuentran satisfactorio.

M.Sc. Román Ospina Montealegre
Ingeniero Forestal
Director

M.Sc Harvey Marín Paladines
Ingeniero Forestal
Presidente del jurado

Esp. Carolina Bambague Caicedo
Ecóloga
Jurado

Popayán, _____de Julio de 2019

DEDICATORIA

A mis padres Rigoberto y Rosa por su amor, trabajo, sacrificio y apoyo durante todos estos años quienes me inculcaron valores y formaron como persona, sin ellos a mi lado hoy no vería esta meta alcanzada en mi vida, a mi hermana, abuelo y familia que son mi fortaleza y el tesoro más valioso.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por bendecir mi vida, por guiarme, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad,

A mis padres por su apoyo incondicional y a mi familia por su presencia constante,

A la Universidad del Cauca y en especial a los profesores del programa ingeniería forestal por compartir sus conocimientos,

Al Colegio Los Andes en cabeza de su rectora Mgr. Clara Nydia Ruiz Gómez por abrirme las puertas para el desarrollo del proyecto,

A mi director Román Ospina Montealegre por su apoyo y conocimientos aportados,

Al profesor Alex Ordoñez por su apoyo en la cartografía,

Al personal del Colegio por su amabilidad y en especial a Don Ricardo por su entrega y dedicación para el desarrollo y culminación del trabajo,

A la profesora Carolina Bambague Caicedo por su dedicación y conocimientos aportados,

A mis amigos y compañeros por su apoyo durante el desarrollo del trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. MARCO REFERENCIAL	22
1.1. ESTADO DEL ARTE	22
1.2. MARCO TEÓRICO	25
1.2.1. Los bosques en el entorno urbano	25
1.2.2. Estructura vertical	25
1.2.2.1. Diagrama de perfil	25
1.2.2.2. Posición sociológica (PS)	26
1.2.2.3. Diagrama de Ogawa o de dispersión de copas	27
1.2.3. Estructura horizontal	27
1.2.3.1. Abundancia	28
1.2.3.2. Dominancia	28

	pág.
1.2.3.3. Distribución por clases diamétricas	29
1.2.3.4. Patrón espacial de una especie	29
1.2.4. Medidas de diversidad	29
1.2.4.1. Diversidad alfa	29
1.2.5. Censo forestal	31
1.2.6. Regeneración natural	31
1.2.7. Levantamiento topográfico	31
1.2.8. Modelo digital de elevación del terreno (MDT)	31
2. METODOLOGÍA	34
2.1. Localización de la zona de estudio	34
2.2. Metodología para el desarrollo del trabajo	35
2.2.1. Levantamiento de datos en campo	36
2.2.2. Trabajo con estudiantes	37
2.2.3. Sistematización y análisis de la información	38

	pág.
2.2.4. Planteamiento de estrategias de manejo y conservación	39
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
3.1. Características generales del bosque	40
3.2. Características florísticas del bosque	42
3.2.1. Riqueza y composición	42
3.2.2. Abundancia de especies	43
3.2.3. Diversidad	46
3.2.4. Curva de acumulación de especies	47
3.2.5. Dominancia de las especies	48
3.2.6. Dominancia de las familias	49
3.2.7. Análisis de distribución diamétrica	50
3.2.8. Distribución espacial de las especies	51
3.2.9. Distribución espacial de los individuos dentro del bosque	53
3.3. ESTRUCTURA VERTICAL	54

	pág.
3.3.1. Diagrama de perfil forestal	55
3.3.2. Índice de posición sociológica PS	57
3.4. ESTADO FITOSANITARIO DE LA VEGETACIÓN	58
3.4.1. Tasa de incidencia de afectaciones	60
3.5. REGENERACIÓN NATURAL	61
3.5.1. Diversidad de la regeneración	63
4. ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO Y USO DEL BOSQUE	64
5. CONCLUSIONES	69
6. RECOMENDACIONES	71
7. BIBLIOGRAFÍA	73
8. ANEXOS	86

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Localización bosque Colegio Los Andes Popayán, 2019.	35
Figura 2. Socialización del proyecto y trabajo con estudiantes del Colegio Los Andes, Popayán, 2019.	37
Figura 3. Configuración del paisaje donde se encuentra bosque Colegio los Andes, Popayán, 2019.	41
Figura 4. Modelo de elevación digital del terreno del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.	41
Figura 5. Distribución por clases de altura bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.	42
Figura 6. Especies representativas dentro bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.	44
Figura 7. Familias representativas dentro bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.	45
Figura 8. Curva especie-número de individuos método de rarefacción para el bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019	48

Figura 9 Dominancia por especies dentro del bosque Colegio Los Andes. Popayán, 2019.	49
Figura 10. Dominancia por familia dentro bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.	50
Figura 11. Distribución por clases diamétricas bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.	51
Figura 12. Patrón de distribución por el método del vecino más cercano y I Moran Global para el bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019	52
Figura 13. Ubicación de árboles con DAP mayor o igual a 5cm dentro del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019	54
Figura 14. Diagrama de perfil bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019	55
Figura 15. Diagrama de Ogawa bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019	56
Figura 16. Posición fitosociológica para las especies dentro del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.	57
Figura 17. Porcentaje de individuos con afectaciones dentro del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.	59
Figura 18. Estado previo al proyecto de recuperación del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2018.	59

Figura 19. Presencia de residuos posterior al proyecto de recuperación del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019. 60

Figura 20. Abundancia de la regeneración natural reportada en 10 parcelas de 2x2 metros, en el bosque Colegio Los Andes, 2019 62

Figura 21. Familias representativas para la regeneración natural bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019. 63

Figura 22. Señalética para el sendero Colegio Los Andes, Popayán, 2019 65

Figura 23. Vista de área adecuada del sendero ecológico Colegio Los Andes, Popayán, Cauca, 2019. 67

Figura 24. Adecuación de punto de estudio dentro del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019. 68

LISTA DE CUADRO

pág.

Cuadro 1. Índices de diversidad calculados con base en los componentes arbóreo, arbustivo y herbáceas grandes del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019 47

Cuadro 2. Índices de diversidad calculados para la regeneración del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019. 64

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Formato para recolección de datos para levantamiento topográfico bosque Colegio Los Andes. Popayán	86
Anexo B. Formato para la recolección de información censo bosque Colegio Los Andes, Popayán	87
Anexo C. Formato para recolección de información regeneración natural bosque Colegio Los Andes, Popayán.	88
Anexo D. Composición florística bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.	89
Anexo E. Análisis de la estructura vertical del bosque natural Colegio Los Andes, Popayán, 2019.	90
Anexo F. Incidencia de afectaciones para los árboles del Colegio Los Andes, Popayán, 2019 H : altura (m), n : número de individuos afectados, N : número total de individuos, $I=n/N$: incidencia.	91
Anexo G. Regeneración natural dentro de parcelas de 2x2m para el bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.	92
Anexo H. Listado de especies marcadas empleando placas bosque Colegio Los Andes, Popayán 2019.	93

pág.

Anexo I. Formato para fichas de las especies encontradas en el estudio dentro del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.

94

RESUMEN

Se determinaron las características florísticas y se recomendaron estrategias de uso y manejo para el bosque natural del Colegio Los Andes Popayán; para ello se estableció el área y topografía del bosque mediante levantamiento topográfico, por el método de fajas con poligonal base, para calcular las coordenadas se trabajó con la rutina Surfer-Levtop de Excel y con ArcGIS se elaboró el mapa del área y se generó un modelo de elevación del terreno, reportando un área de 2959 m². Las características florísticas se determinaron a partir de un censo de todos los individuos con altura ≥ 1 m y diámetro ≥ 1 cm, a cada individuo ≥ 1 cm de diámetro se le registró nombre común, nombre científico, familia, diámetro, altura total, altura de copa, diámetro de copa, estado fitosanitario y fue localizado geográficamente. Mediante disposición aleatoria se montaron 10 parcelas de 4 m² donde se registraron brinzales con altura menor o igual a 1 m. Un total de 536 individuos fueron reportados; 23,3% fueron árboles, 64,6% arbustos y 12,1% herbáceas de porte grande. Se encontró que hay 55 especies correspondientes a 45 géneros y agrupados en 33 familias, siendo las especies con mayor dominancia *Syzygium jambos* (L.) Alston (22,6%), *Fraxinus chinensis* Roxb. (20,5%), *Alchornea latifolia* Sw (10,9%), *Ficus benjamina* L (6,5%), *Senna spectabilis* (DC.) H.S.Irwin & Barneby (6,2%) y las familias más representativas Myrtaceae (16%), Melastomataceae (12,1%), Piperaceae (11,2%), Poaceae (9,4%) y Rubiaceae (8,3%). Para la categoría de regeneración y arbustos se reportaron 125 individuos distribuidos en 22 especies, correspondientes a 18 géneros, agrupados en 13 familias, siendo las más representativas *Inga punctata* (34,4%), *Palicourea angustifolia* (18,4%), *Myrcia popayanensis* (6,4%), *Coffea arabica* (5,6) y *Eriobotrya japónica* (3,2%); las familias que presentaron mayor número de individuos fueron Fabaceae (46,5%), Myrtaceae (10,1%), Rubiaceae (10,1%), Melastomataceae (9,1%) y Myrsinaceae (6,1%). Los índices de diversidad presentaron valores, Margalef 8,59, Shannon-Wiener 3,25 y Simpson

0,96, indicando una alta diversidad; mientras tanto la dominancia de Simpson 0,036 evidenciando una baja dominancia.

Palabras clave. Conectividad ecológica, Composición florística, Educación ambiental,

ABSTRACT

The floristic characteristics were determined and use and management strategies were recommended for the natural forest of Los Andes Popayan School; For this, the area and topography of the forest was established by topographic survey, by the method of strips with polygonal base, to calculate the coordinates we worked with the Surfer-Levtop routine of Excel and with ArcGIS the map of the area was elaborated and a model of elevation of the land reporting an area of 2959 m². The floristic characteristics were determined from a census of all individuals with height ≥ 1 m and diameter ≥ 1 cm, each individual ≥ 1 cm in diameter was registered common name, scientific name, family, diameter, total height, height of cup, cup diameter, phytosanitary status and was located geographically. By means of a random arrangement, 10 plots of 4 m² were assembled where saplings with a height less than or equal to 1 meter were recorded. A total of 536 individuals were reported; 23.3% were trees, 64.6% shrubs and 12.1% large herbaceous plants. It was found that there are 55 species corresponding to 45 genera and grouped in 33 families, being the species with greater dominance *Syzygium jambos* (L.) Alston (22,6%), *Fraxinus chinensis* Roxb (20,5%), *Alchornea latifolia* Sw (10,9%), *Ficus benjamina* L (6,5%), *Senna spectabilis* (DC.) H.S.Irwin & Barneby (6,2%) and the most representative families Myrtaceae (16%), Melastomataceae (12.1%), Piperaceae (11.2%), Poaceae (9.4%) and Rubiaceae (8.3%). For the category of regeneration and shrubs, 125 individuals were reported distributed in 22 species, corresponding to 18 genera, grouped in 13 families, being the most representative *Inga punctata* (34.4%), *Palicourea angustifolia* (18.4), *Myrcia popayanensis* (6.4%), *Coffea arabica* (5.6) and *Eriobotrya japonica* (3.2%); The families with the highest number of individuals were Fabaceae (46.5%), Myrtaceae (10.1%), Rubiaceae (10.1%), Melastomataceae (9.1%) and Myrsinaceae (6.1%). The indices of diversity presented values, Margalef 8.59, Shannon-Wiener 3.25 and

Simpson 0.96, indicating a high diversity; meanwhile the dominance of Simpson 0.036 evidencing a low dominance.

Keywords. ecological connectivity, Floristic composition, environmental education.

INTRODUCCIÓN

El Departamento del Cauca es una región rica en biodiversidad y recursos naturales, que constituyen el hábitat de muchas especies de flora y fauna. El conocimiento de esta riqueza es fundamental para la conservación y por consiguiente la continuidad de los procesos ecológicos, sociales y económicos de la región (Villareal *et al.*, 2004). Los bosques naturales ubicados en áreas cercanas a centros urbanos y a zonas de futura expansión, se consideran ecosistemas de importancia ambiental y ecológica, debido a los beneficios que prestan a los habitantes (Alvis, 2009). . El conocimiento y evaluación de las características ecológicas de estos ecosistemas son fundamentales para determinar las posibilidades para su utilización, bien sea en términos de producción, educación, conservación y regulación.

En el Colegio Los Andes se encuentra una zona de bosque natural andino, que se ha venido utilizando como sendero ecológico. A la fecha no se cuenta con información acerca de la vegetación y otras características de este espacio, generando una subutilización en cuanto al potencial que tiene para el desarrollo de actividades pedagógicas, de esparcimiento y recreación tanto para profesores como estudiantes de la institución. Este desconocimiento ha llevado a comportamientos negativos por parte de la comunidad del colegio, lo que ha generado impactos sobre este ecosistema, como lo evidencia el caso de residuos arrojados por los estudiantes y la falta de cuidado de esta área por parte de la administración del colegio.

El presente trabajo tuvo como propósito determinar las características biofísicas del área de bosque del Colegio Los Andes de Popayán, con el fin de proponer estrategias para su utilización con diferentes fines, por parte de la comunidad educativa. Para cumplir con lo propuesto y con el fin de facilitar la construcción de

material pedagógico, conjuntamente con estudiantes y profesores se planteó conocer el área y la topografía del bosque del Colegio Los Andes de Popayán; se evaluaron sus características florísticas, para orientar las acciones tendientes a su conservación y plantear estrategias para el manejo y utilización de esta área natural

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. ESTADO DEL ARTE

Varios trabajos se han desarrollado en bosques localizados en la periferia y dentro de las ciudades, que han logrado analizar las características florísticas de las áreas, así como el estado fitosanitario de algunos bosques y dictar lineamientos para su conservación como lo son el trabajo realizado por Graciano *et al.* (2017) se caracterizó la composición y estructura de un ejido forestal en el estado de Durango en parcelas de 2500 metros cuadrados, censando las especies arbóreas donde a cada individuo se le hicieron mediciones de diámetro normal, altura total, diámetro de copa y se registró la especie además se calcularon el índice de diversidad de Shannon y riqueza de Margalef de manera similar el trabajo realizado por Calderón *et al.*, (2012) analiza la relación, importancia y efectos de los bosques periurbanos en el crecimiento de la ciudad así como la relación enmarcada en un concepto de nueva ruralidad de los habitantes con el medio, el trabajo realizado por Santos *et al.*, 2017 en donde se analiza las características florísticas y estructurales y el patrón espacial de las especies en el Bosque inundable en el bajo Rio Tapajós, se instaló 3,08 ha de 100 m² en donde se registró individuos con diámetro ≥ 10 cm estos fueron identificados y referenciados se determinó los índices de Shannon-Weaver y la función K Ripley; el estudio realizado por Ferreira *et al.*, 2008 trabajo para determinar la composición florística, diversidad y similaridad de una selva estacional semidecidual en el Municipio de Marcelandía, se desarrolló por muestreo y se calculó los índices de diversidad de Shannon-Weaver, Simpson y equitabilidad de Pielou, indicando que presenta diversidad relativamente alta y concentración baja; el trabajo de Glaeser, 2000, realiza un censo en un bosque urbano en donde se analizó la composición florística y estructura de la comunidad del bosque, se censaron los arboles con

DAP \geq 2 cm dentro de parcelas permanentes de 0,5 ha los arboles fueron identificados, se anotó medidas de diámetro, altura y coordenadas X y Y, se analizó la diversidad con Shannon, el estudio de López *et al.*, 2017 evaluó la composición y diversidad de las especies forestales en bosques templados en la zona este del estado de Puebla, México en donde se generó una base de datos con datos de 45 sitios permanentes de investigación silvícola, se registró información dasométrica de DAP y cobertura de copa a ejemplares con DAP \geq 7,5 cm, se evaluó la dominancia, frecuencia y dominancia y los índices de diversidad de Shannon -Weaver y Margalef, el estudio realizado por Ariza *et al.*, 2009 en donde se determinó la composición florística y estructura de un bosque premontano ubicado en el extremo norte de la Cordillera central a partir de 0,1 ha de muestreo en donde se registró individuos con DAP \geq 2,5 cm y helechos, hierbas y epifitas que por su porte no alcanzaban los 2,5 cm, se midió DAP, altura total, altura comercial y cobertura, se realizó colecta de muestras botánicas y toma de fotografías para la identificación y se analizó la diversidad con los índices de Margalef, Shannon-Weaver y Simpson, el estudio por Galindo *et al.*, 2003 en donde se caracterizó la composición florística y estructura de 4 bosques localizados en la cordillera oriental de los Andes Colombianos en cada bosque se hizo el muestreo de 0,1 ha y se censaron los individuos con DAP \geq 1 cm, a cada individuo se le registró altura, DAP, para patrones por debajo de 1, 5 m se midió el perímetro de cada ramificación; el estudio realizado por Restrepo *et al.*, 2015 en donde se realizó el análisis del estado fitosanitario del arbolado urbano de los municipios del Valle de Aburra para registrar síntomas de deterioro progresivo (DP) como marchitez permanente y secamiento descendente y se compara el deterioro en relación con localización, especie, sitio de siembra y número de afectaciones mostrando se hace necesario un programa de monitoreo y medidas dirigidas a enfrentar el problema del deterioro progresivo, bosque por otro lado el trabajo realizado por Colorado *et al.*, (2017) desarrolla una propuesta teórica de conectividad ecológica empleando herramientas de la ecología del paisaje para mediante corredores de 100 metros de ancho conectar 21 fragmentos de bosque o

núcleos y favorecer la conservación de los ecosistemas, porcentaje de individuos con afectaciones para dar lineamientos de manejo y conservación, del mismo modo el trabajo realizado por Alvis (2009) el estudio se localizó cerca la ciudad de Popayán y permitió definir las características más importantes de la estructura horizontal del bosque, identificar las especies que hacen parte del mismo, su abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia, así como el cociente de mezcla, permitiendo definir la importancia ecológica y grado de heterogeneidad del ecosistema por otro lado el trabajo de Jiménez y Muñoz (2010) obtuvo como resultados la composición florística de los senderos con 1246 individuos dentro del estrato arbóreo distribuidos en 33 familias botánicas y 55 especies, en el componente arbustivo se encontraron 309 individuos distribuidos en 9 familias botánicas y 15 especies en donde se estableció el por otro lado se ha desarrollado trabajos que involucran a la comunidad en contacto directo con el bosque como los realizados por Pereira y Rodríguez (2011) mediante la implementación de un plan piloto que acerca los espacios naturales a la realidad educativa, como una estrategia para la formación de valores en educación ambiental y conservación desarrollada por docentes, universitarios y estudiantes de la Sede Guanacaste, de la Universidad de Costa Rica, se integró a docentes, niños y niñas de instituciones educativas de la región obteniendo cambios significativos en la apropiación de conocimientos de manera similar el trabajo realizado por Salazar y López (2017) en donde se involucra de manera práctica a estudiantes obteniendo mejores resultados en la comprensión y apropiación de los conocimientos teóricos. Benavidez y Hernández, 2012 Se determinaron las características dendrométricas y dasométricas del arbolado con base en información registrada durante el inventario total de sus árboles, complementada con la obtenida en 111 sitios de muestreo de 500 m². Se determinó una densidad promedio de árboles cobertura de copa y la cubierta del dosel, promedio de área basal por árbol. Los datos de este trabajo servirán como un indicador básico y referencia para futuros trabajos de investigación y caracterización de masas arboladas urbanas.

1.2. MARCO TEÓRICO

1.2.1. **Los bosques en el entorno urbano.** Los bosques urbanos constituyen un activo ambiental para los habitantes porque en condiciones saludables prestan servicios ambientales como regulación del ciclo hidrológico, disminución de la contaminación del aire y ruido, control de la erosión, es el hábitat de especies de flora y fauna conservando así la biodiversidad, espacio para esparcimiento y educación y en muchos casos estos espacios verdes constituyen la única experiencia natural para la población urbana (Calderón et al., 2012; Grimm *et al.*, 2008; Goddard *et al.*, 2010; Lindenmayer *et al.*, 2006) También se evidencia que la educación ambiental se puede desarrollar en espacios verdes para generar un acercamiento de estos a la realidad académica considerando que para generar un cambio de pensamiento y apropiación de conceptos en conservación ambiental el contacto prolongado con zonas verdes refuerza el aprendizaje porque se desarrolla de manera práctica (O'Brien,2009; Monroe, 2010).

1.2.2. **Estructura vertical.** La estructura vertical se refiere a la disposición de las plantas de acuerdo a sus formas de vida en los diferentes estratos de la comunidad vegetal (Mostacedo, 2000).

1.2.2.1. **Diagrama de perfil.** Uno de los productos que se genera en los estudios relacionados con la estructura vertical del bosque, es el diagrama de perfil, el cual fue introducido por Davis y Richards (1933), es la herramienta más utilizada para la evaluación de la estructura vertical de los bosques; dicho diagrama intenta hacer una representación bidimensional de una estructura tridimensional que es el bosque, conformado por fajas estrechas. Se construye con base en mediciones exactas de la posición y altura de todos los árboles de la parcela, así como de la amplitud y profundidad de sus copas a partir de una altura mínima inferior arbitraria o de un diámetro mínimo de medición. Los perfiles

permiten caracterizar las principales formaciones tropicales y sus clases de arquitectura. Por otro lado, describen la morfología de la vegetación con una precisión aceptable (Melo y Vargas, 2003).

1.2.2.2. **Posición sociológica (PS).** La PS es una expresión de la expansión vertical de las especies. Es un índice que informa sobre la composición florística de los distintos substratos de la vegetación, y del papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos (Hosokawa, 1986). Una especie tiene su lugar asegurado en la estructura y composición del bosque cuando se encuentra representada en todos los substratos. Por el contrario, será dudosa su presencia en la etapa climática si se encuentran solamente en el substrato superior o superior y/o medio, a excepción de aquellas que por sus características propias no pasan del piso inferior. Siguiendo la metodología de Finol (1976), se asigna un valor fitosociológico a cada substrato, el cual se obtiene dividiendo el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies.

$$VF = n/N$$

Siendo:

VF = Valor Fitosociológico del sub-estrato;

n = número de individuos del sub-estrato;

N = Número total de individuos de todas las especies.

Las especies que poseen una posición sociológica regular son aquellas que presentan en el piso inferior un número de individuos mayor o igual a la de los pisos subsiguientes. Para calcular el valor absoluto de PS de una especie, se suman sus valores fitosociológicos en cada sub-estrato, el cual se obtiene

efectuando el producto del VF del estrato considerado por el n° de individuos de la especie en ese mismo estrato (Finol, 1976).

$$PSa = VF (i) * n (i) + VF (m) * n (m) + VF (s) * n (s)$$

En que:

PSa = Posición sociológica absoluta;

VF = Valor fitosociológico del sub-estrato;

n = número de individuos de cada especie;

i: inferior; m: medio; s: superior

La posición sociológica relativa (PSr) de cada especie, se expresa como porcentaje sobre la sumatoria total de los valores absolutos (Finol, 1976).

1.2.2.3. Diagrama de Ogawa o diagrama de dispersión de copas. Este corresponde a una gráfica cartesiana, en donde los árboles se representan por coordenadas generadas por los valores de la altura total para eje de las ordenadas y las alturas de reiteración en el eje de las abscisas (Ogawa *et al.*, 1965). El número de estratos es equivalente a número de conglomerados. Dispersiones con tendencias más o menos paralelas al eje de las abscisas, son típicas de sucesiones secundarias tempranas, mientras que dispersiones crecientes en forma de cola de cometa, representan ecosistemas boscosos más heterogéneos y maduros.

1.2.3. Estructura horizontal. La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento individual de los árboles y de las especies en la superficie del bosque para evaluarla se usa abundancia y dominancia (Melo y Vargas, 2003).

1.2.3.1. **Abundancia.** La abundancia hace referencia al número de árboles por especie, se distingue la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y la abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema (Husch *et al*, 1993).

Abundancia absoluta (Aba) = número de individuos por especie (ni)

Abundancia relativa (Ab%) = $(ni / N) \times 100$ (6)

Dónde:

ni = Número de individuos de la iésima especie

N = Número de individuos totales en la muestra

1.2.3.2. **Dominancia.** La dominancia hace referencia al grado de cobertura de una especie (Füldner, 1995). El área basal es un indicador que permite determinar el estado de desarrollo de los árboles que componen el rodal o bien la proyección ocupada por los arboles (Hernández, 2009). El área basal también puede utilizarse para expresar dominancia como indicador de la potencialidad productiva de una especie y es un parámetro que da idea de la calidad de sitio (Finol, 1971). El grado de dominancia da una idea de la influencia que cada especie tiene sobre las demás por lo tanto las que poseen una dominancia relativa relativamente alta es probable que sean las especies mejor adaptadas a los factores físicos del habitan (Daunbenmire, 1968)

$$Gi = (\pi / 40000) \cdot \sum di^2$$

Dónde:

Gi = Área basal en m² para la iésima especie

d_i = Diámetro normal en cm de los individuos de la i ésima especie $\pi = 3.1416$

1.2.3.3. Distribución por clases diamétricas. En cuanto a la distribución diamétrica de las especies, grupos de éstas presentan comportamientos diferentes a pesar de estar dentro de un mismo ecosistema. Cuando los logaritmos de los números de árboles suelen representarse por clases diamétricas de 10 cm, las especies se pueden dividir en dos grupos, la separación entre ambos se realiza por una línea correspondiente a la especie teórica, para la cual se duplica el número de individuos cuando se pasa de una clase a la clase inmediatamente inferior, lo que es conocido como cociente de Liocourt (Lema, 1995).

1.2.3.4. Patrón espacial de una especie. Hace referencia a la distribución en el espacio de los individuos que pertenecen a determinada especie (Matteucci y Colma, 1982). Las distribuciones agregadas indican la presencia de interacciones entre individuos o entre individuos y el medio (Morlans, 2004).

1.2.4. Medidas de diversidad. Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie. Existen más de 20 índices de diversidad, cada uno con sus ventajas y desventajas (Mostacedo, 2000).

1.2.4.1 Diversidad Alfa. Se refiere a la diversidad dentro de las comunidades (Moreno, 2001). Para la evaluación de la diversidad dentro de un ecosistema en particular se utilizan tres grupos de medidas que corresponden a los índices de riqueza de especies, los índices de abundancia relativa de especies y finalmente, los modelos de abundancia de especies. (Melo y Vargas, 2003)

- **Índice de riqueza de especies.** Es la forma más sencilla para medir la biodiversidad porque se basa únicamente en el número de especies presentes, sin

tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal para medir la riqueza es contar con datos generados por un censo que permite conocer el número total de especies (S) (Moreno, 2001).

- **Índice de diversidad de Margalef.** Infiere una relación entre el número de especies y el número total de individuos de una comunidad. Si esto no es cierto, entonces el índice varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida. Si se utiliza S-1 en lugar de S, DMg es igual a cero (0) cuando hay una sola especie (Margalef, 1958). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$DMG = S - 1/\ln N$$

Dónde:

S= Número de especies

N= Número de individuos

- **Índices basados en la abundancia relativa de especies.** Estos índices buscan conjugar la riqueza y la densidad relativa. A esa clase de índices pertenecen el de Shannon-Wiener (H') (Shannon y Weaver, 1949) y Simpson (D) (Simpson, 1949) (Magurran, 2004).
- **Índice de Shannon-Wiener.** Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de un determinado hábitat. El índice de Shannon-Wiener se puede calcular ya sea con el logaritmo natural (Ln) o con el logaritmo con base 10 (Lg10), pero, al momento de interpretar y escribir los informes, es importante recordar y especificar el tipo de logaritmo utilizado y puede

tomar valores entre 1.5 y 3.5 (Shannon y Weaver, 1949). Se calcula mediante la fórmula:

$$H' = \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

Pi= Abundancia relativa

Ln= Logaritmo natural

- **Índice de Simpson.** El índice de Simpson es otro método utilizado, comúnmente, para determinar la diversidad de una comunidad vegetal. Para calcular el índice de forma apropiada se utiliza la siguiente fórmula (Simpson, 1949):

$$D = \sum p_i^2$$

Dónde:

pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

1.2.5. Censo forestal También llamado inventario de existencias debe generar información sobre la topografía del terreno, la ubicación en el terreno de los arboles censados, especies, diámetros y volumen de los arboles censados. En el censo forestal se debe recolectar información sobre topografía del terreno, red de drenaje, infraestructura existente y accidentes topográficos; ubicación de los arboles censados, caminos e infraestructura (Orozco y Brumer, 2002).

1.2.6. Regeneración natural. La regeneración del bosque comienza con la dispersión de las semillas en los sitios apropiados para la germinación. Algunas semillas viables del conjunto dispersado, pueden escapar a la acción de los depredadores y además, pueden encontrar condiciones adecuadas de luz, humedad y temperatura para su germinación. Estos factores, junto con la disponibilidad de nutrientes y la relación con los herbívoros, controlan el crecimiento y la supervivencia de los individuos (Bazzaz, 1991). Es por esto que la regeneración en los bosques constituye la base para la renovación y continuidad de las especies y lo convierte en uno de los procesos más importantes en el ciclo de vida de las plantas (Nathan y Muller, 2000). Como regeneración natural se considera todos los individuos que se encuentran entre 0,1 m de altura hasta el límite de diámetro establecido por el inventario, esta regeneración constituye la garantía de supervivencia de un ecosistema forestal (Finol, 1971). De acuerdo a Hosokawa, 1986 los individuos de la regeneración se pueden clasificar en tres categorías de tamaño: I de 0,1 m a 0,99 m, II de 1,0 m a 1,9 m de altura y III de 2,0 m a 4,9 cm de DAP.

1.2.7. Levantamiento topográfico. Al trabajo de campo realizado en topografía se llama de forma técnica Levantamiento Topográfico. Este es el conjunto de operaciones que tienen por objeto determinar la posición relativa de ciertos puntos sobre o bajo la superficie terrestre, para posteriormente representarlos en un plano. Un levantamiento topográfico consta de: Trabajo de campo que consiste en la medición de ángulos, distancias y/o coordenadas. Trabajo de oficina que consiste en cálculos de distancias, ángulos, coordenadas, radios, elevaciones, áreas y volúmenes así como la elaboración de planos y memorias de cálculo o informe. Aplicación en diversos trabajos de ingeniería o ramas afines como diseño, construcción, supervisión, planificación e investigación (Orozco, 2011).

1.2.8. Modelo digital de elevación del terreno (MDT). El término Modelo Digital del Terreno (MDT) fue acuñado, según Petrie y Kennie (1990) por Miller y La

Flamme, dos ingenieros del Instituto Tecnológico de Massachusetts, de acuerdo con estos investigadores un modelo digital del terreno es una representación estadística de una superficie continua del terreno mediante un conjunto infinito de puntos cuyos valores en X, Y y Z son conocidos y están definidos en un sistema de coordenadas arbitrario (Fallas, 2007).

2. METODOLOGÍA

2.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO El trabajo se llevó a cabo en el Municipio de Popayán, en el área de bosque que tiene el Colegio Los Andes; este se encuentra ubicado en el norte de la ciudad, con coordenadas N 02 °29,254 ' y W 076°33,573 ' a 1780msnm (Figura 1), con una temperatura media de 19° C , alcanzando temperaturas máximas en los meses de julio, agosto y septiembre en horas del mediodía, hasta 29 °C y mínimas de 10 °C en horas de la madrugada en verano, con precipitación media de 2000 mm/año y comportamiento bimodal con picos en los meses de marzo y noviembre (IDEAM,2018) . De acuerdo con Cuatrecasas (1958), este bosque se clasifica como bosque andino y de acuerdo con Holdridge (1978), como Bosque Húmedo premontano. Hace parte de un sistema de corredores boscosos, ya que se encuentra conectado con otros ecosistemas importantes como el humedal las Guacas y los robledales del norte de Popayán, a través de franjas de bosque correspondientes a la quebrada Lame y el río Blanco (Figura 3). Lo anterior realza la importancia del bosque del Colegio Los Andes para el paso de especies de flora y fauna, permitiendo la conectividad ecológica y la conservación de la biodiversidad (Colorado *et al.*, 2017; Bennett, 1998; Kattan, 2002; Reza y Abdulah, 2010).

2.3.1. Levantamiento de datos en campo. Este inicio con el levantamiento topográfico del terreno, que se llevó a cabo por el método de fajas continuas con línea base o poligonal abierta, para el levantamiento de la poligonal se tomó como referencia la malla que delimita parte del área de bosque, la línea se absciso cada 10 metros; perpendicular a la poligonal, se establecieron fajas que tuvieron una longitud máxima de 10 metros. Durante el levantamiento se tomaron los datos de distancia, azimut y pendiente, que fueron consignados en una cartera de campo (Anexo A). Para este trabajo se utilizó GPS, tabla, cinta métrica y clinómetro.

Para evaluar la flora arbórea y arbustiva del bosque, se llevó a cabo un censo forestal, donde se registraron árboles y arbustos con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 1 cm y 1 m de altura (Gentry 1982, Gentry, 1995) con modificaciones propuestas por autores como (Franco-Rosselli *et al.* 1997, Mendoza, 1999); cada individuo fue enumerado durante el censo y se determinó la localización dentro del área de los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 5 cm, se anotó DAP, altura total, altura de copa, diámetro de copa, nombre común, científico y familia (Anexo B). Además, desde el delta más cercano se midió la distancia, azimut y pendiente hasta cada árbol para su localización geográfica. Para la identificación de las especies que no fue posible en campo se realizó la colecta de muestras botánicas, estas se montaron en periódico con alcohol, se prensaron y secaron para su posterior identificación en el herbario de la Universidad del Cauca CAUP.

Con el fin de conocer la regeneración natural, se llevó a cabo un muestreo en el sotobosque; para ello se levantaron 10 parcelas de 2x2 m, seleccionadas de forma aleatoria y localizadas geográficamente, se registraron brinzales con altura menor o igual a 1 metro; los datos se llevaron en formatos de campo (ANEXO C), anotando nombre común, nombre científico, familia, altura total y estado de crecimiento.

2.3.2. Trabajo con estudiantes. Se adelantaron siete jornadas de trabajo con estudiantes de bachillerato (Figura 2); durante estas se socializo la propuesta y se realizó recorridos por el bosque con cada curso, para explicar el procedimiento del trabajo realizado, así como para socializar las especies que hasta el momento se habían reportado, al finalizar los recorridos se hicieron rondas de preguntas y sugerencias donde los estudiantes opinaron sobre los aspectos que se debían mejorar, los cuales fueron tenidos en cuenta para la redacción de las estrategias de uso y manejo del área de bosque. Para la generación de las placas para la señalética del sendero se trabajó con una ruteadora proporcionada por la CRC quienes además ofrecieron la capacitación para su uso, las tablas fueron proporcionadas por los estudiantes, posteriormente se procedió a macar, pintar con pintura amarilla a base de aceite y aplicar barniz industrial para finalizar con la instalación en los arboles empleando soga y alambre con el apoyo de estudiantes y docente de ecología.

Figura 2. Socialización del proyecto y trabajo con estudiantes del Colegio Los Andes, Popayán, 2019.



2.2.3. Sistematización y análisis de información. la información recolectada se sistematizó con la ayuda del programa Excel. Se hizo el cálculo de las coordenadas y las cotas de cada uno de los puntos correspondientes a la poligonal, árboles y otros elementos; este trabajo se hizo mediante la rutina Surfer levtop para Excel, se elaboró el mapa del bosque mediante la herramienta ArcMap Versión 10.3, a partir del cual se calculó el área del bosque en ARCGIS 10.3. Una vez generada la información topográfica, se generó un modelo de elevación digital que servirá de base para el diseño del sendero y planificación de otros ejercicios pedagógicos al interior del bosque

Con la información procedente del censo, se calcularon los índices de diversidad, de Margalef (Margalef, 1958), Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949) y de Simpson (Simpson, 1949); se caracterizó la estructura horizontal del bosque considerando la abundancia y dominancia de las especies reportadas; para analizar la estructura vertical del bosque se generó un diagrama de perfil vertical, considerando la localización de cada árbol censado y sus alturas totales, para ello se trabajó la misma escala para los ejes vertical y horizontal (Davis y Richards, 1933) y el índice de posición sociológica, la estratificación se evaluó utilizando el diagrama de dispersión de Ogawa (Ogawa *et al.*, 1965). Para analizar la distribución de árboles por clases diamétricas se empleó el método de Sturges (Lema, 1995) se determinó el índice de posición sociológica y se calculó el número de individuos de acuerdo al tipo de afectación y se determinó la tasa de incidencia de las afectaciones se calculó en índice del vecino más cercano y I Moran Global empleando las herramientas de ArcMap 10.5 para determinar qué tipo de distribución presentan los árboles dentro del área y se analizó la regeneración de acuerdo a su abundancia.

2.2.4. Planteamiento de estrategias de manejo y conservación. Teniendo en cuenta las sugerencias de los estudiantes como de los profesores del departamento de ciencias, así como el apoyo de la docente de ecología se trabajó en la formulación de estrategias para el manejo y utilización del área de bosque del Colegio Los Andes de Popayán, Cauca. Considerando que la educación ambiental es fundamental debido a que la forma en que se manejan los recursos naturales definirá la disponibilidad de los insumos necesarios para la vida a largo plazo (Espejel *et al.*, , 2011) tomando en consideración que un programa de educación ambiental debe motivar y empoderar a los estudiantes a través de aprovisionamiento de habilidades específicas para el desarrollo posterior de programas en las comunidades (Thomson *et al.*, ,2010) en estos trabajos la educación ambiental ha sido exitosa por la utilización del bosque como aula de clase (Monroe, 2010), en donde además se ha trabajado de manera interdisciplinar para afianzar los conocimientos en las diferentes asignaturas curriculares.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

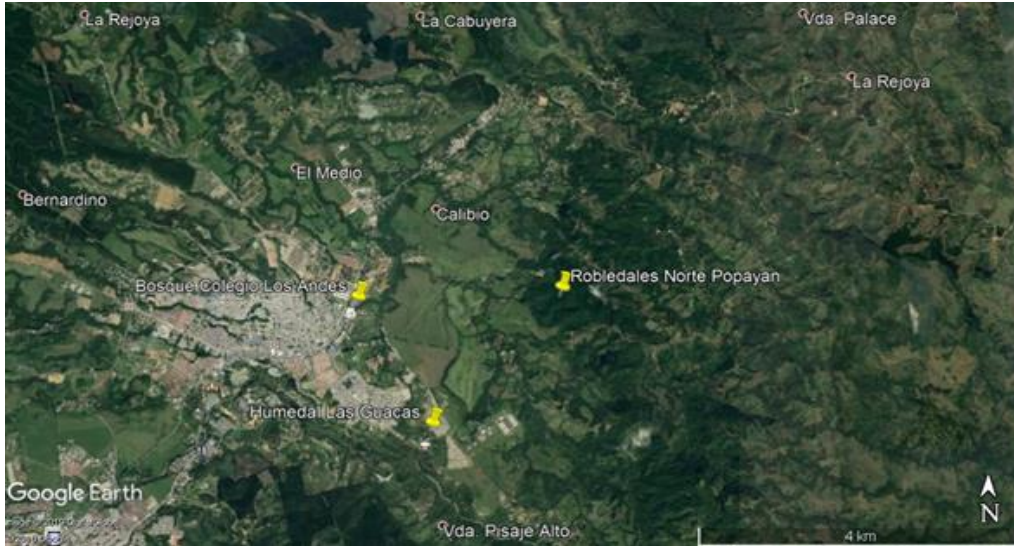
3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL BOSQUE

El bosque natural del colegio Los Andes reportó una superficie de 0,29 hectáreas, que corresponde aproximadamente al 14,8% del total del área del colegio y 50% de su área verde, lo cual está garantizando la calidad de vida de la comunidad educativa y habitantes de la periferia considerando que de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que se tenga de 9 a 12 metros cuadrados de áreas verdes por persona en centros urbanos, con el fin de garantizar una buena calidad de vida.

Dentro del bosque del Colegio los Andes fue posible encontrar árboles, arbustos, lianas, epifitas y herbáceas, tanto nativas como introducidas; así como especies de fauna además la topografía es moderada con pendientes entre -23 % y 23 % alcanzando máximas de 100 % en el caso de la quebrada de aguas lluvias que se encuentra como lindero del bosque; el modelo de elevación del terreno permite observar que la cota máxima es 1845 msnm y la cota mínima 1835 msnm (Figura 4)

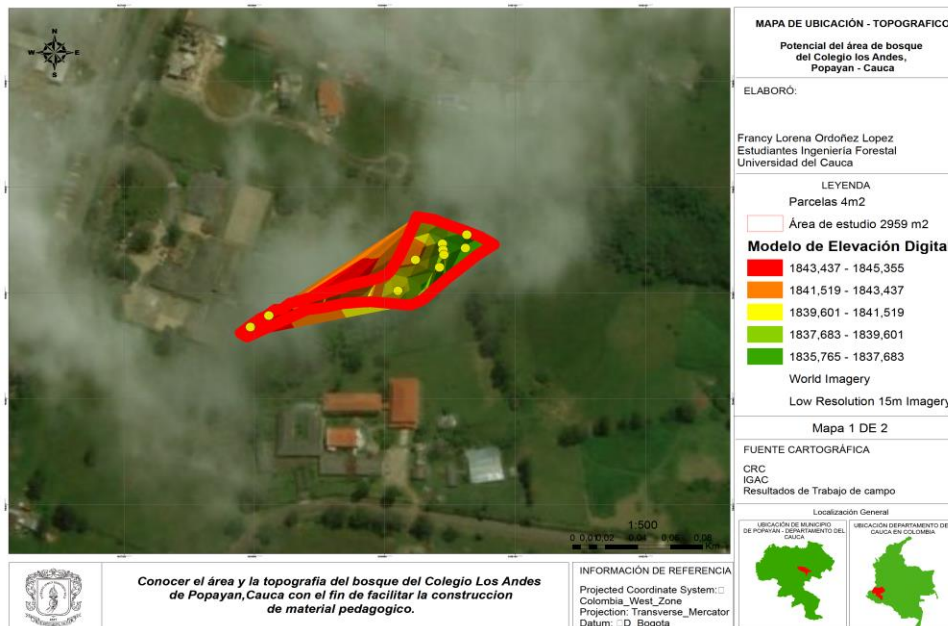
También es de anotar que el bosque del Colegio Los Andes representa un activo ambiental para ciudad, si se considera los servicios que presta a sus habitantes, como la disminución de la contaminación del aire y del ruido, regulación de la temperatura, hábitat para especies de fauna silvestre, recreación, educación y paisajismo, protección del suelo y regulación del ciclo hidrológico, producción de alimento y mejoramiento de la salud física y mental de los residentes entre otros (Calderón *et al.*, 2012; Goddard *et al.*, 2010; Grimm *et.al.*, 2008; Lindenmayer *et al.*, 2006)

Figura 3. Configuración del paisaje donde se encuentra bosque Colegio los Andes, Popayán, 2019



Fuente: Google Earth, 2019

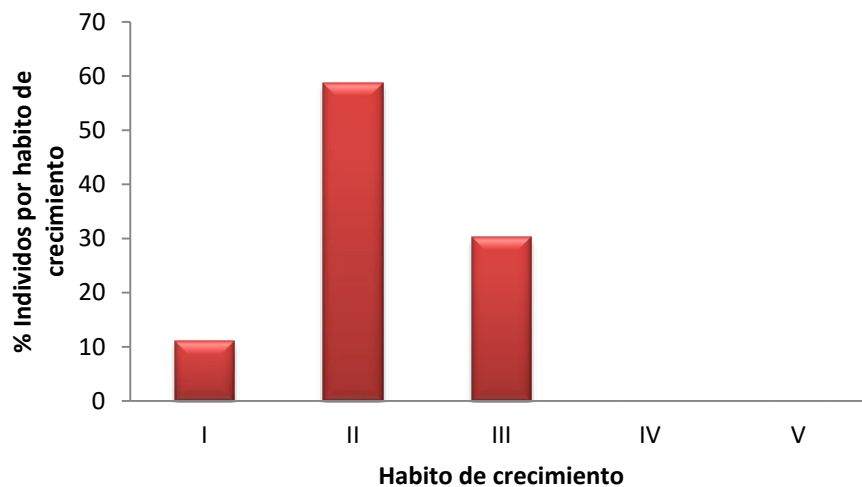
Figura 4. Modelo de elevación digital del terreno del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.



3.2. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS DEL BOSQUE

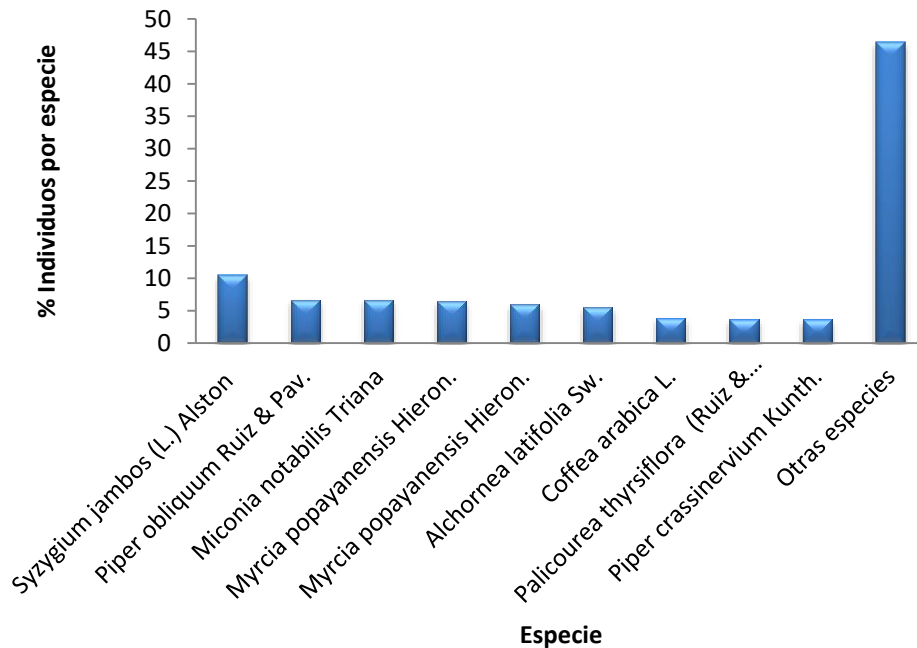
3.2.1. Riqueza, composición. Se reportaron un total de 536 individuos de los cuales 125 (23,3%) fueron árboles, 345 (64,6%) arbustos y 66 (12,1%) herbáceas de porte grande se clasificaron en 55 especies, agrupadas en 45 géneros, correspondientes a 33 familias (Figura 5) (Anexo D) además se reportaron especies como *P. blanda*; (Jacq.)Kunth (*Piperaceae*), *Calathea albertii* Pynaert (*Maranthaceae*), *H. bihai*; (L.) I. (*Heliconiaceae*), *I. wallerana*; Hook.f. (*Balsaminaceae*), *H.wendl. y Drude* (*Arecaceae*) así como especies de la familia *Bromeliaceae*. La riqueza y composición presenta coincidencia con trabajos realizados en zonas cercanas y áreas de muestreo similares (Delgado y Pacheco,2011; Camilo y Salamanca,2015).

Figura 5. Distribución por clases de altura bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.



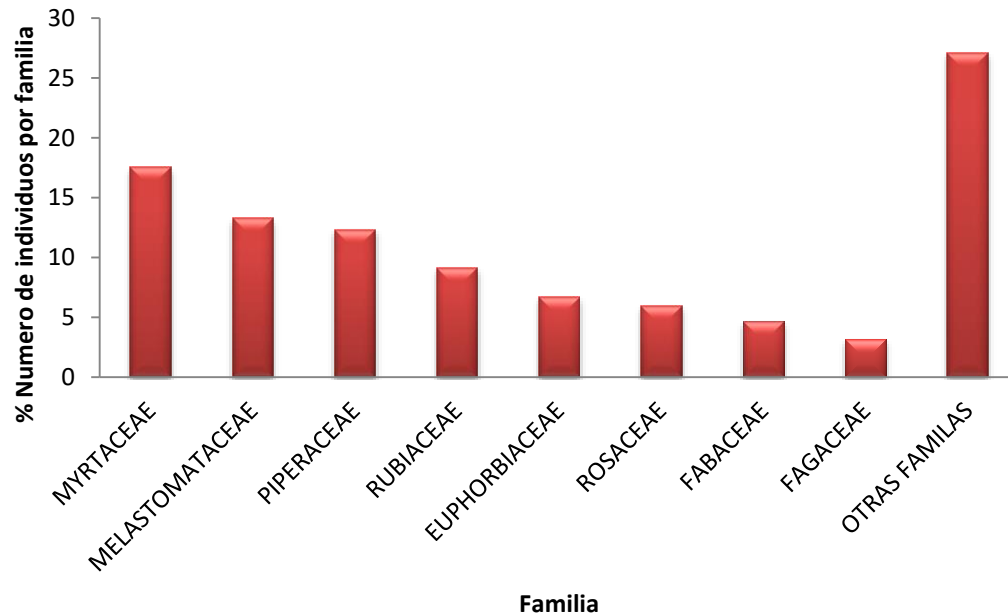
3.2.1 Abundancia de las especies. Se encontró que *S jambos* (L.) Alston fue la especie con mayor número de individuos representando el 10,5%, seguida de, *P arboreum* Aubl y *M notabilis* Triana con 6,7% y *M popayanensis* Hieron con 6,5% cada una; las especies menos abundantes fueron *Panopsis* sp., *P americana* Mill., *V lauriformis* (Lam.) Choisy, *M heterophylla* Kunth y *S peltophoroides* Benth todos con un solo individuo (Figura 6) resultado que coincide con lo reportado por Martínez (2012) en la vereda Cajete, Popayán donde las especies con mayor número de individuos fueron *S jambos* (L.) Alston y *M popayanensis* Hieron. Los datos coinciden también con lo encontrado por Alvis (2009) en un bosque cercano, donde una de las especies más abundantes fue *S jambos* (L.) Alston. Por otro lado, los resultados en cuanto a la abundancia de las especies difieren de otros estudios realizados en la zona (Martínez, 2017, Masabuel, 2015), debido probablemente al estado de conservación del bosque estudiado, el cual ha sufrido afectaciones en su estructura debido a procesos de contaminación por mala disposición de basuras y escombros. Lo anterior sugiere que el bosque es heterogéneo, ya que no existe especies dominantes (Villafuente, 2010). Se resalta que *S jambos* (L.) Alston se considera una especie invasora que puede llegar a afectar el bienestar del bosque y el desarrollo de especies propias de la zona (González *et al.*, 2009) por lo tanto se debe manejar de manera adecuada esta especie. Cabe destacar que se encontró *Quercus humboldtii* Bonpl que es una especie clasificada como vulnerable (VU) de acuerdo al libro rojo (Cárdenas y Salinas, 2007), además el *Quercus humboldtii* Bonpl es una especie ecológicamente dominante en muchos bosques de los Andes centrales Colombianos, aunque los extensos bosques de existieron han sido drásticamente reducidos por desmontes y sobreexplotación (Gentry *et al.*, 1991)

Figura 6. Especies representativas dentro bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.



En el trabajo realizado por Daza y Suarez (2010) encontró a *P thyrsoiflora* (Ruiz y Pav.) DC., *M caudata* (Bonpl.) DC., *Q humboldtii* Bonpl., *A latifolia* Sw. como especies en común con el presente estudio, lo que reafirma la clasificación de este bosque como bosque andino de acuerdo con Cuatrecasas (1958). La presencia de especies como *G angustifolia*, *P americana* Mill., *C cinnamomifolia* Kunth, *T chrysantha* (Jacq.) S.O.Grose, *T gigantea* (Humboldt y Bonpland) Nees y *N reticulata* (Ruiz y Pav.) Mez reafirma el bosque como húmedo premontano (Guzmán, 1996 y Rangel *et al.*, 2003).

Figura 7. Familias representativas dentro bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.



Las familias más representativas en cuanto al número de individuos fueron Myrtaceae con un 17,6%, Melastomataceae con 13,3%, Piperaceae con 12,3%, Rubiaceae con 9,2% y Euphorbiaceae con 6,7% (Figura 7)., este resultado presenta coincidencia con el realizado por Martínez (2012) y Calambas *et al.*, 2015 donde unas de las familias con mayor número de individuos fueron Myrtaceae y Euphorbiaceae por otro lado no coincide con lo realizado por Masabuel (2015) y Martínez (2017) en la ciudad y en la misma zona así mismo coincide con lo reportados por García *et al.*, 2014 en donde se presenta a las familias Euphorbiaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Moraceae, Myrtaceae, Piperaceae y Rubiaceae como las más abundantes bosques localizados en zonas aledañas al bosque del presente estudio de manera similar con lo reportado por Macía y Fuentes, 2008. Es de resaltar que familias como Euphorbiaceae,

Melastomataceae Y Asteraceae, presentes en este estudio comprenden especies con potencial como fuente melífera convirtiendo al bosque del Colegio Los Andes en estratégico para la conservación de las abejas y de la biodiversidad (Chamorro, *et al.*, 2013 y Pinilla y Nates, 2015).

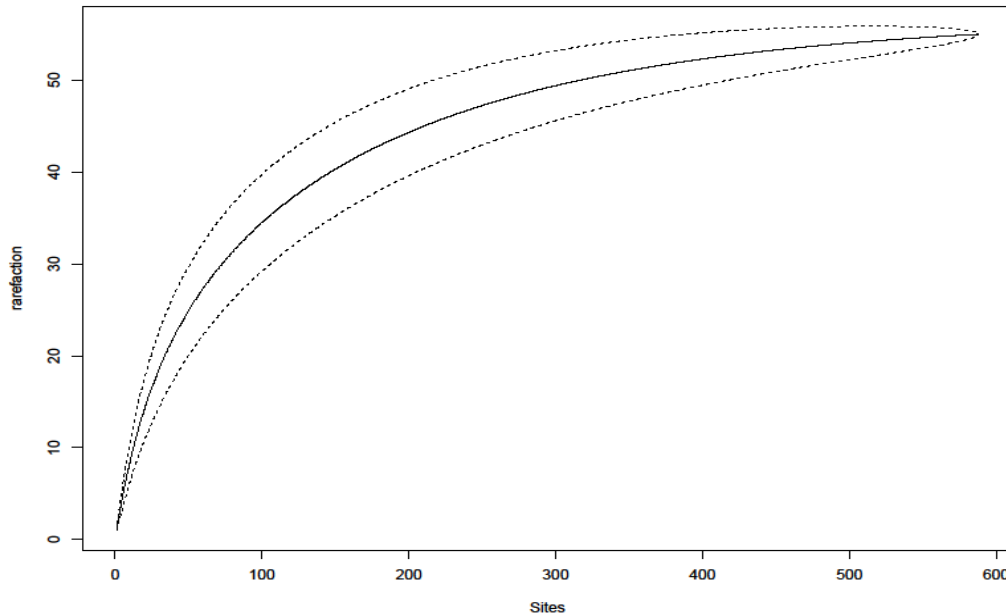
3.2.2. **Diversidad.** Con respecto a la diversidad los índices calculados presentaron valores altos de acuerdo a Santos *et al.*, 2013 en donde el índice de Shannon fue 3,03 y fue clasificado como bajo así mismo el índice de Pielou fue 0,73 evidenciando una modera heterogeneidad resultado similar presentado por Ferreira *et al.*, 2008 donde Shannon fue 3,35 y dominancia de Simpson fue 0,05 evidenciando relativamente diversidad alta y baja concentración de especies considerando que de acuerdo a Saporetti *et al.*, 2003 valores mayores a 3,11 para Shannon indican formaciones vegetales bien conservadas y Pielou de 0,74 sugiere alta uniformidad evidenciado la importancia estratégica de este bosque para la conservación de la diversidad. (Cuadro 1). Estos resultados además son mayores a los reportados por Masabuel, 2015 y Calambas *et al.*, 2015 donde el área muestreada coincide con la del presente estudio y los índices presentan valores mucho más bajos debido a que el Cerro de las tres cruces y el Humedal las Guacas presentan un alto grado de intervención antrópica por lo tanto a pesar de los impactos de carácter antrópico y ambiental que ha sufrido el bosque objeto de estudio este alberga gran número de especies forestales.

Cuadro 1. Índices de diversidad calculados con base en los componentes arbóreo, arbustivo y herbáceas grandes del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.

INDICE	Colegio Los Andes (0.29 ha)	Cerro Las Tres Cruces (0,3 ha)	Humedal Las Guacas (0,22 ha)
Índice de riqueza de especie	55	11	18
Índice de diversidad de Margalef	8,593	2,56	2,569
Índice de Shannon-Wiener bits/ind	3,486	1,19	2,4
Índice de Pielou	0,869	0,49	0,83
Índice de Simpson	0,956	0,59	0,4
Índice de dominancia de Simpson	0,043	0,41	0,6

3.2.3. **Curva de acumulación de especies:** El método de rarefacción es el único posible cuando no se tiene área muestreada para realizar análisis de acumulación de especies, cuando los únicos datos disponibles son listados de especies y sus abundancias (Magurran, 2004), la curva muestra que, cuando el esfuerzo de muestreo alcanza los 500 individuos, existe una muy baja probabilidad de encontrar nuevas especies (Figura 8) por lo tanto el área muestreada evidencia alta representatividad de las especies de flora de los bosques del paisaje circundante. Se ha demostrado que la curva de acumulación de especie-número de individuos tiene efectividad similar con la curva de acumulación especie-área mediante su aplicación en tres sitios en donde para las dos curvas se obtuvo resultados similares en la tasa de acumulación que fue de 2000 individuos o 2 ha (López y Duque, 2010)

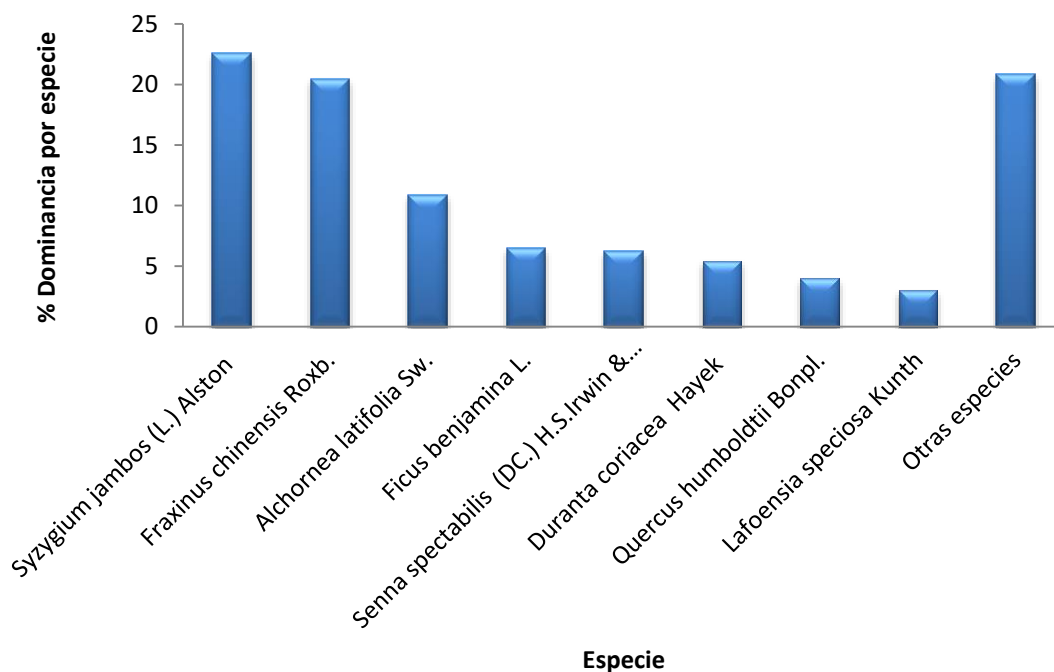
Figura 8. Curva especie-número de individuos método de rarefacción para el bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.



3.2.4. Dominancia de las especies. Las especies más dominantes fueron *S jambos* (L.) Alston (22,6%), *F chinensis* Roxb. (20,5%), *A latifolia* Sw. (10,9%), *F benjamina* L. (6,5%), *S spectabilis* (DC.) H.S.Irwin y Barneby (6,2%), *D coriacea* Hayek (5,5%) y *Q humboldtii* Bonpl. (4%) por su parte dentro de las especies con menor dominancia se encontraron *M heterophylla* Kunth, *R rospigliosii* (Pilg.) C.N.Page y *M glaberrima* (Schltdl.) Naudin (Figura 9), los valores de dominancia relativa evidencian que estas son las especies que se han adaptado mejor a las condiciones del hábitat (Daunbenmire, 1968) y han podido sortear de mejor manera los impactos antrópicos y ambientales que presenta el bosque. Estos resultados coinciden con los reportados por Martínez (2012) y Bolaños *et.al.*, (2010) trabajos realizados en la meseta de Popayán. Considerando que el área basal para los bosques tropicales maduros que se ha reportado puede estar entre

los 17 y 35 m²/ha (Finegan y Guillen, 1992) el bosque del Colegio Los Andes se encuentra por debajo de este rango, mostrando que se encuentra en proceso de recuperación o se está afectando por factores que generan impacto sobre el, como fragmentación, depósito de escombros, disposición de residuos, entre otros. Se ha reportado valores de 7,5 a 16, 3 m²/ha por Galindo *et al.*, 2003 en donde los bosques estudiados la mayor parte de las especies presentaron valores bajos de dominancia coincide con los valores del presente estudio.

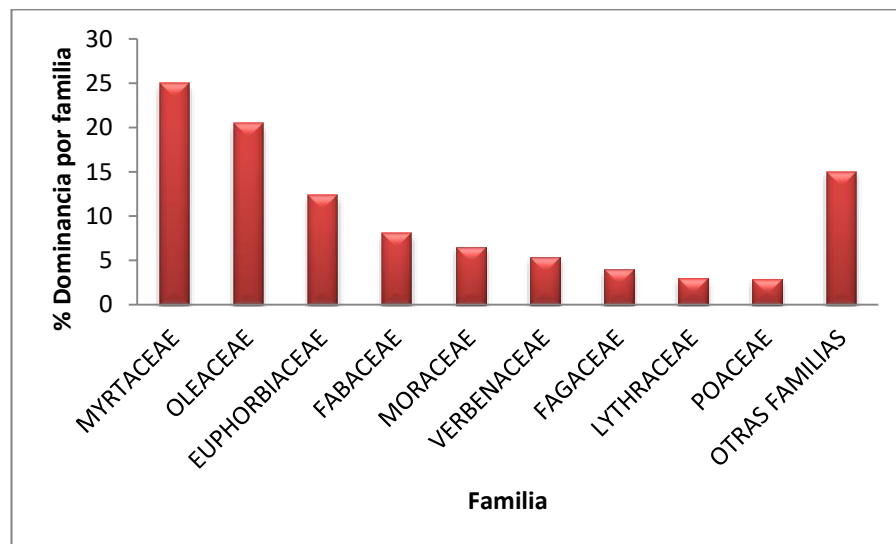
Figura 9. Dominancia por especies dentro del bosque Colegio Los Andes. Popayán, 2019.



3.2.5. **Dominancia de las familias.** Con respecto a la dominancia por familias Myrtaceae (28,4%), Oleaceae (23,3%), Euphorbiaceae (14,1%), Fabaceae (9,2%) y Moraceae (7,5%) fueron las que reportaron los valores más altos, mientras que

Anacardiaceae y Podocarpaceae fueron las de menor valor (Figura 10). Al comparar con los estudios realizados por Alvis (2009) y Gómez (2008), se encontró una coincidencia ya que ellos reportan como una de las familias más dominante a Myrtaceae y familias en común como Lauraceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae. Estos resultados se presentaron en el estudio realizado por Chávez y Rodríguez (2012) en donde estas familias representaron el 50% del total de las especies así mismo se reportaron valores bajos de dominancia

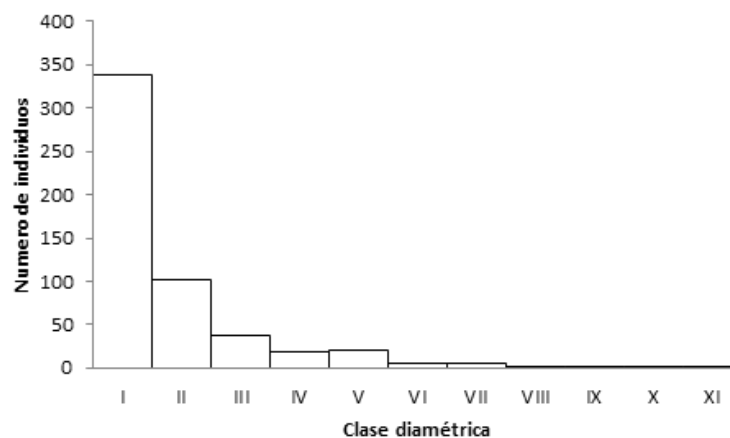
Figura 10. Dominancia por familia dentro bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.



3.2.6. **Análisis de la distribución diamétrica.** La distribución por clases de diámetro de los árboles presentó forma de J invertida en donde las clases I y II representaron el 83,5% de los individuos reportados (Figura 11), comportamiento característico de bosques naturales disetáneos y característico de bosque en regeneración (Lamprecht, 1990) indicando que existen suficientes individuos en

las clases diamétricas inferiores que serán los que reemplacen aquellos de mayor diámetro, este tipo de estructura dominada por muchos árboles pequeños sugiere que el rodal ha sufrido una reciente regeneración o establecimiento, luego de un proceso de disturbio (Medina, 2001, Newton, 2007, Quispe, 2010). De acuerdo con Dueñas *et al.*, 2007 en los bosques tropicales andinos generalmente se observa una disminución progresiva en el número de individuos a medida que aumenta la altura de los arboles comportamiento que presento el bosque en estudio. La forma característica de J invertida coincide con lo reportado por Santos *et al.*, 2017, Ariza *et al.*, 2009; Cascante y Estrada, 2001 trabajo realizados en bosques tropicales y húmedos premontanos.

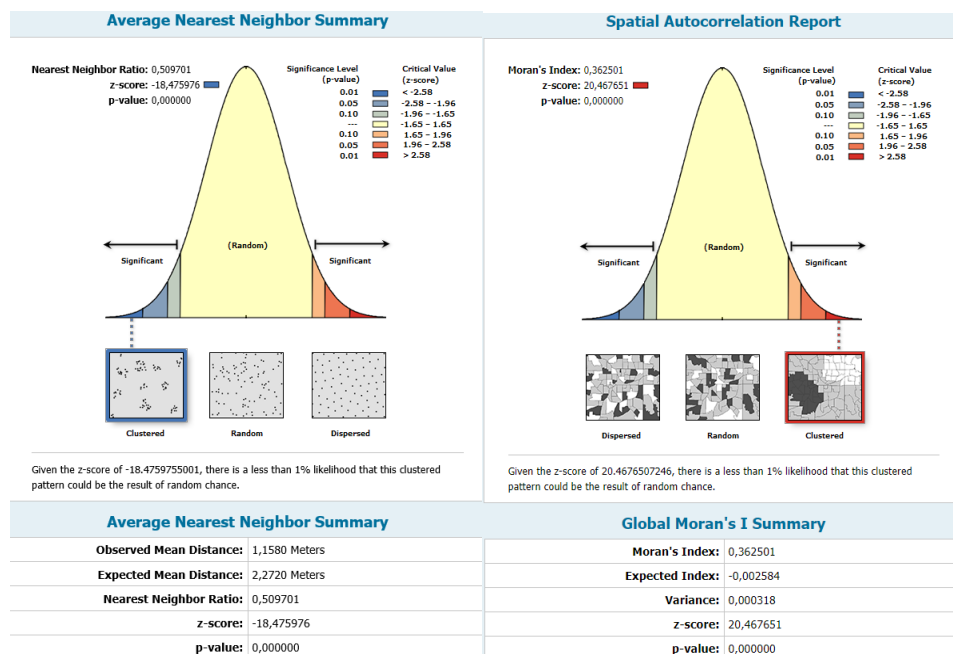
Figura 11. Distribución por clases diamétricas bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.



3.2.7. Distribución espacial de las especies Las especies encontradas en el censo muestran una distribución agregada de acuerdo al análisis por el método del vecino más cercano que reportó un valor de $z = -18,47$ y el Índice de Moran

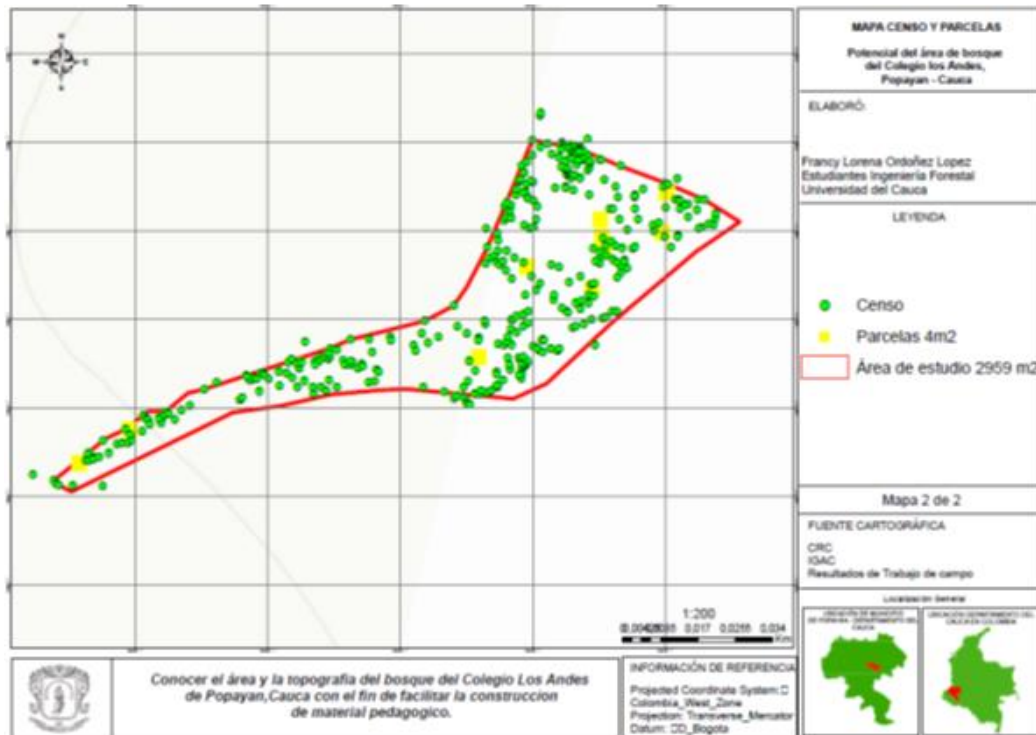
global con un valor de $z = 20,46$ (Figura 12), considerando que cuando el valor de z es menor a uno para el índice del vecino más cercano y presenta un valor positivo para el Índice de Moran global la distribución que se exhibe es agregada, este tipo de distribución se puede presentar por limitación o especialización de hábitat, si se considera que el bosque es un parche dentro del paisaje (Gentry, 1988, Wright, 2002). En estadio juveniles de árboles dentro de los bosques se ha presentado un patrón en agregado analizado por el método del vecino más cercano (Rozas y Camarero, 2005) resultado similar reportado por Santos *et al.*, 2017 en un fragmento de bosque natural y de acuerdo con Negrini *et al.*, 2012 los bosques tropicales presentan patrones en agregados principalmente por el síndrome de dispersión y la presencia de micro sitios favorables para el establecimiento.

Figura 12. Patrón de distribución por el método del vecino más cercano y I Moran Global para el bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.



3.2.8. Distribución espacial de los individuos dentro del bosque Los árboles se encuentran distribuidos en toda el área de estudio formando agregados también es posible observar la formación de claros de alrededor 400 metros cuadrados lo que permitiría el establecimiento de especies con requerimiento de luz para asegurar la recuperación del bosque (Figura 13), las características estructurales de los claros influenciarán la composición y el arreglo de espacial de las especies (Denslow 1980, Whitmore 1989) La formación de agregados dentro del área de bosque evidencia la existencia de relación bien sea entre los individuos o entre los individuos y el medio (Morlans, 2004) en donde se resalta que especies como *Q humboldtii* Bonpl., *P obliquum* Ruiz y Pav., *P crassinervium* Kunth. y *M caudata* (Bonpl.) DC se encontraron asociadas a las zonas húmedas de la quebrada de aguas servidas y aguas lluvias que se encuentra como límite inferior del bosque mostrando la existencia de relación entre los individuos con el medio y *F chinensis* Roxb. y *S spectabilis* (DC.) H.S.Irwin y Barneby asociadas a la parte superior del bosque.

Figura 13. Ubicación de árboles con DAP mayor o igual a 5cm dentro del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.

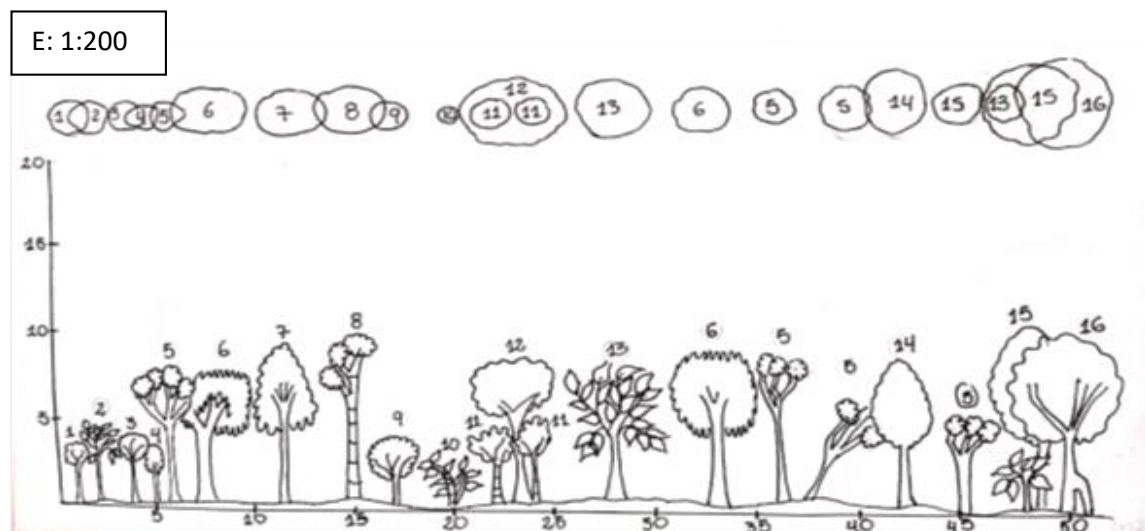


3.3. ESTRUCTURA VERTICAL

Se establecieron tres clases de altura de 0,5 a 2 metros herbáceas grandes o estrato bajo de 2 a 5 metros, arbustos o estrato medio y 5 a 12 metros árboles o estrato superior. La incipiente estratificación evidencia el reciente proceso de regeneración, así como la idea que es un bosque disetáneo (Villafuente, 2012; Newton, 2007).

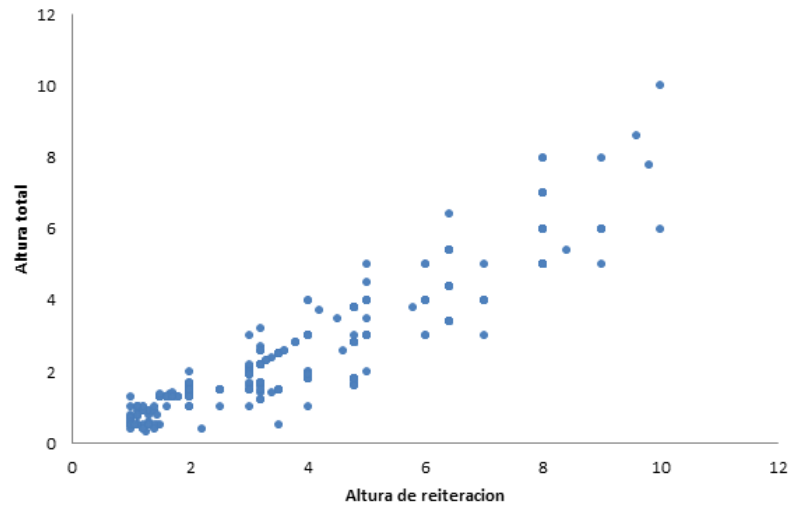
3.3.1. **Diagrama de perfil.** El perfil del bosque permite observar la incipiente estratificación, así como algunas de las especies representativas de la zona de vida además la formación de claros se hace visible en la poca superposición de las copas (Figura 14). Para su elaboración se tomó un transecto de 50* 20 m y se empleó la misma escala para los ejes horizontal y vertical (Davis y Richards, 1933).

Figura 14. Diagrama de perfil bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.



1. *Piper obliquum* Ruiz y Pav, 2. *Miconia notabilis* Triana, 3. *Saurauia scabra* (Kunth) D.Dietr., 4. *Palicourea thyrsoiflora* (Ruiz y Pav.) DC., 5. *Syzygium jambos* (L.) Alston, 6. *Alchornea latifolia* Sw., 7. *Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez, 8. *Cecropia peltata* L., 9. *Piper crassinervium* Kunth., 10. *Costus spicatus* Jacq., 11. *Piper aduncum*, 12. *Inga punctata* Will., 13. *Miconia caudata* (Bonpl.) DC, 14. *Quercus humboldtii* Bonpl., 15. *Lafoensia speciosa* Kunth, 16. *Ficus americana* Aubl.

Figura 15. Diagrama de Ogawa para el bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.



El diagrama de Ogawa (1965), de distribución de copas muestra evidencia de 3 estratos (Figura 15), a pesar de la poca definición de los conglomerados de puntos, se observa un primer conglomerado entre 0,5 y 2 metros; un estrato intermedio entre 2 y 5 metros y un estrato dominante por encima de 8 metros hasta los 10 metros; estos conjuntos más o menos aislados de puntos, indican el virtual vacío de las copas en los niveles intermedios. Posterior a la identificación de los estratos se ubican las especies en cada uno respectivamente (Figura 16).

Figura 16. Posición fitosociológica para las especies dentro del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.

ESTRATO	N. DE ARBOLES	N. DE ESPECIES	ESPECIES
I 0,5 a 2 m	66	20	<i>A coelophylla</i> Pax y K. Hoffm, <i>Alchornea latifolia</i> Sw, <i>C arabica</i> L., <i>C spicatus</i> Jacq., <i>D integrifolium</i> D.Don., <i>E japonica</i> (Thunb.) Lindl., <i>I punctata</i> Willd., <i>L speciosa</i> Kunth, <i>M heterophylla</i> Kunth, <i>M aeruginosa</i> Naudin, <i>M caudata</i> (Bonpl.) DC., <i>M popayanensis</i> Hieron., <i>N reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez, <i>P thyrsiflora</i> (Ruiz & Pav.) DC, <i>P crassinervium</i> Kunth., <i>P obliquum</i> Ruiz & Pav., <i>Q humboldtii</i> Bonpl., <i>S cymosum</i> Ruiz & Pav., <i>S campanulata</i> P.Beauv, <i>X sagittifolium</i> (L.) Schott
II 2 a 5 m	345	47	<i>A coelophylla</i> Pax y K. Hoffm, <i>A latifolia</i> Sw, <i>C peltata</i> L., <i>C nocturnum</i> L., <i>C limonia</i> Osbeck, <i>C arabica</i> L., <i>C spicatus</i> Jacq, <i>D integrifolium</i> , <i>D coriacea</i> Hayek, <i>E japonica</i> (Thunb.) Lindl, <i>E grandis</i> W.Hill ex Maiden, <i>E laurifolia</i> Juss. ex Lam., <i>F americana</i> Aubl., <i>F chinensis</i> Roxb., <i>H popayanensis</i> L <i>I punctata</i> Willd <i>L speciosa</i> Kunth, <i>L styraciflua</i> L., <i>M speciosa</i> Sw., <i>M aeruginosa</i> Naudin, <i>M caudata</i> (Bonpl.) DC, <i>M glaberrima</i> (Schltdl.) Naudin, <i>M notabilis</i> Triana, <i>M sapientum</i> L., <i>M popayanensis</i> Hieron <i>N reticulata</i> (Ruiz & Pav.), <i>P angustifolia</i> Kunth <i>P thyrsiflora</i> (Ruiz & Pav.) DC, <i>P crassinervium</i> Kunth, <i>P arboreum</i> Aubl., <i>P obliquum</i> Ruiz & Pav, <i>P undulatum</i> Vent., <i>Q humboldtii</i> Bonpl, <i>R rospigliosii</i> (Pilg.) C.N.Page, <i>R pubescens</i> Poir., <i>S scabra</i> (Kunth) D.Dietr., <i>S peltophorioides</i> Benth, <i>S pistaciifolia</i> (Kunth) H.S. Irwin & Barneby, <i>S spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby, <i>S cymosum</i> Ruiz & Pav, <i>S campanulata</i> P.Beauv, <i>S jambos</i> (L.) Alston, <i>T chrysantha</i> (Jacq.) S.O.Grose, <i>T gigantea</i> (Humboldt & Bonpland) Nees, <i>V pichinchense</i> Benth.
III 5 a 12 m	125	29	<i>A coelophylla</i> Pax y K. Hoffm, <i>A latifolia</i> Sw, <i>C peltata</i> L, <i>Ci cinnamomifolia</i> Kunth, <i>C resinosa</i> J. Estrada, <i>D integrifolium</i> , <i>D coriacea</i> Hayek, <i>E grandis</i> W.Hill ex Maiden, <i>Ficus americana</i> Aubl., <i>Ficus benjamina</i> L., <i>F chinensis</i> Roxb, <i>Guadua angustifolia</i> Kunth, <i>H popayanensis</i> L <i>I punctata</i> Willd <i>L speciosa</i> Kunth, <i>L styraciflua</i> L, <i>L styraciflua</i> L., <i>M speciosa</i> Sw., <i>M caudata</i> (Bonpl.) DC, <i>M notabilis</i> Triana, <i>M popayanensis</i> Hieron <i>N reticulata</i> (Ruiz & Pav.), <i>P angustifolia</i> Kunth <i>P thyrsiflora</i> (Ruiz & Pav.) DC, <i>P americana</i> Mill., <i>Q humboldtii</i> Bonpl, <i>S campanulata</i> P.Beauv, <i>S jambos</i> (L.) Alston, <i>T chrysantha</i> (Jacq.) S.O.Grose <i>Vismia lauriformis</i> (Lam.) Choisy, <i>Panopsis</i> sp

3.3.2. **Índice de posición sociológica.** La posición fitosociológica relativa muestra que las especies *M notabilis Triana* (8,8%) *S jambos* (L.) Alston (8,8%), *P obliquum Ruiz y Pav.* (8,45), *E japonica* (Thunb.) Lindl. (6,1%), *M popayanensis Hieron.* (6,0%) y *C arabica* L. (5,0%) (Anexo E) son las que presentan mayor porcentaje esto se traduce en que son estas especies las que tienen mayor probabilidad de encontrarse representadas al menos en dos estratos dentro del bosque (Finol, 1976) por lo tanto aseguran su lugar en la estructura y composición de la formación boscosa.

3.4. ESTADO FITOSANITARIO DE LA VEGETACIÓN

Se encontraron 122 individuos (20,7%), afectados principalmente por daños mecánicos y enfermedades; 19 árboles (3,2%) presentaron muerte descendente; 12 (2%) manifestaron la presencia de exudados y a 11 (1,9%) se les encontró daños mecánicos por la mala disposición de escombros (Figura 17). Lo anterior indica que una cuarta parte del bosque presenta problemas fitosanitarios, indicando un estado de malestar del bosque que merece atención si se quiere su recuperación y mejoramiento de la oferta de servicios para la comunidad educativa. El estudio realizado por Jiménez y Muñoz (2010) encontró que el 12% de árboles presentaron algún tipo de problema; para el presente estudio que reportó 194 árboles (32,9 %) la afectación es mayor en el presente estudio y se puede explicar por la evidencia de la exposición de la zona a una mala disposición de basuras y escombros a pesar que se logró la eliminación de gran parte de los residuos en el marco del proyecto de recuperación realizado por Ascuntar (2018) (Figura 18), sin embargo, aún se puede observar la presencia de residuos sólidos dentro del bosque, posterior al proceso de recuperación (Figura 19). De manera similar en el estudio realizado por Restrepo *et al.*, 2015 en área urbana se reportó un 6,1 % de individuos con afectaciones de deterioro progresivo así mismo en el estudio realizado por Zaragoza *et al.*, 2015 en bosques urbanos la categoría sin daños reportó valores altos lo que supone la prevalencia de ejemplares sanos y Báez *et al.*, 2011 e donde el 20% de los individuos de bosque urbano evaluados presento algún tipo de afectación.

Figura 17. Porcentaje de individuos con afectaciones dentro del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.

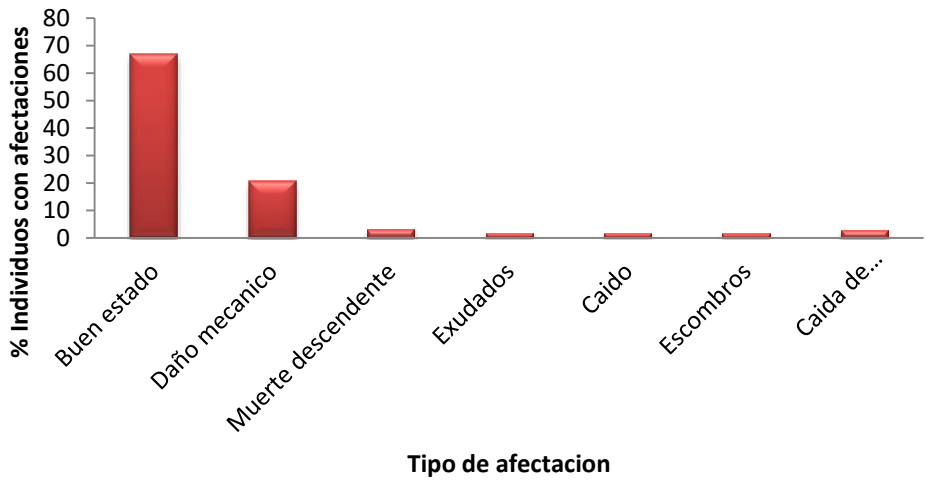


Figura 18. Estado previo al proyecto de recuperación del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2018.



Fuente: Ascuntar Yela Andrés, 2018.

Figura 19. Presencia de residuos posterior al proyecto de recuperación del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.

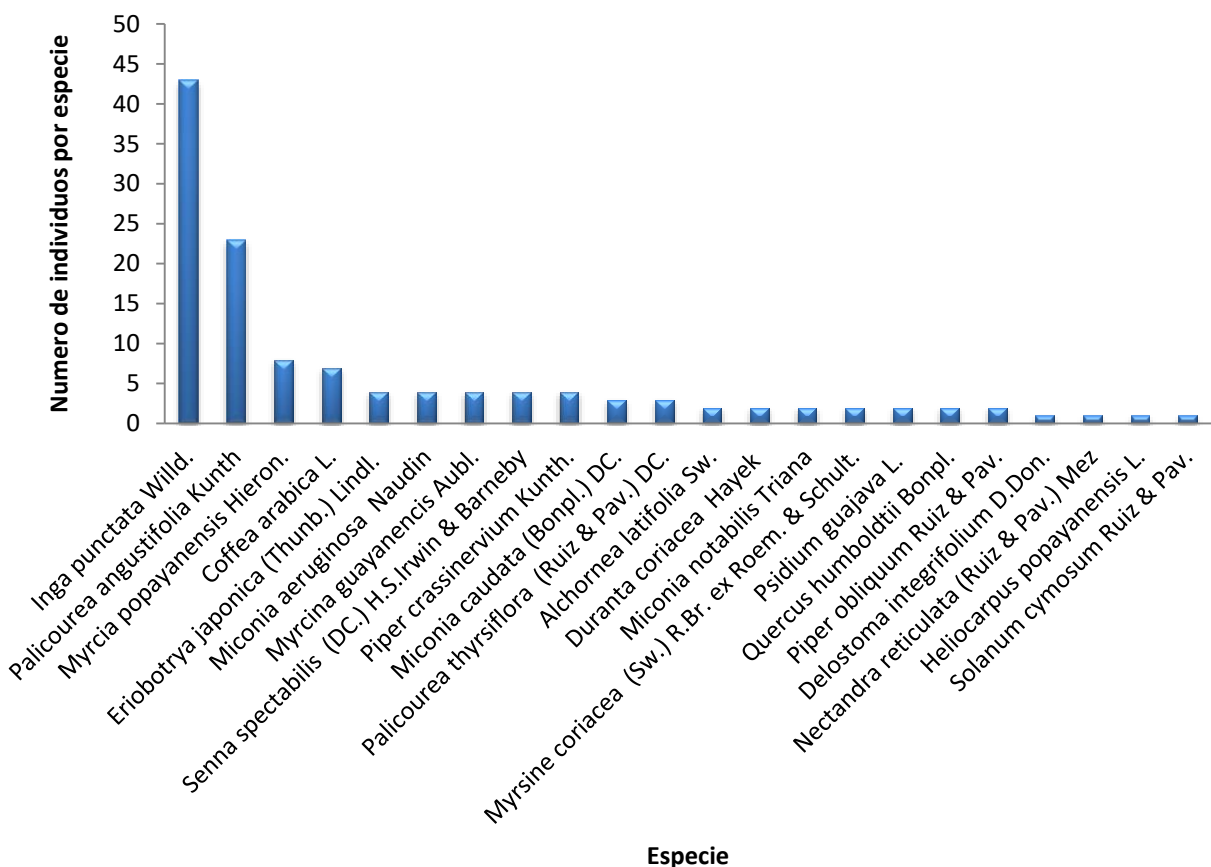


3.4.1. Tasa de incidencia de afectaciones. La tasa de incidencia de especies con afectaciones permite analizar que son *L styraciflua* L., *Panopsis* sp, *V lauriformis* (Lam.) Choisy, *T gigantea* (Humboldt y Bonpland) Nees, *T chrysantha* (Jacq.) S.O.Grose, *S campanulata* P.Beauv, *P obliquum* Ruiz y Pav. y *P undulatum* (Anexo F) las que presentan un mayor grado de incidencia por lo tanto son las que requieren de atención inmediata para asegurar el bienestar de los árboles y el bosque, los valores de incidencia de afectaciones son mayores a los reportados por Restrepo *et al.*, 2015 en donde se encontró valores máximos de 0,19 y en el presente trabajo el máximo valor alcanzado fue 1,0. Se debe prestar atención a la cantidad de visitantes que ingresen al bosque para no generar el incremento en afectaciones porque de acuerdo con Benavides *et al.*, 2012 cuando ingresa un número considerable de visitantes aun área verde urbana y no se realizan acciones de mantenimiento el deterioro que sufre el arbolado y el sitio puede ser difícil de revertir y se pueden afectar los beneficios y servicios ambientales.

3.5. REGENERACIÓN NATURAL

Se reportaron 125 individuos pertenecientes a 22 especies, agrupadas en 18 géneros, correspondientes a 14 familias (Figura 20). La regeneración se encuentran con alturas desde 10cm hasta 1 metro, el 40 % se encontró con alturas menores o iguales a 30 cm. Las especies que presentaron el mayor número de individuos fueron *Inga punctata* Willd. (34,4%), *Palicourea angustifolia* Kunth (18,4%), *Myrcia popayanensis* Hieron. (6,4%) y *Coffea arabica* L. (5,6%) (Anexo G); cabe destacar que se encontró *Quercus humboldtii* en la regeneración, haciendo evidente que se está reproduciendo luego del proceso de limpieza del bosque, probablemente debido a que ha encontrado condiciones más favorables y considerando la existencia de claros, lo que resulta importante para el proceso de regeneración de las especies que esperan un claro para iniciar su proceso de germinación (Khurana y Singh, 2001) Cabe destacar que se encontró especies como *C arabica* L, *E japonica* (Thunb.) Lindl. y *S spectabilis* (DC.) H.S.Irwin y Barneby las cuales son introducidas y pueden llegar a sobrepoblar el bosque afectando su riqueza y las especies propias de la zona. Se destaca que especies como *Myrcina guayanencis* Aubl.y *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. y Schult.se encuentran en la regeneración natural sin embargo no se encuentran en las especies reportadas para el dosel del bosque por lo tanto la conectividad con otros ecosistemas está favoreciendo el intercambio de especies aspecto fundamental para el bosque ya que la formación de una nueva masa forestal en los claros del bosque está condicionada por el aporte de semillas de las poblaciones y comunidades ecológicas forestales circundantes (Kimmins, 1997).

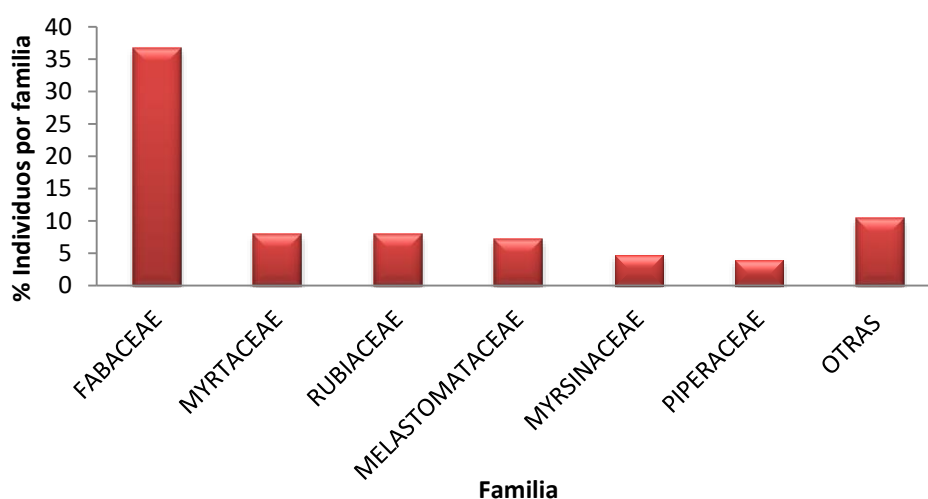
Figura 20. Abundancia de las especies en regeneración natural, reportada en 10 parcelas de 2x2 m, para el bosque Colegio Los Andes, 2019



Dentro de las familias más representativas de la regeneración se encontraron Fabaceae (46,5%), Myrtaceae (10,1%), Rubiaceae (10,1%), Melastomataceae (9,1%), Myrsinaceae (6,1%) y Piperaceae (5,1%), las familias con menor número de individuos fueron Rosaceae, Euphorbiaceae, Fagaceae, Verbenaceae, Bignoniaceae, Lauraceae y Solanaceae (Figura 21). Estas familias contienen principalmente especies pioneras capaces de establecerse en sitios abiertos y en zonas de regeneración temprana lo que demuestra que el ecosistema corresponde a un bosque secundario con existencias de árboles maduros y en

proceso de recuperación (Gentry 1991). La familia Myrtaceae fue reportada como una de las más abundantes por Volpato *et al.*, 2011 y Fabaceae fue reportada como la más abundante por Cascante y Estrada, 2001.

Figura 21 Familias representativas para la regeneración natural bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.



3.5.1. **Diversidad de la regeneración.** De acuerdo a los valores de los índices calculados estos son bajos (Cuadro 2) ya que de acuerdo con Volpato *et al.*, 2011 donde Shannon fue de 2,38 para el banco de plántulas con altura ≥ 30 cm y equitabilidad fue 0,61, valores que indican baja diversidad florística, esto sugiere que pocas especies se están estableciendo, valores similares fueron reportados por Callegaro *et al.*, 2012 en donde Shannon fue 2,21 y Pielou fue 0,68 evidenciando baja diversidad y baja equitabilidad en donde se presenta especies con gran número de individuos y otras con muy pocos mostrando coincidencia con los valores de abundancia relativa de las especies del bosque objeto de estudio.

Cuadro 2. Índices de diversidad calculados para la regeneración del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.

Índice	Valor
Margalef	4,349
Simpson 1-D	0,8323
Dominancia de Simpson D	0,1677
Shannon H	2,363
Equitabilidad Pielou J	0,7646

4. ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO Y USO DEL BOSQUE

Dentro de las propuestas recibidas por partes de los estudiantes y de los profesores durante el desarrollo del trabajo, se identificaron como las de mayor importancia el control de olores que se generan por la contaminación aguas servidas, la recolección de basuras y escombros que se encuentran dentro del bosque, que afecta el desarrollo de la vegetación, la realización de siembra de especies para mejorar el aspecto del bosque, el marcaje de los árboles, señalética del sendero, desarrollar practicas académicas y recreativas dentro del mismo, adecuación y mantenimiento del sendero y arboles con afectaciones.

- a) Biofiltro. Se sugiere implementar un biofiltro acompañado de limpieza periódica de la zanja para la correcta circulación de las aguas servidas.
- b) Marcaje de árboles. Se tomó la decisión de marcar 88 individuos con diámetro mayor o igual a 10 centímetros (Anexo H), para ello se sugirió emplear

placas con el Nombre vulgar y científico, incluyendo varios ejemplares de las diferentes especies y en algunos incluir mensajes referentes a las características e importancia de cada especie. Se propuso placas de 50 cm x 15 cm Este proceso fue apoyado por la CRC, mediante el préstamo de una ruteadora y la capacitación para su uso. Estudiantes de bachillerato participaron en la adecuación, marcación e instalación de las placas (Figura 22).

Figura 22. Señalética para el sendero Colegio Los Andes, Popayán, 2019.



c) Desarrollar prácticas académicas y recreativas. Se sugiere realizar clases al aire libre dentro del bosque Colegio Los Andes, para apoyar estos procesos se hará entrega de fichas de las especies reportadas por el estudio, las cuales contienen información sobre el nombre común y científico, distribución geográfica, características generales, importancia y usos. (Anexo I) Igualmente, se establecen fechas conmemorativas para el medio ambiente como el día del árbol, de la tierra y del agua, invitando a su celebración con actividades que contribuyan a mejorar este espacio.

d) Adecuación y mejoramiento del sendero, esto incluye colocar roca en los tramos que se encuentran solo con tierra, así como delimitar el sendero con guadua, aprovechando que este material se encuentra disponible dentro del bosque, además realizar la adecuación de tres puentes para lo cual se propone emplear guadua del mismo bosque y así garantizar una mayor seguridad y comodidad para los visitantes y proteger el suelo del mismo (Figura 23

Figura 23. Vista de área adecuada del sendero ecológico Colegio Los Andes, Popayán, Cauca, 2019.



- e) Elaboración de la señalética que identifique el sendero, con nombre del colegio, nombre del sendero, distancia del recorrido y recomendaciones que deben seguir los visitantes del bosque.

- f) Creación de puntos ecológicos considerando que se van a realizar recorridos dentro del bosque por lo tanto deben existir puntos donde los visitantes depositen los residuos.

- g) Adecuación de puntos de estudio para el desarrollo de actividades académicas relacionadas con el ecosistema, buscando motivar el aprendizaje, dentro del proyecto “Recuperemos nuestra casa verde” se inició la adecuación de un punto de estudio (Figura 24) idea que surge durante el desarrollo del presente trabajo para contribuir a la construcción de identidad del espacio y la comunidad educativa.

Figura 24. Adecuación de punto de estudio dentro del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.



h) Registro fotográfico. Se propone realizar la toma de fotografías de los diferentes elementos que ofrece el bosque, incluyendo el sendero, árboles representativos, aves que lo visitan, otros animales, ardillas, flores, mariposas entre otros; para motivar la apropiación del espacio mediante cursos de fotografía y su posterior aplicación en concursos de fotografía de naturaleza en donde se premie a las mejores fotos con la impresión y exposición en los pasillos del colegio

5. CONCLUSIONES

El bosque Colegio Los Andes representa un activo para la institución y la ciudad de Popayán, porque ofrece servicios como regulación de la calidad del aire, control de la erosión, regulación del ciclo hidrológico y de la temperatura, paisaje y espacio para la educación.

El área estudiada hace parte de un corredor ecológico, esencial para la conservación de la biodiversidad, gracias a su conectividad con el Humedal las Guacas y los Robledales del Norte de Popayán.

El bosque natural del colegio Los Andes reportó una superficie de 0,29 hectáreas, presenta una topografía moderada, lo que facilita su uso para desarrollar actividades recreativas y educativas fortaleciendo los conocimientos teóricos mediante la práctica en el bosque como salón de clases.

Las familias más representativas dentro del bosque fueron Myrtaceae Melastomataceae y Piperaceae las cuales contienen principalmente especies pioneras propias de bosques secundarios.

Syzygium jambos fue la especie con mayor número de individuos, se debe controlar la regeneración de esta especie, ya que es introducida, se ha naturalizado allí y que puede llegar a ocupar buena parte del bosque

Dentro de las especies más dominantes se reportaron *Syzygium jambo* L Alston y *Fraxinus chinensis* Roxb con más del 40% de la dominancia total se deben hacer esfuerzos por mejorar la participación de las especies propias de la zona dentro de la estructura del bosque a partir de prácticas de enriquecimiento del bosque

La distribución por clases diamétricas mostró que existe una buena proyección para el reemplazo de los árboles más maduros; sin embargo se debe prestar atención a las especies que están regenerando para que el ecosistema no se simplifique a futuro.

De acuerdo con valores altos de los índices de diversidad de evaluados el bosque Colegio Los Andes presenta potencial para la conservación de la biodiversidad al compararlo con valores de estudios similares

El índice de Pielou evidencia que la equitabilidad del bosque es elevada y heterogeneidad.

El bosque tiende a la heterogeneidad y de acuerdo a la curva especie-número de individuos se constituye en representativo de los bosques regionales cercanos.

En la regeneración se encuentra una quinta parte de las especies que se consideran introducidas y pueden afectar la riqueza del bosque.

Involucrar a los estudiantes y docentes afianza la apropiación del bosque y el interés por su conservación.

6. RECOMENDACIONES

Desarrollar un trabajo que permita conocer las especies de fauna que sería posible encontrar en el bosque colegio los Andes para definir estrategias de conservación.

Brigadas de limpieza y control de malezas dentro del bosque así como del sendero para asegurar el disfrute y adecuado desarrollo de las actividades.

Recolección de basuras y escombros considerando que aún se encuentran residuos que afectan el paisaje y la salud del bosque

Hacer una práctica para identificar la capacidad de carga del sendero.

Realizar la fertilización de las especies ornamentales para mejorar el aspecto del sendero.

Controlar la expansión de las matas de *Guadua angustifolia* Kunt y *heliconia bihai* (L) para evitar la posible sobrepoblación.

Realizar siembra de especies propias de la región para mejorar la riqueza del bosque.

Monitorear el estado fitosanitario de los árboles y realizar el respectivo control sanitario atendiendo los daños y corrigiéndolos en los casos posibles.

Involucrar a estudiantes y profesores de manera interdisciplinaria en las actividades para el mejoramiento del bosque.

Aprovechar el potencial del bosque para usarlo como aula de clase y afianzar los conocimientos adquiridos en las diferentes áreas.

Seguimiento de la regeneración natural para asegurar que alcancen el estado de establecidas.

Identificación y rescate de las epifitas para crear un epifitario.

7. BIBLIOGRAFÍA

ALVIS GORDO, J F. Análisis estructural de un bosque natural localizado en la zona rural de Municipio de Popayán. En: Biotecnología del sector agropecuario y agroindustrial. Junio, 2009. Vol. 1 no. 1 p. 116.

ARIZA CORTÉS, W; TORO MURILLO, J L y LORES MEDINA, A. Análisis florístico y estructural de los bosques premontanos en el Municipio de Amalfi, Antioquia, Colombia. En: Colombia Forestal. 2009. Vol.12. p. 81-102.

GRACINO AVILA, G ; Alanís Rodríguez, E, AGUIRRE CALDERÓN, O A, GONZÁLEZ TAGLE, M A, TREVIÑO GARZA, E J y MORA OLIVO, A. Caracterización estructural del arbolado de un ejido forestal del noroeste de México. En: Maderas y Bosques. Otoño, 2017. Vol. 23 no. 3.p. 137-146.

BÁEZ ISLAS, A; ISTLAS TREJO, B y TREJO VALDEZ, A. Diagnostico fitosanitario del arbolado del parque Alameda Oriente, México. Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. PAOT.2011.Pp. 20-29.

BAZZAZ, F. A. 1991. Regeneration of tropical forests: Physiological responses of pioneer and secondary species. En: Gómez Pompa et al. Rain Forest Regeneration and Management. UNESCO. The Parthenon Publishing Group. Paris. p 91 - 119.

BENAVIDES MEZA, H M y FERNÁNDEZ GRANDIZO, D Y. Estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la segunda sección del bosque de Chapultepec. En: Madera y bosques. 2012. Vol.18 no 2.p.51-71.

BOLAÑOS R, G Y; FEUILLET H, C, CHITO C, E, MUÑOZ E, E y RAMÍREZ PADILA, B R. Vegetación, estructura y composición boscosa en el jardín botánico

“Álvaro José Negret” vereda la Rejoya, Popayán, Cauca. En: Boletín científico centro de Museos, Museo de historia natural, Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012330682010000200002&script=sci_abstract&lng=es.2010.

CABIDO, M R, Díaz, S M, GURVICH, D E Y PÉREZ HARGUINDEGUY, N. ¿Quién necesita los tipos funcionales de plantas? Boletín de la sociedad Argentina de botánica.2002. Pp.135-140.

CHAVES CAMPO, C G, RODRÍGUEZ ESPINOSA, S A. Estructura y composición florística del bosque ribereño subandino de la subcuenca de Yumbillo, Yumbo (Valle del Cauca). Revista de Investigación Agraria y Ambiental. Enero - junio 2012 Volumen 3 no 1.Pp. 63-66

CALAMBAS IPIA, J A Formulación del plan de manejo y rehabilitación del Humedal Universidad del Cauca, Municipio de Popayán. Trabajo de grado de Ingeniería Forestal. Popayán. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias agrarias.2015.

CALDERÓN CISNEROS, A; SOTO PINTO, L y ESTRADA LUGO, E. Entre la conservación del bosque y el crecimiento de la ciudad: las localidades rurales en el espacio periurbano de Huitepec, Chiapas, México. En: estudios demográficos y urbanos.2012. Vol.27 no 3(81) .p.739-787.

CALLEGARO, R M; LONGHI, S J, BIALI, L J y EBLING, A. Regeneração natural avançada de um fragmento de mata ciliar em Jaguari, RS, Brasil. En: Revista Brasileira de Ciências Agrárias.20112 Vol. 7. no. 2.p. 315-321.

CAMILO GOMEZ, S E y SALAMANCA ANAYA, M T. Caracterización del bosque natural en agro ecosistemas de producción cafetera en el altiplano de Popayán,

Departamento del Cauca. . Trabajo de grado de Ingeniería Forestal. Popayán. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias agrarias.2015.

CARDENAS L, D y SALINAS, N R. Libro rojo de plantas de Colombia. Especies maderables amenazadas: Primera parte. Serie de libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto Amazónico de Investigación Científica SINCHI-Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. Vol. 4. Bogotá. 2007. Pp. 203

COLORADO ZULUAGA, G J; VÁSQUEZ MUÑOZ, J L y MAZO ZULUAGA, I N. Modelo de conectividad ecológica de fragmentos de bosque Andino en Santa Elena (Medellín-Colombia).En: Acta biológica de Colombia. 2017. Vol. 22. p. 379-393.

CHAMORRO-GARCÍA, F., LEÓN-BONILLA, D. y NATES-PARRA, G. El polen apícola como producto forestal no maderable en la cordillera oriental de Colombia.2013. En: Colombia Forestal. Vol. 16 no 1. Pp. 53-66.

CUATRECASAS, J. Aspectos de la Vegetación Natural de Colombia. En: Rev. Acad Colomb Cienc Ex Fis y Nat. 1958. Vol. 10 no 4. Pp. 221-264.

DAUNBENMIRE, R. Plant communities; a textbook of plant synecology. New York, Harper y Row. 1968. Pp. 300.

DAVIS, T. A. y RICHARDS, P. W. The vegetation of Moraballi Creek, British Guiana. An ecological study of a limited area of tropical rain forest. En: Journal of Ecology. 1933. Vol. 21. Pp. 350-384.

DELGADO PEREZ, J F y PACHECO ORTEGA, E. Identificación del corredor biológico bosque altoandino subcuenca media del rio las piedras, vereda Quintana

en el municipio de Popayán departamento del Cauca. Trabajo de grado de Ingeniería Forestal. Popayán. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias agrarias.2011.

DENSLOW, J.S. Gap partitioning among tropical rainforest trees.In: Biotropica.1980.Vol. 12.Pp. 47-51.

DUEÑAS, A; BETANCUR, J y GALINDO, R. Estructura y composición florística de un Bosque Húmedo Tropical del Parque Nacional Natural Catatumbo, Bari, Colombia. En: Colombia Forestal. 2007. Vol. 10 no 20. p. 26-35.

ESPEJEL RODRÍGUEZ, A; CASTILLO RAMOS, M I y MARTÍNEZ DE LA FUENTE, H. Modelo de educación ambiental para el nivel superior de Puebla-Tlaxcala, México: un enfoque por competencias. En: Revista Iberoamericana de educación .2011. Vol. 55 no 4. Pp. 1-13.

FALLAS, J. Modelos digitales de elevación: Teoría, métodos de interpolación y aplicaciones. [En línea]. 2007. Disponible en:
https://www.researchgate.net/profile/Jorge_Fallas5/publication/229021279_Modelos_digitales_de_elevacion_Teoria_metodos_de_interpolacion_y_aplicaciones/links/55a529ef08ae00cf99c94ee6/Modelos-digitales-de-elevacion-Teoria-metodos-de-interpolacion-y-aplicaciones.pdf

FERREIRA JUNIOR, E V; SHIRLEN SOARES, T, FERNANDES DA COSTA, M F y MORAES E SILVA, V S. Composição, diversidade e similaridade florística de uma floresta tropical semidecídua submontana em Marcelândia – MT.En: Acta Amazonica. 2008. Vol. 38 no 4. Pp. 673-670.

FINEGAN, B y GUILLEN, L. Crecimiento y rendimiento de bosques húmedos secundarios en Sorapiquí, Costa Rica y los factores que lo determinan. En: Congreso Forestal Nacional. San José, Costa Rica. 1992. Pp.142-144.

FINOL, U. H. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. Revista Forestal Venezolana. 1971. Vol.14 no21. Pp.29-42

FINOL, U.H. Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos. En: Revista Forestal Venezolana.1976. Vol. 19 no 26. Pp17-44.

FRANCO-ROSSELLI, P., J. BETANCUR y J. L. FERNÁNDEZ-ALONSO. 1997. Diversidad florística en dos bosques subandinos del sur de Colombia. Caldasia 19 (1-2): 205-234.

FÜLDNER K., 1995. Strukturbeschreibung von Buchen-Edellaubholz-Mischwäldern. Dissertation, Forstl. Fakultät. Universität Göttingen, Cuvillier Verlag, Göttingen, Pp 146.

GALINDO T, R; BETANCUR, J y CADENA M, J J. Estructura y composición florística de cuatro bosques Andinos del Santuario de flora y fauna Guaneta Alto Rio Fonce, Cordillera oriental, Colombia. En: Caldasia. 2003. Vol.25 no 2.p.313-335.

GARCIA SOLORZANO, C; MARÍN PALADINES, H, MORIONES RUIZ, D, MUNOZ MUÑOZ, M y VALENCIA AGUILAR, C . Estructura, composición y diversidad de los bosques naturales de smurfit kappa cartón de Colombia: Popayán y Cajibío. En: Biotecnología del sector agropecuario y agroindustrial. Junio, 2014. Vol. 12 no. 1 Pp. 10-19.

GARCIA, C; DAZA, M y SUAREZ, C. Estructura y diversidad florística de dos bosques naturales, Buenos Aires, Departamento Cauca, Colombia. En: Biotecnología del sector agropecuario y agroindustrial. Febrero, 2010 Vol. 8 no. 1 Pp 75.

GENTRY, A. H.. Patterns of neotropical plant species diversity. In: Evolution Biology. 1982. Vol. 15. Pp. 1-84

GENTRY, A, H. Changes in plant community diversity and floristic composition and geographical gradients. Annals of the Missouri Botanical Garden. 1988. Vol. 75 no 1, Pp.1-34.

GENTRY, A. Vegetación del bosque de niebla. Págs 23-52 en: C. Uribe (ed.), Bosques de niebla de Colombia. Banco de Occidente, Cali.1991.

GENTRY, A. H. . Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forest. En: Churchill, S. P., H. Balslev, E. Forero & J. L. Luteyn (eds.), Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. The New York Botanical Garden, Nueva York.1995. Pp 103-126.

GLAESE, C W. The Floristic Composition and Community Structure of the Forest Park Woodland, Queens County, In: New York. Urban Habitats. 2000. Vol. 4 no 1. Pp. 102-123.

GRIMM, N B; FAETH, S H, GOLUBIEWSKI, N E y REDMAN, C L “Global Change and the Ecology of Cities”, In: *Science*, no.319, p. 756-760.2008.

GODDARD, M A; DOUGILL, A J y BENTON, T G. “Scaling up from Gardens: biodiversity conservation in urban environments. In: Trends in Ecology y Evolution. 2010. Vol.25. Pp.90-98.

GOMEZ GIRON, N A. Estudio florístico de dos sitios localizados en el sector el Cóndor del Parque Nacional Natural Munchique, Municipio de el Tambo, Cauca. Trabajo de grado de Ingeniería Forestal. Popayán. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias agrarias. 2008.

GONZALEZ GUTIÉRREZ, P A; SUAREZ TERÁN, S I, HECHAVARRIA SCHWESINGER, L .y OVIEDO, R. Plantas exóticas invasoras o potencialmente invasoras que crecen en ecosistemas naturales y seminaturales de la provincia Holguín, región nororiental de Cuba. En: Botánica Complutensis.2009. Vol.33. p. 89-103.

HOSOKAWA, R. T. Manejo sustentado de florestas naturais; aspectos económicos, ecológicos e sociais. En Congreso Nacional sobre essencias nativas, Campos do Jordao, 12. Silvicultura em Sao Paulo.1982.Vol 16 A (3). Pp. 1465-1472.

HOSOKAWA, R. T. Manejo e economia de florestas. Roma, FAO.1986.Pp 125.

HUSCH, B; MILLER, C y BEERS, T. Forest Mensuration. Krieger Publishing Company, Third Edition Malabar, Florida.1993.

IDEAM. Cartas climatológicas medias mensuales aeropuerto Guillermo León Valencia (Popayán) Temperatura y otros valores. 2018. Disponible en: <http://bart.ideam.gov.co/cliciu/popa/temperatura.htm>

JIMENEZ GARZON, A J y MUÑOZ MUÑOZ, S P. Caracterización, diagnóstico y formulación de un plan de manejo para el componente arbóreo de 12 senderos ecológicos localizados en el área urbana del Municipio de Popayán. Trabajo de

grado de Ingeniería Forestal. Popayán. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias agrarias.2010.

KHURANA, E. y SINGH, J.S.- Ecology of tree seed and seedlings: Implications for tropical forest conservation and restoration. *Curr. Scien.*2001.Vol 80 no 6 Pp. 748-757.

KIMMINS, J. P. *Forest ecology* (2a ed.). London: Prentice Hall.1997.

LAMPRECHT, H. Silvicultura en los Trópicos, los ecosistemas forestales en los bosques tropicales sus especies arbóreas posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. República Federal de Alemania. 1990. Pp.335.

LEMA, A.. Dasometría. Algunas aproximaciones estadísticas a la medición forestal.Universidad Nacional de Colombia. Medellín.1995. Pp. 252- 304.

LINDENMAYER, D.B; FRALKLIN, J.J y FICHER, J. General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation.In: *Biol Conserv.* 2006;Vol.131. Pp.433- 445.

LOPEZ HERNÁNDEZ, J A *et al.* Composicion y diversidad de especies forestales en bosques templados de Puebla, Mexico. En: *Madera y Bosques.* 2017. Vol. 23 no 1. Pp. 39-51.

LOPEZ, W y DUQUE, A. Patrones de diversidad alfa en tres fragmentos de bosques montanos en la region norte de los Andes, Colombia. En: *Biologia tropical.*Marzo 2010. Vol. 58 no 1. Pp. 483-498.

Macía, M J y FUERTES, J. Composición y estructura de los árboles de un bosque tropical montano de la cordillera Mosestenes, Bolivia. En: Boliviana, Ecología y conservación Ambiental.2008. Vol.23. p. 1-14.

MARTINEZ LEDEZMA, E L. Lineamientos para la conservación de un relicto de bosque ubicado en la finca Bella Aurora 2, de la vereda Cajete en el departamento del Cauca. Trabajo de grado de Ingeniería Forestal. Popayán. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias agrarias. 2012.

MARTINEZ RIVERA, J A. Establecimiento y evaluación de parcelas permanentes de restauración ecológica en el Humedal Las Guacas, Popayán, Cauca. Trabajo de grado de Ingeniería Forestal. Popayán. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias agrarias .2017.

MARGALEF R. Information theory in Ecology. General Systematics. 1958. Vol.3 Pp.36-71.

MARRUGAN, A E. Measuring biological diversity.2004, p.18

MASABUEL RAMIREZ, J A. Caracterización florística y cobertura vegetal para la formulación del plan de manejo ambiental del cerro de las tres cruces Popayán, Cauca. Trabajo de grado de Ingeniería Forestal. Popayán. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias agrarias.2015.

MATTEUCCI, S D y COLMA, A. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa regional de desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C.1982. p.7.

MEDINA B, J P. Inventario florístico de la vegetación de la Reserva de Liverpool Rio Frio, Valle del Cauca. Facultad de Ciencias exactas, Naturales y de la educación, Departamento de Biología, Programa de Biología. 2001. Pp.108.

MELO CRUZ, O A y VARGAS RIOS, R. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos: Evaluación estructural de los ecosistemas boscosos. Ibagué.2003. p.37, 48-50-56.

MENDOZA-C., H. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. Caldasia.1999. Vol. 21 no 1.Pp. 70-94

MONROE, M. Challenges for environmental education evaluation. In: Evaluation and program planning. 2010. Vol 33 no 2. Pp. 199-196.

MORENO, C E. Métodos para medir la biodiversidad. Saragosa.2001.p.21-26.

MORLANS, M C. Introducción a la ecología de poblaciones. Universidad Nacional de Catamarca. 2004. Pp.7-8.

MOSTACEDO, B y FREDERICKSEN, T S. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz de la Sierra. Editorial País, Bolivia.2000.Pp.43-48, 49-55.

NATHAN R Y MULLER LANDAO H.C. Spatial patterns of seeds dispersal their determinants and consequences for recruitment. Trends in Ecology y Evolution. 2000. Vol. 15. Pp. 278-285.

NEGRINI, M Dispersão, distribuição espacial e estratificação vertical da comunidade arbórea em um fragmento florestal no planalto catarinense.En: Floresta.2012. Vol. 36 no 5. Pp. 919-929.

NEWTON, Adrian Christopher. Forest ecology and conservation: a handbook of techniques. New York: Oxford University Press.2007 Pp. 454.

O'BRIEN, L. Learning outdoors:The Forest school approach. In: Education. 2009.Vol. 3-13,37:1,45.

OGAWA H; YODA K, OGINO K, KIRA T .Comparative ecological studies on three main types of Forest vegetation in Thailand II. Plant biomass. Nature and Life Southeast Asia.1965. Vol. 4. Pp. 49-80.

ORDOÑEZ HOYOS, F. Sistematización del conocimiento tradicional sobre las especies forestales del Corregimiento San Joaquín, Municipio El Tambo, Cauca. Trabajo de grado de Ingeniería Forestal. Popayán. Universidad del Cauca. Facultad de ciencias agrarias .2017.

OROZCO, L y BRUMER, C. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Turrialba, Costa Rica.2002.p.10.

OROZCO DUEÑAS, H Y. Topografía para estudiantes de ingeniería: Nociones generales de topografía. Universidad del Cauca.Popayan.2011.

PETR II, G. and KENNIE, T.J.M. Introduction to terrain modelling-application fields and terminology. *In*. Petri, G. and Kennie, T.J.M (Ed.) 1990. Terrain modelling in surveying and civil engineering. Whittles Publishing. pp. 1-3.

PEREIRA PEREZ, Ana Isabel y RODRÍGUEZ, Nuria Mairena. El aula abierta en espacios naturales, una experiencia en el Bosque Ramón Álvarez, Costa Rica. En: Revista electrónica educare.2011.Vol. 15. No. 1. Pp. 211-222.

PINILLA GALLEGO, M. y NATES PARRA, G. Diversidad de visitantes y aproximación al uso de nidos trampa para *Xylacopa* (Hymenoptera: Apidae) en una zona productora de pasiflora en Colombia. En: Actualidades Biológicas. 2015.Vol. 37 no 103.Pp. 143-153.

QUISPE VILLAFUENTE, W. Estructura horizontal y vertical de dos tipos de bosque concesionado en la región Madre de Dios. Ingeniería forestal. Puerto Maldonado-Perú. Universidad Nacional Amazónica Madre de Dios. Facultad de ingeniera. 2010.

RANGEL CH, O J. Topos de vegetación en Colombia. Colombia diversidad Biótica II. Bogota.2003. Pp.399.

RESTREO O, H I; MORENO H, Flavio y HOYOS E, Claudia Helena. Incidencia del deterioro progresivo del arbolado urbano en el valle de Aburrá, Colombia. En: Colombia Forestal.2015. Vol.18 no2. p. 225-240.

ROZAS, V y CAMARERO, J.J. Técnicas de análisis espacial de patrones de puntos aplicadas en ecología forestal. En: Investigación agraria Sistemas y recursos forestales. Vol.14 no 1. Pp. 79-97.

DOS SANTOS VIEIRA, D; ROMARCO DE OLIVEIRA, M L, VASCONCELOS GAMA, J R, MENDONÇA MACHADO, E L, BASTOS GÖRGENS, E, OLIVEIRA LAFETÁ, B Y SILVA GARCIA, J.. Phytosociology of a natural fragment of the floodplain forest in the Lower Tapajós River, Brazil. En: Bosque.2017. Vol.38 no 2. Pp. 357-369.

SALAZAR ACUÑA, E y LÓPEZ GARCIA, Y .Aula en el bosque, un programa Costarricense de educación ambiental en el bosque tropical: efectos sobre estudiantes y opinión de los docentes. Cuadernos de investigación UNED.2017.

SHANNON C E, WEAVER W. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 1949.Pp.144.

SIMPSON, E. H. Measurement of dive city. En: *Nature*.1949. Pp. 163,688

THOMSON, G y HOFFMAN J. Measuring the success of environmental education programs Ottawa: Canadian parks and wildderness society and Serra Club of Canadá. 2010

VILLARREAL, H; ÁLVAREZ, S. CÓRDOA, F. ESCOBAR, G. FAGUA, F. GAST, H. MENDOZA, M. OSPINA Y A. M. UMAÑA. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá.2004.

VOLPATO SCCOTI, M S; MACHADO ARAUJO, M, FRIEDRICH WENDLER, C y JONAS LONGHI, S. Mecanismos de regeneração natural em remanescente de floresta estacional decidual. En: *Ciência Florestal*. 2011. Vol.21 no 3. Pp. 459-472.

WHITMORE, T.C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees.In: *Ecology* .1989.Vol. 70.Pp. 536-538.

ANEXO D. Composición florística bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	NUMERO INDIVIDUOS	AB %
Pomorroso	<i>Syzygium jambos</i>	MYRTACEAE	56	10,46729
Piper rojo	<i>Piper obliquum</i>	PIPERACEAE	36	6,728972
Niguito, florentino	<i>Miconia notabilis</i>	MELASTOMATACEAE	36	6,728972
Arrayan	<i>Myrcia popayanensis</i>	MYRTACEAE	35	6,542056
Nispero japonés	<i>Eriobotrya japonica</i>	ROSACEAE	32	5,981308
Gargantillo	<i>Alchornea latifolia</i>	EUPHORBIACEAE	30	5,607477
Café	<i>Coffea arabica</i>	RUBIACEAE	21	3,925234
Cafetillo	<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	RUBIACEAE	20	3,738318
Cordoncillo	<i>Piper crassinervium</i>	PIPERACEAE	20	3,738318
Pandar, chupatabaco	<i>Miconia caudata</i>	MELASTOMATACEAE	19	3,551402
Roble	<i>Quercus humboldtii</i>	FAGACEAE	17	3,17757
Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i>	OLEACEAE	17	3,17757
Flor amarillo o vainillo	<i>Senna spectabilis</i>	FABACEAE	13	2,429907
Espino	<i>Duranta coriacea</i>	VERBENACEAE	12	2,242991
Pepo	<i>Solanum cymosum</i>	SOLANACEAE	12	2,242991
Jigua	<i>Nectandra reticulata</i>	LAURACEAE	10	1,869159
Balso	<i>Heliocarpus popayanensis</i>	MALVACEAE	9	1,682243
Cafetillo	<i>Palicourea angustifolia</i>	RUBIACEAE	8	1,495327
Mayo	<i>Miconia aeruginosa</i>	MELASTOMATACEAE	8	1,495327
Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	LYTHRACEAE	8	1,495327
Guamo	<i>Inga punctata</i>	FABACEAE	8	1,495327
Sietecueros	<i>Meriania speciosa</i>	MELASTOMATACEAE	6	1,121495
Cordoncillo	<i>Piper aduncum</i>	PIPERACEAE	6	1,121495
Curapin	<i>Delostoma integrifolia</i>	BIGNONIACEAE	6	1,121495
Taro	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	ARACEAE	5	0,934579
Jazmín de australia, jazmín del cabo	<i>Pittosporum undulatum</i>	PITTOSPORACEAE	5	0,934579
Jazmín de noche	<i>Cestrum nocturnum</i>	SOLANACEAE	5	0,934579
Tulipan africano	<i>Spathodea campanulata</i>	BIGNONIACEAE	5	0,934579
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	URTICACEAE	5	0,934579
Perotillo	<i>Viburnum pichinchense</i>	ADOXACEAE	4	0,747664
Piper pequeño	<i>Piper arboreum</i>	PIPERACEAE	4	0,747664
Mayorquin	<i>Cordia resinosa</i>	BORAGINACEAE	4	0,747664
Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>	ACANTHACEAE	4	0,747664
Guineo	<i>Musa paradisiaca</i>	MUSACEAE	4	0,747664
Gargantillo	<i>Alchornea coelophylla</i>	EUPHORBIACEAE	4	0,747664
Baston de papa	<i>Costus spicatus</i>	COSTACEAE	3	0,560748
Guayacan amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i>	BIGNONIACEAE	3	0,560748
Ficus	<i>Ficus americana</i>	MORACEAE	3	0,560748
Moco	<i>Saurauia scabra</i>	ACTINIDACEAE	3	0,560748
Galvis	<i>Senna pistaciifolia</i>	FABACEAE	3	0,560748
Eucalipto	<i>Eucalyptus grandis</i>	MYRTACEAE	3	0,560748
Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	POACEAE	2	0,373832
Hojo de perdiz	<i>Rhamnus pubescens</i>	RHAMNACEAE	2	0,373832
Jigua laurel	<i>Cinnamomun cinnamomifolia</i>	LAURACEAE	2	0,373832
Ficus	<i>Ficus benjamina</i>	MORACEAE	2	0,373832
Limon mandarino	<i>Citrus limonia</i>	RUTACEAE	2	0,373832
Lechero blanco	<i>Euphorbia laurifolia</i>	EUPHORBIACEAE	2	0,373832
Mayo	<i>Miconia glaberrima</i>	MELASTOMATACEAE	2	0,373832
Pino Colombiano	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>	PODOCARPACEAE	2	0,373832
Alamo	<i>Liquidambar styraciflua</i>	SALICACEAE	2	0,373832
Arbol alto	<i>Panopsis sp</i>	PROTEACEAE	1	0,186916
Acacia amarilla	<i>Senna peltophoroides</i>	FABACEAE	1	0,186916
Arbolito	<i>Mauria heterophylla</i>	ANACARDIACEAE	1	0,186916
Punta de lanza	<i>Vismia lauriformis</i>	HYPERICACEAE	1	0,186916
Aguacate	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE	1	0,186916

ANEXO E. Análisis de la estructura vertical del bosque natural Colegio Los Andes, Popayán, 2019.

ESPECIES	ESTRATO DE ALTURA						PSA	PSR	No TOTAL
	INFERIOR		MEDIO		SUPERIOR				
	No	Vfi	No	Vfm	No	Vfs			
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	0	1	25	6	31	2	212	8,9	56
<i>Miconia notabilis</i> Triana	0	1	35	6	1	2	212	8,9	36
<i>Piper obliquum</i> Ruiz & Pav.	3	1	33	6	0	2	201	8,4	36
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	9	1	23	6	0	2	147	6,2	32
<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	11	1	19	6	5	2	135	5,7	35
<i>Coffea arabica</i> L.	1	1	20	6	0	2	121	5,1	21
<i>Alchomea latifolia</i> Sw.	5	1	15	6	10	2	115	4,8	30
<i>Piper crassinervium</i> Kunth.	1	1	19	6	0	2	115	4,8	20
<i>Miconia caudata</i> (Bonpl.) DC.	1	1	17	6	1	2	105	4,4	19
<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz & Pav.) DC.	5	1	13	6	2	2	87	3,6	20
<i>Solanum cymosum</i> Ruiz & Pav.	1	1	11	6	0	2	67	2,8	12
<i>Duranta coriacea</i> Hayek	0	1	10	6	2	2	64	2,7	12
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	5	1	6	6	6	2	53	2,2	17
<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth	0	1	8	6	0	2	48	2,0	8
<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	0	1	3	6	14	2	46	1,9	17
<i>Heliocarpus popayanensis</i> L.	0	1	6	6	3	2	42	1,8	9
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	0	1	3	6	10	2	38	1,6	13
<i>Piper aduncum</i> L.	0	1	6	6	0	2	36	1,5	6
<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	3	1	4	6	3	2	33	1,4	10
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	0	1	5	6	0	2	30	1,3	5
<i>Cestrum nocturnum</i> L.	0	1	5	6	0	2	30	1,3	5
<i>Meriania speciosa</i> Sw.	0	1	4	6	2	2	28	1,2	6
<i>Inga punctata</i> Willd.	1	1	3	6	4	2	27	1,1	8
<i>Viburnum pichinchense</i> Benth.	0	1	4	6	0	2	24	1,0	4
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	0	1	4	6	0	2	24	1,0	4
<i>Trichanthera gigantea</i> (Humboldt & Bonpland) Nees	0	1	4	6	0	2	24	1,0	4
<i>Musa sapientum</i> L.	0	1	4	6	0	2	24	1,0	4
<i>Miconia aeruginosa</i> Naudin	5	1	3	6	0	2	23	1,0	8
<i>Lafoensia speciosa</i> Kunth	1	1	2	6	5	2	23	1,0	8
<i>Delostoma integrifolium</i> D.Don.	3	1	2	6	2	2	19	0,8	7
<i>Cecropia peltata</i> L.	0	1	2	6	3	2	18	0,8	5
<i>Saurauia scabra</i> (Kunth) D.Dietr.	0	1	3	6	0	2	18	0,8	3
<i>Senna pistaciifolia</i> (Kunth) H.S. Irwin & Barneby	0	1	3	6	0	2	18	0,8	3
<i>Eucalyptus grandis</i> W.Hill ex Maiden	0	1	2	6	1	2	14	0,6	3
<i>Costus spicatus</i> Jacq.	1	1	2	6	0	2	13	0,5	3
<i>Rhamnus pubescens</i> Poir.	0	1	2	6	0	2	12	0,5	2
<i>Citrus limonia</i> Osbeck	0	1	2	6	0	2	12	0,5	2
<i>Euphorbia laurifolia</i> Juss. ex Lam.	0	1	2	6	0	2	12	0,5	2
<i>Miconia glaberrima</i> (Schltdl.) Naudin	0	1	2	6	0	2	12	0,5	2
<i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N.Page	0	1	2	6	0	2	12	0,5	2
<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv	3	1	1	6	1	2	11	0,5	5
<i>Alchomea coelophylla</i> Pax y K. Hoffm.	1	1	1	6	2	2	11	0,5	4
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) S.O.Grose	0	1	1	6	2	2	10	0,4	3
<i>Ficus americana</i> Aubl.	0	1	1	6	2	2	10	0,4	3
<i>Cordia resinosa</i> J. Estrada	0	1	0	6	4	2	8	0,3	4
<i>Cinnamomum cinnamomifolia</i> Kunth	0	1	1	6	1	2	8	0,3	2
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	0	1	1	6	1	2	8	0,3	2
<i>Senna peltophoroides</i> Benth	0	1	1	6	0	2	6	0,3	1
<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (L.) Schott	5	1	0	6	0	2	5	0,2	5
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	0	1	0	6	2	2	4	0,2	2
<i>Ficus benjamina</i> L.	0	1	0	6	2	2	4	0,2	2
<i>Panopsis</i> sp	0	1	0	6	1	2	2	0,1	1
<i>Vismia lauriformis</i> (Lam.) Choisy	0	1	0	6	1	2	2	0,1	1
<i>Persea americana</i> Mill.	0	1	0	6	1	2	2	0,1	1
<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	1	1	0	6	0	2	1	0,0	1
	66		345		125		2386	100,0	536
Valor fitosociológico	1		6		2				

ANEXO F Incidencia de afectaciones para los árboles del Colegio Los Andes, Popayán, 2019 *H*: altura (m), *n*: número de individuos afectados, *N*: número total de individuos, $I=n/N$: incidencia.

ESPECIE	DAP PROMEDIO	H PROMEDIO	n	N	I (n/N)
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	10,19	5,00	2	2	1,00
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) S.O.Grose	7,96	4,60	4	4	1,00
<i>Trichanthera gigantea</i> (Humboldt & Bonpland) Nees	12,77	4,28	1	1	1,00
<i>Vismia lauriformis</i> (Lam.) Choisy	8,28	6,40	1	1	1,00
<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv	44,24	9,00	48	56	0,86
<i>Piper obliquum</i> Ruiz & Pav.	4,30	2,50	4	5	0,80
<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	46,50	7,17	12	17	0,71
<i>Saurauia scabra</i> (Kunth) D.Dietr.	11,78	4,00	9	13	0,69
<i>Delostoma integrifolium</i> D.Don.	10,11	4,08	4	6	0,67
<i>Ficus americana</i> Aubl.	16,71	8,50	2	3	0,67
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	22,07	5,83	2	3	0,67
<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	8,20	3,95	11	17	0,65
<i>Coffea arabica</i> L.	3,50	3,56	11	21	0,52
<i>Cordia resinosa</i> J. Estrada	16,79	7,50	2	4	0,50
<i>Duranta coriacea</i> Hayek	33,90	4,53	6	12	0,50
<i>Ficus benamina</i> L.	63,03	8,00	1	2	0,50
<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	24,96	5,20	13	30	0,43
<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	10,86	4,92	15	35	0,43
<i>Cecropia peltata</i> L.	23,40	8,80	2	5	0,40
<i>Inga punctata</i> Willd.	31,41	8,00	3	8	0,38
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	11,20	4,02	11	32	0,34
<i>Heliocarpus popayanensis</i> L.	14,32	5,00	3	9	0,33
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	20,27	5,13	1	3	0,33
<i>Alchornea coelophylla</i> Pax y K. Hoffm.	34,54	8,00	1	4	0,25
<i>Lafoensia speciosa</i> Kunth	42,34	8,20	2	8	0,25
<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth	11,62	4,00	2	8	0,25
<i>Cestrum nocturnum</i> L.	7,96	4,80	1	5	0,20
<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	12,25	5,60	2	10	0,20
<i>Palicourea thyrsoflora</i> (Ruiz & Pav.) DC.	7,68	4,78	4	20	0,20
<i>Solanum cymosum</i> Ruiz & Pav.	5,41	3,00	1	5	0,20
<i>Meriania speciosa</i> Sw.	9,07	3,80	1	6	0,17
<i>Miconia notabilis</i> Triana	10,90	4,47	6	36	0,17
<i>Miconia caudata</i> (Bonpl.) DC.	9,87	5,33	3	19	0,16
<i>Miconia aeruginosa</i> Naudin	2,86	4,00	1	8	0,13
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	35,08	7,76	1	12	0,08
<i>Panopsis</i> sp	6,37	6,00	1	36	0,03

ANEXO G. Regeneración natural dentro de parcelas de 2x2m para el bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA %	FRECUENCIA	FRECUENCIA %
Guano	<i>Inga punctata</i> Willd.	FABACEAE	43	34,4	6	13,0
Cafetillo	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth	RUBIACEAE	23	18,4	7	15,2
Arrayan	<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	MYRTACEAE	8	6,4	3	6,5
Café	<i>Coffea arabica</i> L.	RUBIACEAE	7	5,6	3	6,5
Nispero japonés	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	ROSACEAE	4	3,2	2	4,3
Mayo	<i>Miconia aeruginosa</i> Naudin	MELASTOMACEAE	4	3,2	1	2,2
Cucharó	<i>Myrcina guayanensis</i> Aubl.	MYRSINACEAE	4	3,2	2	4,3
Flor amarillo o vainillo	<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S. Irwin & Barneby	FABACEAE	4	3,2	1	2,2
Cordoncillo	<i>Piper crassinervium</i> Kunth.	PIPERACEAE	4	3,2	3	6,5
Pandar chupatabaco	<i>Miconia caudata</i> (Bonpl.) DC.	MELASTOMACEAE	3	2,4	1	2,2
Cafetillo	<i>Palicourea thyrsiflora</i> (Ruiz & Pav.) DC.	RUBIACEAE	3	2,4	2	4,3
Gargantillo	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	EUPHORBIACEAE	2	1,6	1	2,2
Espino	<i>Duranta coriacea</i> Hayek	VERBENACEAE	2	1,6	1	2,2
Niguito, florentino	<i>Miconia notabilis</i> Triana	MELASTOMACEAE	2	1,6	2	4,3
Garrocho	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	MYRSINACEAE	2	1,6	2	4,3
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	MYRTACEAE	2	1,6	1	2,2
Roble	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	FAGACEAE	2	1,6	2	4,3
Piper rojo	<i>Piper obliquum</i> Ruiz & Pav.	PIPERACEAE	2	1,6	2	4,3
Curapín	<i>Delostoma integrifolium</i> D.Don.	BIGNONIACEAE	1	0,8	1	2,2
Jigua	<i>Nectandra reticulata</i> (Ruiz & Pav.) Mez	LAURACEAE	1	0,8	1	2,2
Balso	<i>Heliconia popayanensis</i> L.	MALVACEAE	1	0,8	1	2,2
Pepo	<i>Solanum cymosum</i> Ruiz & Pav.	SOLANACEAE	1	0,8	1	2,2
			125			100,0

ANEXO H Listado de especies marcadas empleando placas bosque Colegio Los Andes, Popayán 2019.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	NUMERO	PLACA	MENSAJE
Gargantillo	<i>Alchornea coelophylla Pax y K. Hoffm.</i>	EUPHORBIACE	2	2	
Gargantillo	<i>Alchornea latifolia Sw.</i>	EUPHORBIACE	4	4	
Yarumo	<i>Cecropia peltata L.</i>	URTICACEAE	3	3	1
Jigua laurel	<i>Cinnamomum cinnamomifolia Kunth</i>	LAURACEAE	1	1	
Mayorquin	<i>Cordia resinosa J. Estrada</i>	BORAGINACEA	2	2	
Curapin	<i>Delostoma integrifolium D.Don.</i>	BIGNONIACEA	2	2	
Espino	<i>Duranta coriacea Hayek</i>	VERBENACEA	2	2	
Nispero japones	<i>Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.</i>	ROSACEAE	4	4	
Eucalipto	<i>Eucalyptus grandis W.Hill ex Maiden</i>	MYRTACEAE	1	1	
Lechero	<i>Euphorbia laurifolia Juss. ex Lam.</i>	EUPHORBIACE	1	1	
Ficus	<i>Ficus americana Aubl.</i>	MORACEAE	2	2	
Ficus	<i>Ficus benjamina L.</i>	MORACEAE	1	1	
Urapan	<i>Fraxinus chinensis Roxb.</i>	OLEACEAE	3	3	
Guadua	<i>Guadua angustifolia Kunth</i>	POACEAE	2	2	
Balso	<i>Heliocarpus popayanensis L.</i>	MALVACEAE	3	3	
Guamo	<i>Inga punctata Willd.</i>	FABACEAE	2	2	
Guayacan de Manizales	<i>Inga punctata Willd.</i>	LYTHRACEAE	2	2	
Alamo	<i>Liquidambar styraciflua L.</i>	SALICACEAE	1	1	
Sietecueros	<i>Meriania speciosa Sw.</i>	MELASTOMAT	2	2	
Pandar	<i>Miconia caudata (Bonpl.) DC.</i>	MELASTOMAT	2	2	
Niguito, florentino	<i>Miconia notabilis Triana</i>	MELASTOMAT	4	4	
Guineo	<i>Musa sapientum L.</i>	MUSACEAE	1	1	
Arrayan	<i>Myrcia popayanensis Hieron.</i>	MYRTACEAE	4	4	
Jigua	<i>Nectandra reticulata (Ruiz & Pav.) Mez</i>	LAURACEAE	4	4	
Cafetillo	<i>Palicourea angustifolia Kunth</i>	RUBIACEAE	1	1	
Cordoncillo	<i>Piper aduncum L.</i>	PIPERACEAE	1	1	
Cordoncillo	<i>Piper crassinervium Kunth.</i>	PIPERACEAE	4	4	
piper pequeño	<i>Piper arboreum Aubl.</i>	PIPERACEAE	2	2	
Piper rojo	<i>Piper obliquum Ruiz & Pav.</i>	PIPERACEAE	4	4	
Jazmín de australia, jazm	<i>Pittosporum undulatum Vent.</i>	PITTOSPORAC	1	1	
Roble	<i>Quercus humboldtii Bonpl.</i>	FAGACEAE	3	3	
Moco	<i>Saurauia scabra (Kunth) D.Dietr.</i>	ACTINIDACEAE	1	1	
Flor amarillo o vainillo	<i>Senna spectabilis (DC.) H.S.Irwin & Barne</i>	FABACEAE	3	3	
Tulipan africano	<i>Spathodea campanulata P.Beauv</i>	BIGNONIACEA	1	1	
Pomorroso	<i>Syzygium jambos (L.) Alston</i>	MYRTACEAE	4	4	1
Guayacan amarillo	<i>Tabebuia chrysantha (Jacq.) S.O.Grose</i>	BIGNONIACEA	1	1	
Nacedero	<i>Trichanthera gigantea (Humboldt & Bonpla</i>	ACANTHACEA	2	2	
Umuy	<i>Panopsis sp</i>	PROTEACEAE	1	1	
Baston de papa	<i>Costus spicatus Jacq.</i>	COSTACEAE	1	1	
Mortiño	<i>Miconia aeruginosa Naudin</i>	MELASTOMAT	1	1	
Punta de lanza	<i>Vismia lauriformis (Lam.) Choisy</i>	HYPERICACEA	1	1	
Arbol caminante	<i>Viburnum pichinchense Benth.</i>	ADOXACEAE	1	1	
			88	88	2

ANEXO I. Formato para fichas de las especies encontradas en el estudio dentro del bosque Colegio Los Andes, Popayán, 2019.

parda rojiza a moreno rojiza con algunas manchas blancuzcas. Interna de color crema verdoso a amarillento, fibrosa, ligeramente ácida o amarga. Grosor total: 3 a 10 mm. Flor(es). Espigas densas, simples o compuestas, de 10 a 20 (30) cm de largo. Flores pequeñas, estaminadas y pistiladas con el cáliz verde pálido y los pétalos amarillos, libres, glabros. Fruto(s). Cápsulas biloculares casi redondas, pero ligeramente achatadas, de hasta 1.3 cm de ancho, en infrutescencias péndulas de hasta 25 cm de largo, moreno verdosas. Cada fruto conteniendo 2 semillas. Semilla(s). Semillas de 6 mm de diámetro, ligeramente comprimidas lateralmente, con un hilo notable, cubiertas de un arilo carnoso rojizo.

Usos: Aromatizante, flores aromáticas muy fragantes. Construcción, construcción rural, construcciones ligeras y construcciones interiores. Industrializable [madera]. Uso potencial: materia prima excelente para pulpa para papel (productos celulósicos), Maderable, especie maderable con posibilidades comerciales. Nombre comercial: Cotón caribe. Se hacen cajas, guacales, embalajes, barriles, flotadores de redes y trasmayos. La madera se recomienda para fabricar chapa desenrollada, armazones, cabos para cerillos y pequeñas piezas que requieran doblarse. Mobiliario y ebanistería y carpintería. El duramen tiene poca resistencia a la intemperie. Reforestación / Restauración. Especie con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selva. Sistema agroforestal. Especie encontrada en los potreros (como plántulas o juveniles bajo la copa de árboles aislados, en corredores riparios). Los árboles grandes se dejan en las plantaciones de café para sombra.



Nombre científico: *Alchornea latifolia* Sw.

Nombres comunes: Kanak; Canaco, Cotón de caribe, Pastillo, Pozol agrio; Carne de caballo; Palo de huevo, Palo de mujer, Garagantillo.

Distribución geográfica: Esta especie se encuentra desde el sur de México hasta Panamá. Ha sido sembrada en el sur de Florida, Estados Unidos. Zona(s) ecológica(s). Trópico húmedo. Templado húmedo. Templado subhúmedo.

Características generales: A menudo abundante a lo largo de pendientes abruptas de barrancas y cañadas. Prospera en acahuales, relictos de selva media, claros de bosque, cafetales y a lo largo de caminos. Crece en suelos derivados de material calizo o ígneo y metamórfico, pero siempre en suelos con buen drenaje y buena capacidad de retención de humedad. Suelos: negro, rendzina con caliza, café-oscuro pedregoso, oscuro arcilloso. Árbol perennifolio, de 8 a 25 m (hasta 30 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 60 cm. Copa redonda o irregular. Hojas simples, alternas, grandes, elípticas; láminas de 7 a 18 cm de largo por 9 a 28 cm de ancho, ovadas a orbiculares, margen crenado; verde oscuras en el haz y verde pálidas en el envés con nerviación amarillenta prominente. Tronco recto, con las ramas horizontales y a veces péndulas. Corteza. Externa lisa o muy finamente fisurada, gris