

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE DOS BOSQUES DE
ROBLE (*Quercus humboldtii*), EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN, CAUCA**

**YASMÍN ADRIANA BRAVO JOJOA
ANDRÉS FELIPE LÓPEZ VÁSQUEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
POPAYÁN
2008**

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE DOS BOSQUES DE ROBLE
(*Quercus humboldtii*), EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN, CAUCA.**

**YASMÍN ADRIANA BRAVO JOJOA
ANDRES FELIPE LOPEZ VASQUEZ**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO FORESTAL

Director: MSc. JUAN PABLO PAZ C.

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
POPAYÁN
2008**

Nota de aceptación

Firma del presidente de Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Popayán, octubre 3 de 2008.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo y toda nuestra carrera universitaria a Dios por ser quien nos brindó la oportunidad de vivir y regalarnos una familia tan maravillosa y por estar a nuestro lado en todo momento dándonos las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día.

A nuestros padres que nos dieron la vida y han estado con nosotros en todo momento brindándonos su apoyo, cariño y comprensión para ser quienes somos hoy día.

A todos nuestros amigos más cercanos, a esos amigos que siempre nos han acompañado y con los cuales hemos contado desde que los conocimos.

A todos nuestros profesores que nos orientaron y ayudaron a formarnos en nuestra carrera y a crecer como personas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos:

A Dios por darnos los elementos de juicio necesarios para llevar a cabo esta investigación.

A nuestros padres por darnos una carrera para nuestro futuro y por creer en nosotros, aunque pasamos momentos difíciles siempre han estado apoyándonos sin condición ni medida. Gracias por guiarnos en el camino de la educación.

A toda nuestra familia que aunque lejos o cerca estuvieron allí apoyándonos.

A nuestro director, Ecólogo MSc. Juan Pablo Paz Concha por su apoyo y orientación para realizar este estudio y por su amistad.

A Ingeniero Forestal MSc. Román Ospina Montealegre, por su apoyo, valiosa y generosa colaboración en el desarrollo de la investigación y por brindarnos su amistad.

A cada uno de los educadores que participaron en el desarrollo de toda nuestra carrera, sin su ayuda y conocimientos no estaríamos en donde nos encontramos ahora.

A Jairo Rengifo, especialista en estadística aplicada, por su apoyo y colaboración.

A la comunidad de la vereda Clarete en cabeza del señor representante Carlos Julio Gurrute, por la colaboración brindada para llevar a cabo las actividades de campo.

Al señor Capurro, propietario de la hacienda Rio Blanco por permitirnos llevar a cabo el trabajo en sus predios.

A los todos los compañeros del programa de Ingeniería Forestal de la Universidad del Cauca, por su colaboración en las actividades de campo

A todos nuestros amigos que estuvieron con nosotros compartiendo experiencias en el desarrollo de este trabajo especialmente a Leandro J. Johana Meneses, Carlos A. Medina y Oscar Toro.

Finalmente a todas las personas que se cruzaron en este camino y que nos dieron palabras de aliento y apoyo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. OBJETIVOS	22
1.1 OBJETIVO GENERAL	22
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
2. MARCO TEORICO	23
2.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE	23
2.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	23
2.3 ECOLOGÍA DEL ROBLE (<i>Quercus humboldtii</i>)	25
2.4 ASOCIACIÓN NATURAL	27
2.5 USOS	28
2.6 AMENAZAS	29
2.7 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	29
2.8 RIQUEZA	30
2.9 DIVERSIDAD	30
2.10 ESTRUCTURA HORIZONTAL	34
2.11 ANÁLISIS MULTIVARIADO DE COMPONENTES PRINCIPALES UTILIZANDO MATRIZ DE CORRELACIÓN	36
2.12 ESTRUCTURA VERTICAL	37
3. METODOLOGÍA	39
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	39
3.2 GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO	41
3.2.1 Generalidades de la Zona de Clarete Alto	43
3.2.1.2 Situación Geográfica.	43
3.2.1.3 Vegetación.	44

	Pág.
3.2.2 Generalidades de la Zona de las Guacas	46
3.2.2.1 Situación Geográfica	46
3.2.2.2 Vegetación	46
3.3 TRABAJO DE CAMPO	49
4. RESULTADOS	58
4.1 ANÁLISIS DEL MUESTREO	58
4.2 RIQUEZA, COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA	58
4.2.1. Riqueza	58
4.2.2. Composición	59
4.2.3. Estructura	60
4.2.3.1. Estructura Horizontal	60
4.2.3.2 Estructura Vertical	90
4.2.4. Diversidad	95
4.2.4.1 Diversidad Alfa	95
4.2.4.2 Curva -Especie – Área	99
4.2.4.3. Diversidad Beta	102
5. ANALISIS Y DISCUSIONES	104
5.1 RIQUEZA Y COMPOSICIÓN	104
5.2 ESTRUCTURA	107
6. CONCLUSIONES	116
7. RECOMENDACIONES	118
BIBLIOGRAFÍA	119
ANEXOS	126

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Especies más abundantes en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20m (400 m ²).	61
Cuadro 2. Familias más abundantes de individuos en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20m (400 m ²).	63
Cuadro 3. Especies más abundantes en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 1.5m de altura < 10 cm. DAP (Latizal), datos reportados en 24 subparcelas de 10x10m (100 m ²).	65
Cuadro 4. Especies más abundantes en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 40 cm. Y < 1.5m de altura (Brinzal), datos reportados en 24 subparcelas de 5x5m (25 m ²).	67
Cuadro 5. Clases frecuencia de especies reportadas en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20m (400 m ²).	69
Cuadro 6. IVI para las especies de mayor peso ecológico en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m ²).	72

	Pág.
Cuadro 7. IVIA para especies de mayor peso ecológico en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m ²).	74
Cuadro 8. Distribución de individuos por clase diamétrica (en cm.) para dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m ²).	76
Cuadro 9. Análisis estadístico de componentes multivariado en dos relictos de bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Categoría fustal.	81
Cuadro 10. Análisis estadístico de variables multivariado en dos relictos de bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Categoría fustal.	86
Cuadro 11. Análisis estadístico de componentes multivariado en dos relictos de bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Regeneración.	88
Cuadro 12. Significancia estadística (Prueba de t) para variables con mayor varianza en dos bosques de roble (<i>Quercus humboldtii</i>), en la meseta de Popayán.	90
Cuadro 13. Distribución de individuos por altura (m) para dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400m ²).	91
Cuadro 14. Índices de diversidad Alfa para dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, en la categoría Fustal.	96

	Pág.
Cuadro 15. Índices de diversidad Alfa para dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, en la categoría Latizal y Brinzal.	97
Cuadro 16. Cociente de mezcla en para dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca, en la categoría Fustal.	98
Cuadro 17. Cociente de mezcla en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca, (Regeneración).	99
Cuadro 18. Índices de similitud entre dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, en la categoría Fustal*.	102
Cuadro 19. Índices de similitud en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, en la categoría Latizal y Brinzal*.	103
Cuadro 20. Riqueza florística para individuos con DAP ≥ 2.5 cm., muestreados en 0.1ha., en diferentes áreas de bosque subandino caucano. (*) Muestreo en 0.96ha, y DAP ≥ 5 cm.	105

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Individuo de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)	24
Figura 2. Hojas de Roble (<i>Q. humboldtii</i>)	24
Figura 3. Frutos de Roble (<i>Q. humboldtii</i>)	24
Figura 4. Distribución geográfica del Roble (<i>Q. humboldtii</i>) en los Andes Colombianos	26
Figura 5. Tipos de estratos de la vegetación.	38
Figura 6. Ubicación área de estudio.	40
Figura 7. El Cauca y sus Ecoregiones.	41
Figura 8. Bosque Clarete	45
Figura 9. Bosque Río Blanco.	47
Figura 10. Mapa de elevaciones de los bosques de estudio	48
Figura 11. Diseño de la parcela y subparcelas empleadas para la caracterización de bosque de roble, meseta de Popayán	49
Figura 12. Formas e instrumento de medir el DAP	51

Figura 13. Método de evaluación de calidad de fuste	Pág. 52
Figura 14. Posición de un individuo dentro de una parcela, empleando coordenadas de referencia X y Y	54
Figura 15. Clases de iluminación	56
Figura 16. Colección de muestras para identificación en herbario	57
Figura 17. Especies más abundantes en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20m (400 m ²).	62
Figura 18. Familias más abundantes encontradas en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20m (400 m ²).	64
Figura 19. Especies más abundantes dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 1.5m de altura < 10 cm. DAP (Latizal), datos reportados en 24 subparcelas de 10x10m (100 m ²).	66
Figura 20. Especies más abundantes en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 40 cm. y < 1.5m. altura (Brinzal), datos reportados en 24 subparcelas de 5x5m (25 m ²).	68
Figura 21. Distribución de frecuencia para especies reportadas en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20m (400 m ²).	70

	Pág.
Figura 22. IVI para especies con mayor peso ecológico en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m ²).	73
Figura 23. IVIA para especies de mayor peso ecológico en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m ²).	75
Figura 24. Distribución de los individuos por clases diamétricas (DAP) para dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m ²).	77
Figura 25. Formas de fuste para dos bosques de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m ²).	78
Figura 26. Formas de fuste para individuos de roble en dos bosques de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m ²).	79
Figura 27. Curva de mortalidad para individuos en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca.	80
Figura 28. Variables de respuesta para dos relictos de bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>), en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. En la categoría fustal.	82
Figura 29. Variables de respuesta para dos relictos de bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>), en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. En la categoría fustal.	84

	Pág.
Figura 30. Distribución de las 48 subparcelas muestreadas en dos relictos de bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>), en relación a los componentes estadísticos principales (Fustal).	85
Figura 31. Variables de respuesta para dos relictos de bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>), en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca (Regeneración).	87
Figura 32. Distribución de las 48 subparcelas muestreadas en dos relictos de bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>), en relación a los componentes estadísticos principales. (Regeneración).	89
Figura 33. Distribución de individuos por altura (m) para dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m ²).	92
Figura 34. Condición de luz para dos bosques de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m ²).	94
Figura 35. Condición de luz para individuos de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en dos relictos de bosque en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m ²).	95
Figura 36. Curva de acumulación de especies para dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m ²).	100
Figura 37. Curva de acumulación de especies para dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán Departamento del Cauca. Individuos > 1.5m de altura < 10 cm. DAP (Latizal), datos reportados en 24 subparcelas de 10x10m (100 m ²).	101

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Especies reportadas en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20m (400 m ²).	126
Anexo 2. Especies reportadas en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 1.5m de altura < 10 cm. DAP (Latizal), datos reportados en 24 subparcelas de 10x10m (100 m ²).	127
Anexo 3. Especies reportadas en dos relictos de bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 40 cm. Y < 1.5m de altura (Brinzal), datos reportados en 24 subparcelas de 5x5m (25 m ²).	129
Anexo 4. I.V.I. para las especies del bosque Clarete	131
Anexo 5. I.V.I. para las especies del bosque Río Blanco.	132
Anexo 6. Familias reportadas para dos bosques de roble, categoría fustal.	133
Anexo 7. Especies reportadas en el bosque de roble Clarete, Categoría Latizal.	134
Anexo 8. Especies reportadas en el bosque Río Blanco, Categoría Latizal.	136

Anexo 9. Especies reportadas en el bosque de roble Clarete, Categoría Brinzal.	Pág. 137
Anexo 10. Especies reportadas en el bosque de roble Río Blanco, Categoría Brinzal.	138
Anexo 11. Algunas especies mas abundantes en los dos bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>), en la categoría fustal individuos > de 10 cm. de DAP.	139
Anexo 12. Algunas especies mas abundantes en los dos bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>), en la categoría latizal individuos > 1.5m de altura < 10 cm. DAP.	140
Anexo 13. Algunas especies mas abundantes en los dos bosque de Roble (<i>Quercus humboldtii</i>), en la categoría brinzal Individuos > 40 cm. Y < 1.5m de altura.	141
Anexo 14. I.V.I.A. para las especies del bosque Clarete (A) y Río Blanco (B)	142
Anexo 15. Análisis multivariado de componentes principales en dos relictos de bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Regeneración.	143

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre la caracterización florística en dos relictos de bosques de roble (*Quercus humboldtii*). El área de estudio se ubicó en la vereda Clarete Alto y vereda Las Guacas en el Municipio de Popayán, Departamento del Cauca; localizados a 1850 m.s.n.m, con una separación aproximada entre estos sitios de 1,342 Km. El objetivo del presente estudio fue: Determinar las características florísticas y estructurales de dos bosques de roble (*Quercus humboldtii*), en la meseta de Popayán. El método de muestreo empleado fue un muestreo aleatorio, en cada sitio se instaló una parcela permanente de forma rectangular de 160x60m² (0.96 has. cada una); En cada parcela se inscribieron 24 subparcelas de 20X20m (0.04 ha) registrando individuos con DAP ≥10cm, donde a su vez se insertaron 24 subparcelas de 10X10 metros (0.01 ha) donde se evaluó la vegetación con DAP ≤10 cm y altura ≥1.5 m, en 24 subparcelas de 5X5 m² (0.0025 ha) se evaluó la regeneración establecida, herbáceas grandes como helechos, heliconias y anturios.

Los resultados fueron analizados con base en la abundancia, frecuencia, dominancia, índice valor de importancia (IVI) y la estructura del bosque. La diversidad se evaluó mediante el índice de Shannon-Wiener, Simpson, Margalef y Equidad o uniformidad (E), la similitud se calculó con el índice de Sorensen y Jaccard. En la parcela del bosque Clarete se registraron un total de 445 individuos, los cuales están representados en 20 familias y 26 especies sumando un área basal (dominancia) de 16.5 m²/ha. En el bosque Río Blanco se registró un total de 507 individuos, los cuales estuvieron representados en 17 familias y 24 especies, con un área basal total de 19.54 m²/ha. Las especies mas abundantes y

frecuentes para ambos bosques resultaron ser: *Quercus humboldtii*, *Clethra revoluta*, *Nectandra acutifolia*, *Clusia sp.*, *Cecropia peltata*, *Alchornea latifolia*, *Cinnamomum triplinerve*, *Miconia caudata*. Considerando el IVI, las especies más importantes para el bosque Clarete fueron: *Quercus humboldtii* (153,27), *Clethra revoluta* (36,65), *Nectandra acutifolia* (14,24). Las familias más abundantes para este mismo bosque fueron: Lauraceae, Clethraceae y Fagaceae. Para el bosque Río Blanco las especies con mayor IVI, fueron *Quercus humboldtii* (110,06), *Clethra revoluta* (61,88), *Alchornea latifolia* (37,77). Las familias más abundantes para este bosque fueron: Euforbiaceae, Clethraceae y Fagaceae.

La estructura horizontal mostró las características típicas de los bosques tropicales andinos, observándose mayor cantidad de individuos en las clases diamétricas inferiores y menor cantidad en las clases altas; así como la forma de distribución de j invertida. Mediante el índice de Sorensen se encontró un 60% de similitud, mostrando que ambos bosques no difieren significativamente en su composición florística. La estructura vertical se evaluó mediante la clasificación de estratos arbóreos y condición de iluminación de las copas, con lo que se encontraron tres estratos (dosel superior, medio y sotobosque), además se encontró que una gran proporción de individuos que se encuentran creciendo bajo buenas condiciones de luz, ratificando la condición heliofita de la gran mayoría de individuos de estos bosques.

Palabras claves: Meseta de Popayán, *Quercus humboldtii*, Composición florística, bosques andinos, estructura, diversidad, similitud.

INTRODUCCIÓN

Los bosques de roble o robledales, son ecosistemas que tienen importancia socioeconómica, pues proporcionan bienes y servicios a las comunidades, entre los que se encuentran la madera, leña, carbón, entre otros; por lo anterior el estudio que se presenta a continuación, es de relevancia para el conocimiento sobre estos ecosistemas. Entre los bosques andinos más representativos en Colombia están los robledales, los cuales son rodales dominados por *Quercus humboldtii*, un representante florístico de las regiones templadas holárticas, que además contienen una alta riqueza florística y han sido objeto de extracción maderera continua en los Andes colombianos¹.

Estos ecosistemas boscosos presentan diferencias entre sí, debido a factores físicos y biológicos, tanto así que Dorado, O. et. al.², citando a Harper³, Hubbell y Foster (1986), establece que se debe considerar que las poblaciones no están distribuidas de manera aleatoria, sino más bien pueden presentar patrones producto de factores microambientales que determinan su distribución y abundancia.

¹ LOZANO y TORRES. Aspectos Generales sobre la Distribución, sistemática fitosociológica y clasificación ecológica de los bosques de roble (*Quercus*) en Colombia, citados por GALINDO, T.R., et. al. Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna Guanentá – Alto río Fonce, Cordillera Oriental Colombiana. *Caldasia* 25(2). Pp. 313-335. [artículo de Internet.] [http://www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia/25\(2\)/4.pdf](http://www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia/25(2)/4.pdf). [ago./2007]

² HUBBELL y FOSTER. Commonness and rarity in neotropical forest : Implications for tropical tree conservation, citado por DORADO O. et. al. , Las leguminosas como indicadores de conservación perturbación. Cuba, 2005. ISBN 959.250-156-4. [artículo de Internet.] <http://www.dama.gov.co>. [oct./2007]

³ HARPER, J. L. Population biology of plants. New York: Academic Press 1977

El trabajo que se desarrolló, se basó en una serie de procesos (inventario florístico, medición de variables como DAP, altura, clases de iluminación y forma de fuste) que son precisos para determinar la composición florística en un bosque.

Aquí se presenta el resultado de caracterizar florísticamente dos relictos de bosques de roble o Robledales del municipio de Popayán; además se analiza la estructura horizontal y vertical por medio de la recolección de datos de tipo cuantitativo y cualitativo dentro de parcelas ubicadas en el sitio de estudio; datos tales como: el geoposicionamiento de las parcelas, la altura de los árboles presentes, el DAP, la posición de los individuos dentro de la parcela, el tipo de fuste, la condición de luz, la taxonomía de los individuos arbóreos, y el porcentaje de mortalidad de los individuos.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar las características florísticas y estructurales de dos bosques de roble (*Quercus humboldtii*), en la meseta del municipio de Popayán, departamento del Cauca.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un inventario florístico para cada bosque de roble (*Quercus humboldtii*) dentro de la meseta de Popayán.
- Establecer las diferencias existentes entre los dos relictos de bosque de roble, atendiendo a que factores afectan la composición florística de estos.
- Implementar una unidad muestral de monitoreo permanente en cada bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en el Municipio de Popayán.

2. MARCO TEORICO

2.1 GENERALIDADES DE LA ESPECIE

Quercus humboldtii, tiene como sinónimos *Erythrobalanus humboldtii*, y como nombres comunes: roble, roble amarillo (Boyacá), roble negro (Cundinamarca), roble blanco (Valle del Cauca) y Lukara; parte Noreste de Colombia, comunidad Tunebos⁴.

2.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

El roble común o *Quercus humboldtii* es un árbol de gran porte, puede alcanzar hasta los 40m de altura, con o sin raíces tabloides, ramificaciones profusas desde la base, o bien fuste recto, corteza inicialmente lisa y luego exfoliable, de color negruzco, madera dura y pesada, con resistencia a la pudrición en contacto con el suelo, de color amarillo oscuro y de densidad 0.9 a 1.0 gr/cm³, copa globosa y densa, con presencia de yemas laterales, protegidas por catafilos o escamas ciliadas (Ver Figura 1). Hojas simples, alternas, lanceoladas, las hojas jóvenes en ocasiones teñidas de rojizo (Ver Figura 2). Inflorescencias masculinas en amentos, numerosos estambres, cada uno con sacos polínicos; flores femeninas con el cáliz

⁴ PACHECO y PINZÓN. El roble (*Quercus humboldtii* Bonpland), citados por PALACIO, M., Juan Diego. Monografía sobre el roble el negro (*Colombobalanus excelsa*) y el roble común (*Quercus humboldtii*). Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2001

cuculiforme, frutos en capsula redondeada, leñosa, blanquecina de 2 a 4 cm. de largo y 2 a 2.5 cm. de ancho⁵ (Ver Figura 3).

Figura 1. Individuo de Roble (*Quercus humboldtii*)



Figura 2. Hojas de Roble (*Quercus humboldtii*)



Figura 3. Frutos de Roble (*Quercus humboldtii*)



Fuente: Esta investigación.

⁵ ESPINAL, et al., Algunos aspectos de la vegetación del oriente antioqueño, citado por PALACIO, M., Juan Diego. Monografía sobre el roble el negro (*Colombobalanus excelsa*) y el roble común (*Quercus humboldtii*). Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2001.

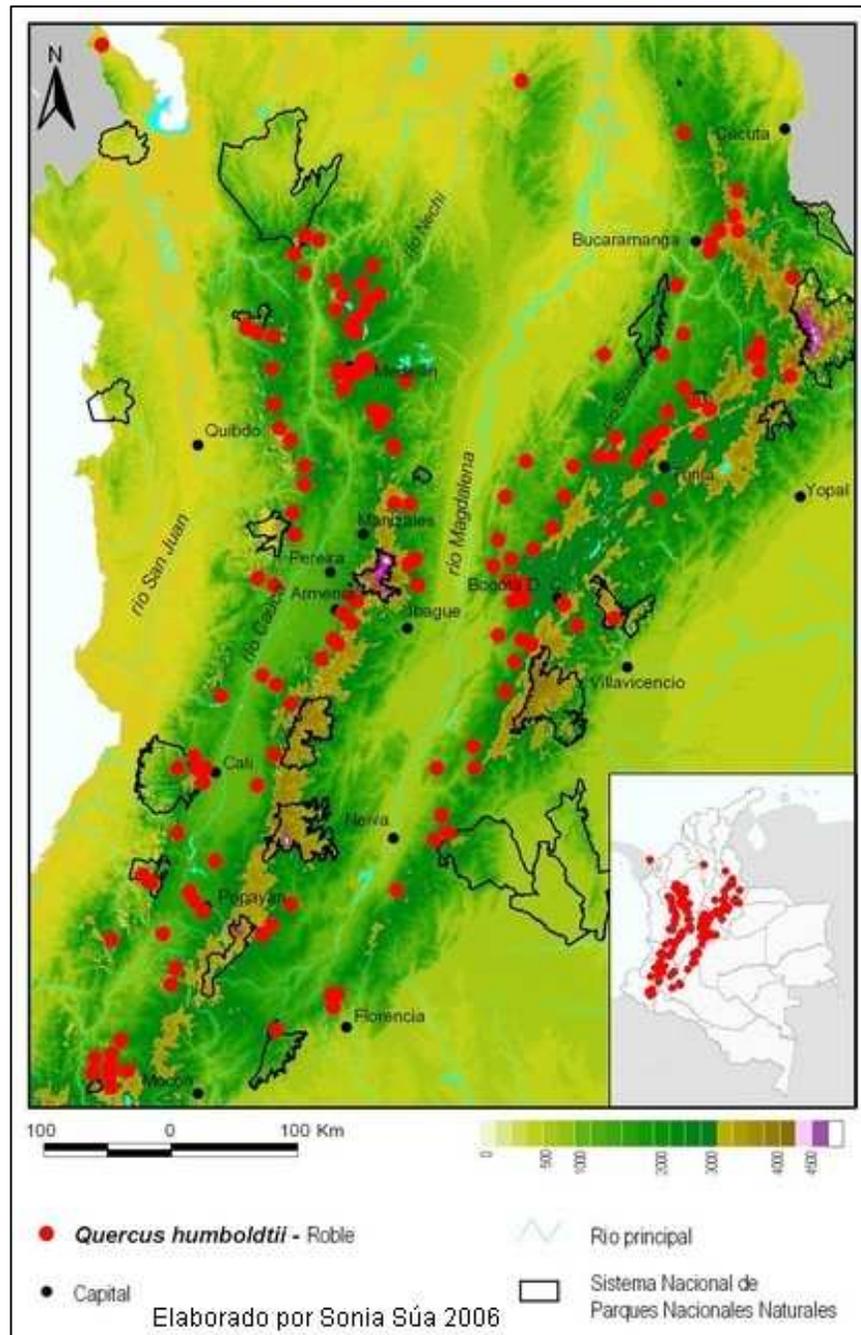
2.3 ECOLOGÍA DEL ROBLE (*Quercus humboldtii*)

La familia de los robles está ampliamente distribuida en las regiones templadas y subtropicales del mundo; en el caso del género *Quercus* este tiene más de 500 especies distribuidas en Asia, Norte de África, Europa y en la parte Norte y central del continente Americano⁶. El mismo autor agrega que en Colombia, solo se encuentran dos especies de robles *Quercus humboldtii* y *Trigonobalanus excelsa*; esta última especie es endémica del país. Hace unos 250.000 años el roble (*Quercus*) hizo su primera aparición en los Andes como un inmigrante del hemisferio norte, este aumentó cuantitativamente en importancia, aparentemente por llegar a adaptarse progresivamente a las condiciones ambientales, formando una zona de bosques de robles. Su adaptación llegó a ser de tal magnitud en esta área, que llegó a dominar amplias zonas, Nariño, Boyacá, Huila, Santanderes, Antioquia, Caldas, Cauca, Caquetá, Cundinamarca, Risaralda, Tolíma, constituyendo formaciones de bosques homogéneos, (robledales). Estos bosques se expandieron por las tres cordilleras colombianas, cubriendo un rango altitudinal de 1.100 m hasta 3.450 m. (Ver Figura 4). En el pasado, estos bosques presentaban grandes áreas de cobertura, sin embargo hoy en día la presencia del Roble – (*Quercus, humboldtii*) - en Colombia se limita a fragmentos discontinuos que lo ponen en cierto grado de amenaza⁷.

⁶ HIGUERA, Diego. Las altas copas de los bosques, Dosel. Reserva el Macanal. Colombia. Sur América. Corporación Sentido Natural. 2005. [artículo de Internet.] <http://www.Bosque de dosel en el neotropico en Waste magazine.html>. [jun./2007].

⁷ Ibid.

Figura 4. Distribución geográfica del Roble (*Quercus humboldtii*) en los Andes Colombianos.



Fuente: Cárdenas, D. et al., 2006.

2.4 ASOCIACIÓN NATURAL

Quercus humboldtii es una especie típica del bosque heliófito que se encuentra asociado con muchas especies, algunas de ellas fueron reportadas por Espinal, *et. al*, citado por Palacio, 2001⁸. Entre estas especies están: arrayán (*Myrtus sp.*), cajeto (*Brunellia funkiana*), clavo (*Cinchona sp*), gaque (*Clusia sp*), garrocho (*Clethra sp.*), chusque (*Chusquea sp.*), helecho (*Pteridium aquilinum*), susque (*Drymis sp.*), guamo (*Inga sp.*), yuco (*Didimopanax sp.*), *Miconia sp.* y especies de la familia Myrtaceae, entre otras.

Según Cuatrecasas⁹, el género *Quercus* posee varias consociaciones las cuales son presididas por especies de robles o *Quercus*, para el cual existe la siguiente descripción: Selvas con dosel denso, altura variable (10-15m hasta 40m), dominado por el género *Quercus*, con yemas protegidas por catáfilos y follaje persistente o brevemente caduco, estratificación poco notoria (2-3 estratos), follaje desde membranáceo a coriáceo, hojas leptófila hasta megáfila con máxima proporción de mesófilas, puede existir un estrato emergente compuesto por palmas del género *Ceroxylon*. Presencia de hemiparásitas epífitas, fanerógamas epífitas, escasa cantidad de trepadoras leñosas, presencia de helechos arbóreos y numerosos líquenes.

⁸ ESPINAL, L. S. Geografía ecológica de Antioquia. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1992. citado por PALACIO, M., Juan Diego. Monografía sobre el roble el negro (*Colombobalanus excelsa*) y el roble común (*Quercus humboldtii*). Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2001.

⁹ CUATRECASAS, J. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. 1958. pp.10 (40):221-268.

Para Holdridge¹⁰, según Blaser y Camacho, *Quercus humboldtii* es una especie típica del bosque heliófito que se encuentra asociado especialmente a especies que se encuentran en las formaciones de bosque muy húmedo montano bajo (bmh - MB), bosque húmedo montano bajo (bh – MB) y bosque húmedo montano (bh - M). En algunos casos menos frecuentes, existe un estrato emergente de palmas del género *Ceroxylon*, fanerógamas y epifitas, asociadas al *Quercus humboldtii*.

2.5 USOS

Además de la importancia ecológica de la especie *Quercus humboldtii* de la cual se ha venido haciendo mención en este documento; Palacio¹¹, cuando cita a Manos *et al.*, expresa que el *Quercus* es uno de los mas abundantes y económicamente importantes géneros de plantas maderables del hemisferio norte.

Esta importancia económica que goza esta especie la ha convertido en objeto de interés utilitario, para usos básicamente consuetudinarios. Según lo expuesto por las comunidades en jurisdicción del área de estudio, estos bosques de roble (*Quercus humboldtii*), hace mas de 20 años eran explotados para la extracción de madera, utilizada en la construcción de viviendas, cabos de herramientas y ebanistería en general, y específicamente como medio de combustión para la elaboración de carbón de leña, el cual gozaba de alta demanda en los mercados

¹⁰HOLDRIDGE, L. R. 1947. Determination of world plant formations from simple climatic data, citado por BLASER, Jürgen. CAMACHO, Marlen. Estructura, composición y aspectos silviculturales de un Bosque de Roble (*Quercus spp.*) del piso montano en Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie técnica. Informe técnico. (Nº 185). Costa Rica : CATIE, 1991. 67p.

¹¹ MANOS, P. S., J. J, Doyle, et al. Phylogeny, biogeography, and processes of molecular differentiation in *Quercus* subgenus *Quercus* (Fagaceae). Molecular Phylogenetics and Evolution, citado por PALACIO M., Juan Diego. Monografía sobre el roble negro (*Colombobalanus excelsa*) y el roble común (*Quercus humboldtii*). Palmira: Universidad Nacional, 2001.

locales. En la actualidad se le sigue dando uso a la madera de roble como combustible, esto en menor intensidad que en el pasado.

2.6 AMENAZAS

Los principales factores de amenaza que tiene *Quercus humboldtii* son la explotación desmedida, la deforestación y la ampliación de la frontera agrícola que ha traído como consecuencia que la especie este desapareciendo de forma gradual por la acción del hombre¹².

2.7 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

La composición florística la explica de manera sencilla Louman, *et al.*,¹³ como la que indica cuales especies, géneros y familias están presentes en el bosque. Este es un criterio importante que se obtiene de un inventario florístico.

Para Peet, citado por Wadsworth (2000)¹⁴, la composición de un bosque se orienta a la diversidad de especies en un ecosistema, la cual se mide por su riqueza (cantidad de especies), representatividad (balance equitativo de las especies) y la heterogeneidad (disimilitud entre riqueza y representatividad).

¹² FERNÁNDEZ. The preparation of the endangered species list of Colombia. Extinction is forever. CALDERÓN. Plantas Colombianas en peligro, extintas o en duda. citados por PALACIO, M., Juan Diego. Monografía sobre el roble el negro (*Colombobalanus excelsa*) y el roble común (*Quercus humboldtii*). Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 2001

¹³ LOUMAN, et.al. Bases ecológicas. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba. Costa Rica: CATIE, 2001.

¹⁴ PEET. The measurement of species diversity, citado por WADSWORTH. Producción forestal para América Tropical. Manual de agricultura. EE.UU. USDA. 2000.

2.8 RIQUEZA

Louman, et.al.¹⁵, explican a la riqueza como aquella que se expresa con el número total especies presentes en un bosque. Para Melo y Vargas¹⁶, el término riqueza de especies, hace referencia al concepto más antiguo y simple sobre la diversidad biológica, él expresa el número de especies presentes en una comunidad. Una forma de evaluar la riqueza florística es a través de la curva especies - área, según Orozco¹⁷, la curva proporciona información sobre el incremento de especies en superficies crecientes, a partir de un diámetro mínimo considerado. A su vez el mismo autor agrega que la curva aporta información para detectar en que superficie no es significativo el incremento de nuevas especies.

2.9 DIVERSIDAD

La diversidad, desde el punto de vista de Louman, et.al.¹⁸, es aquella que se expresa con el número de especies en relación con el tamaño de la población de cada especie. La diversidad también para Melo y Vargas¹⁹, puede definirse como el número de diferentes organismos y su frecuencia relativa.

¹⁵ LOUMAN, et.al. Bases ecológicas. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba. Costa Rica: CATIE, 2001.

¹⁶ MELO, C. Omar; VARGAS, R. Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Ibagué: CRC, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 2003. pp.18-31.

¹⁷ OROZCO, V. Lorena. Estudio ecológico y de estructura horizontal de seis comunidades boscosas de la Cordillera de Talamanca. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie técnica. Informe técnico (No. 176). Costa Rica: CATIE 1991. 33p.

¹⁸ LOUMAN, Op.cit. p.

¹⁹ MELO y VARGAS. Op. cit.

Sobre la diversidad, Wadsworth (2000)²⁰, agrega que ésta se expresa comúnmente mediante la cantidad de especies por unidad de terreno: la cantidad de especies aumenta a medida que aumenta la superficie. En cuanto a la diversidad florística, Orozco (1991)²¹, expresa que esta se refiere a la intensidad de mezcla y que se puede evaluar mediante el cociente de mezcla (CM). De acuerdo con Melo y Vargas²², el CM, es un índice que expresa la relación entre el número de especies y el número de individuos totales de un bosque. El CM proporciona una idea somera de la intensidad de mezcla, así como una primera aproximación de la heterogeneidad de los bosques. Es de mencionar que los valores del CM dependen fuertemente del diámetro mínimo de medición y del tamaño de la muestra, por lo cual, sólo se debe comparar ecosistemas con muestreos de igual intensidad²³.

Dentro de la diversidad se diferencian dos niveles, la Alfa diversidad que es la diversidad dentro del hábitat y la Beta diversidad o diversidad entre diferentes hábitats²⁴.

Para calcular la diversidad Alfa se utilizan los índices entre los que están: Margalef Simpson y Shanon.

Margalef (Dmg): Este es un índice basado en la riqueza de especies, valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja diversidad

²⁰ WADSWORTH. Producción forestal para América tropical. Manual de agricultura. EE.UU: USDA. 2000.

²¹ OROZCO, V. Op. cit.

²² MELO y VARGAS. Op. cit

²³ LAMPRECHT, Silvicultura en los trópicos, citado por Melo y Vargas Op.cit.

²⁴ WHITTAKER. Gradient analysis of vegetation, citado por CANTILLO, E. et.al. Bases teórico prácticas para la restauración ecológica en las áreas rurales del Distrito capital en la región de Sumapaz. Cuba. 2005. ISBN 959-250-156-4. [artículo de Internet.] www.dama.gov.co

y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad²⁵.

$$Dmg = (S - 1) / \ln (N)$$

Donde: S: número de especies; N: número de individuos

Simpson (D_{Sp}): Es una medida de la dominancia que se enfatiza en las especies más comunes y refleja más la riqueza de especies²⁶. El índice de dominancia de Simpson, aumenta cuando la población estudiada es dominada por una o más especies, indicando una disminución de la diversidad²⁷.

$$D_{Sp} = 1 / (\sum p_i^2).$$

Donde pi: abundancia proporcional.

Shannon (H'): Expresa la heterogeneidad de la comunidad basado en la riqueza de especies y la distribución de las abundancias de cada una de ellas, los valores arrojados por el índice pueden variar entre 1,5 a 3,5, pero en ocasiones pueden alcanzar valores hasta de 4,5 a un poco más²⁸. Este índice puede verse fuertemente influenciado por las especies mas abundantes²⁹.

²⁵ SERRANO, Maryi. y LÓPEZ Carlos. Composición florística y dinámica sucesional de bosques primarios y secundarios de 1º y 2º año en tres zonas representativas del Valle Medio del Magdalena, Colombia. Colombia Forestal. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Proyecto curricular de Ingeniería Forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2007.

²⁶ MELO y VARGAS. Op. cit

²⁷ MAGURRAN, Ecological diversity and its measurement, citado por ROBLES, V. Carolina. Proyecto manejo y conservación de la flora. Caracterización de la diversidad y uso de la flora silvestre en el Municipio de Donmatías – Antioquia. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia Programa Conocimiento y Mejoramiento de los Recursos Naturales. Medellín: 2006.

²⁸ Ibid.

²⁹ VILLAREAL H., et.al. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogota: 2004. 236 p.

$$H' = \sum p_i * \log (n) * p_i$$

$$H'_{max} = \log S$$

$$P_i = n_i / N$$

Donde: H Max: Máximo valor posible de diversidad; S: Número total de especies; Pi: Proporción (abundancia relativa); ni: Número de individuos de cada especie; N: Número total de individuos de la subparcela.

Equidad o uniformidad (E): Los índices de equitabilidad se refieren a la característica de uniformidad frente a la cual los individuos son divididos entre las especies presentes. El valor de E está relacionado tanto a la homogeneidad como a la diversidad relativa³⁰

$$E = H' / H_{max}$$

Donde: H' max: Máximo valor posible de diversidad; H': Índice de Shannon.

Para el cálculo de diversidad Beta se aplican índices tales como: Jaccard y Sorenson.

Jaccard (C_j): Proporción del número de especies presentes en dos comunidades con relación al número total de especies que están presentes en cada comunidad (Ramos & Plonczak 2007).

$$C_j = j / a+b-j$$

³⁰ ARGENTINA. Secretaria de Minería de la Nación. (<http://www.mineria.gov.ar/ambiente/estudios/DCA/stacruz/z-3.asp>.)

Donde: a: número de especies en el ecosistema A; b: número de especies en el ecosistema B; número de especies compartidas por las comunidades.

Este índice varía de 0 – 1; valores cercanos a cero indican poca similaridad entre las parcelas muestreadas y valores cercanos a uno indican similaridad entre las mismas³¹.

Sorensen (C_s): En este, valores cercanos a 100%, indican ecosistemas con composiciones florísticas heterogéneas³².

$$C_s = (2c/a+b) \times 100$$

Donde: a: número de especies en el ecosistema A; b: número de especies en el ecosistema B; c: número de especies comunes en los ecosistemas A y B.

2.10 ESTRUCTURA HORIZONTAL

La estructura horizontal se refiere a la ocupación superficial de los árboles sobre el suelo³³. Estos autores agregan también que la estructura horizontal de un rodal queda bien representada por alguna distribución de frecuencias de DAP de los individuos que constituyen el rodal. Si bien la estructura horizontal puede ser representada por el área basal o la cobertura, éstas pueden definirse a partir de

³¹ ROBLES, V. Carolina. Proyecto manejo y conservación de la flora. Caracterización de la diversidad y uso de la flora silvestre en el Municipio de Donmatías – Antioquia. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia Programa Conocimiento y Mejoramiento de los Recursos Naturales. Medellín: 2006.

³² QUIRÓS, K. QUESADA, R. Composición florística y estructural de un bosque primario. Costa Rica : Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

³³ CORVALAN, V, Patricio y HERNANDEZ, P. Jaime. Estructura de rodal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento. Manejo de Recursos Forestales Cátedra de Dasometría. 2006.

las distribuciones diamétricas dada la proporcionalidad que existe entre estas variables. Otros autores como Gómez y Kees³⁴, resaltan a la estructura horizontal porque por medio de esta se puede inferir acerca de la madurez e importancia económica de los bosques o rodales.

A su vez Melo y Vargas³⁵, comentan que la estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Además de lo anterior, los autores agregan que esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.).

$$\mathbf{I.V.I. = N\% + F\% + G\%}$$

Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA): El índice de valor de importancia ampliado (IVIA) propuesto por Corredor, citado por Ramos y Plonczak, (2007)³⁶, se obtiene a partir del valor obtenido en el IVI más la información referente a la regeneración y la posición sociológica, lo que permite sintetizar la contribución fitosociológica de cada especie en la estructura horizontal y vertical de cada comunidad. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$\mathbf{IVIA = IVI + NR\% + FR\%}$$

³⁴ GÓMEZ, Carlos; KEES, Sebastián. Estructura y composición florística de un bosque alto explotado. Chaco : INTA Plaza, 2001.

³⁵ MELO y VARGAS. Op. cit

³⁶ CORREDOR. Silvicultura tropical. citado por RAMOS Y PLONCZAK, Dinámica sucesional del componente arbóreo luego de un estudio destructivo de biomasa en el bosque universitario San Eusebio, Mérida- Venezuela, 2007.

Donde: IVIA: Índice de valor de importancia ampliado; IVI: índice de valor de importancia; NR%: Abundancia de la regeneración natural relativa; FR%: Frecuencia relativa de la regeneración.

2.11 ANÁLISIS MULTIVARIADO DE COMPONENTES PRINCIPALES UTILIZANDO MATRIZ DE CORRELACIÓN

El análisis de componentes principales es básicamente una técnica que puede utilizarse como un paso previo a otros análisis como la agrupación de individuos, o como una herramienta de análisis exploratorio³⁷. Este análisis se realizó a partir de una matriz de correlaciones, ya que las variables consideradas no tienen las mismas unidades de medida.

La representación gráfica de las componentes se realiza por medio de los individuos y las variables, para ello se tiene una nube de puntos de individuos y una de variables³⁸. Para la nube de punto de individuos se tiene que:

- Individuos situados cerca del origen, indica que estos tienen poca relación con las componente graficadas.
- Individuos cercanos entre sí expresan su similitud de comportamientos para las variables consideradas, es decir que los individuos tienen valores cercanos en cada una de las respectivas variables.

³⁷ MELO, C. Omar; VARGAS, R. Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Ibagué: CRC, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 2003. pp.18-31.

³⁸ Ibid.

Para la nube de puntos de las variables: las variables se expresan como un vector y no como un punto; la longitud del vector expresa su grado de correlación con un determinado eje³⁹.

- La cercanía entre los puntos – variable indica el grado de correlación existente entre ellas.
- La cercanía de un punto variable respecto a un eje, expresa la correlación de esta con el eje, es decir, su contribución a la formación de dicho eje.

En el análisis de matriz de correlaciones se eligió aquellas componentes asociadas a valores característicos ≥ 1 , teniendo en cuenta que la varianza total esta dada por la sumatoria de estos valores.

2.12 ESTRUCTURA VERTICAL

Según Louman *et al.*, (2001)⁴⁰, la estructura vertical del bosque esta determinada por la distribución de los organismos, tanto plantas como animales, a lo alto de su perfil. Esta estructura responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones microambientales presentes en las diferentes alturas del perfil. A su vez Manzanero y Pinelo⁴¹, aducen que las estructuras totales en el plano vertical constituyen la organización vertical del bosque, y se definen como las distribuciones que presentan las masas foliares en el plano

³⁹ Ibid.

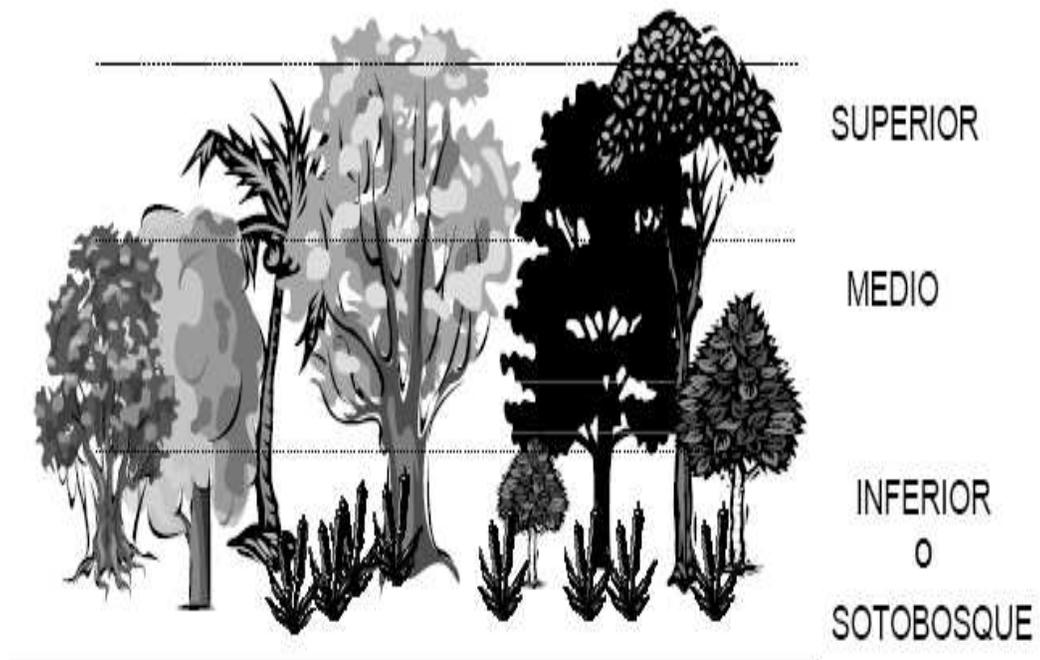
⁴⁰ LOUMAN *et al.*, Bases ecológicas. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2001

⁴¹ MANZANERO, M.; PINELO, G. Plan silvicultural en unidades de manejo forestal. Reserva de la Biosfera Maya, Petén. Serie técnica (No. 3.). Guatemala: WWF Centroamérica, PROARCA WWF, 2004.

vertical, o las distribuciones cuantitativas de las variables medidas en el plano vertical, tal como la altura.

Comúnmente en los bosques tropicales se suelen encontrar tres tipos de estrato dependiendo de la altura, pueden estar regularmente definidos; estos son superior (dosel), medio (subdosel) e inferior o sotobosque (Ver Figura 5).

Figura 5. Tipos de estratos de la vegetación



Fuente: Petit A. Judith

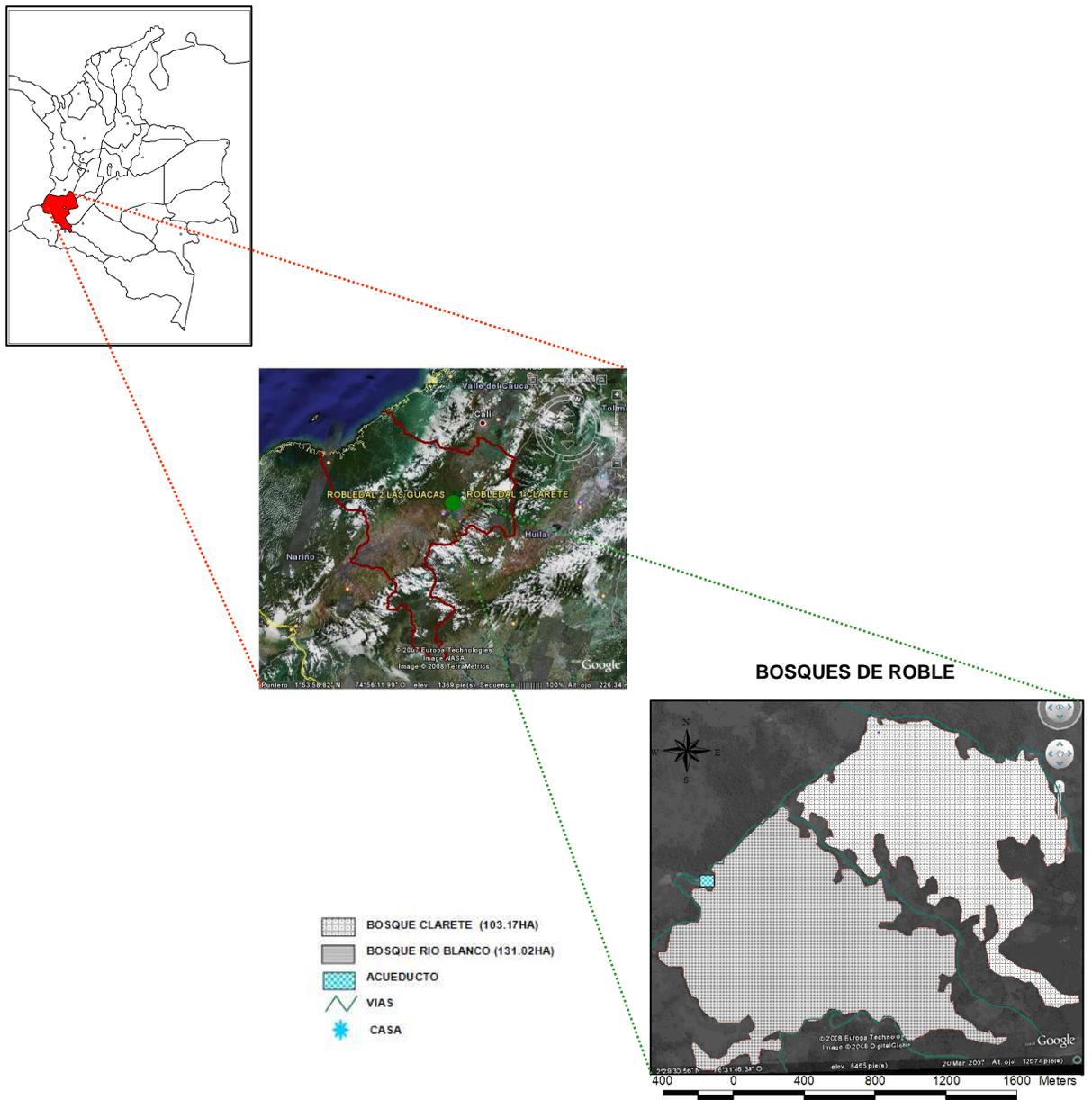
3. METODOLOGÍA

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en dos sitios del Municipio de Popayán, ubicados en la Vereda Clarete Alto con coordenadas $2^{\circ}29'56.13''\text{N}$ - $76^{\circ}31'39.72''\text{O}$, a 1986 m.s.n.m. y en la Vereda Las Guacas con coordenadas $2^{\circ}29'27.06''\text{N}$ - $76^{\circ}32'12.57''\text{O}$, a 1850 m.s.n.m, con una distancia entre ellos de 1,342 Km. El área total para el bosque Clarete fue 103.17 has., para el bosque Río Blanco fue 131.02 has. (Ver Figura 6).

Para definir las áreas de estudio, se trabajó con una imagen satelital NASA del año 2007, proveída por Google earth, donde se pudo establecer las convenciones principales del área de influencia de los bosques.

Figura 6. Ubicación área de estudio.

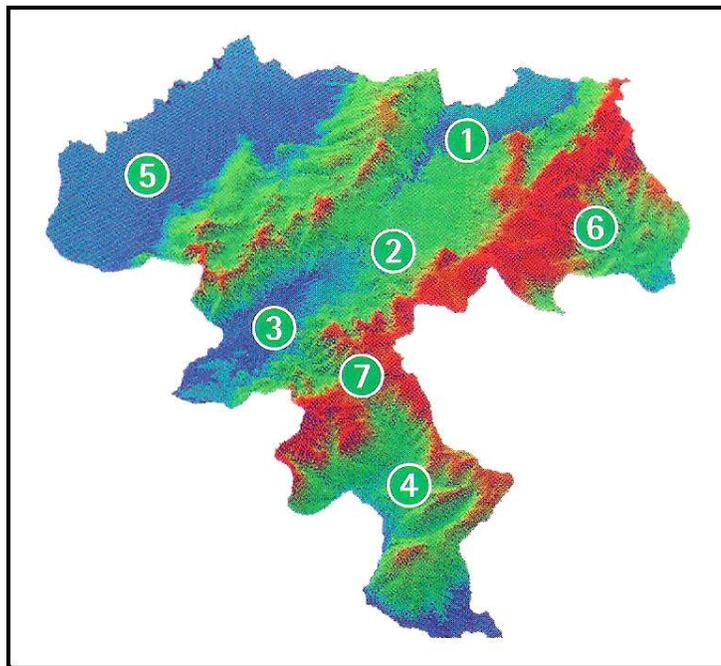


Fuente: Esta investigación

3.2 GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Departamento del Cauca según la Corporación Autónoma Regional del Cauca-CRC⁴², se caracteriza por ser heterogéneo desde el punto de vista biológico, social, cultural y económico; esta diversidad consiste entre otras en la ocurrencia de grandes ecoregiones, (Ver Figura 7); estas son: (1) Valle del Cauca, (2) Meseta de Popayán, (3) Valle del Patía, (4) Bota Caucana, (5) Llanura del Pacifico, (6) Corredor Andino y (7) Macizo Colombiano.

Figura 7. El Cauca y sus Ecoregiones.



Fuente: C.R.C. El Cauca Biosostenible, 2007.

⁴² CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA. El Cauca Biosostenible. Cartilla ambiental de la CRC. Dirección general oficina asesora de dirección. Programa de: Educación ambiental, Participación comunitaria y comunicaciones. Popayán: C.R.C, 2007.

La ecoregión sobre la cual se centró nuestro interés es la número (2), la meseta de Popayán.

Ecoregión Meseta de Popayán: según la Corporación Autónoma Regional del Cauca - CRC, (2007), esta ecoregion, como su nombre lo indica tiene forma de mesa y se caracteriza por presentar pequeñas colinas redondeadas, moldeadas por la presencia de mantos de ceniza volcánica originadas por la erupción de los volcanes Puracé y Sotará y entrecruzada por la acción del río Cauca. Se encuentra ubicada entre las cordilleras Occidental y Central. Limita al norte con el Valle del río Cauca y al sur con el Valle de río Patía. Su clima es templado, con temperaturas promedio entre 22 y 24°C, con dos periodos de lluvias durante el año, condiciones que favorecen la densidad pluvial más alta del departamento.

Se destaca la actividad agrícola por la producción de café orgánico, acompañado por la cultivos de plátano, cebolla, ajo, caña de azúcar, yuca, hortalizas, lulo, mora, guayaba, aguacate, maíz, entre otros. CRC⁴³.

Situación Actual: La situación actual ambiental rural de acuerdo con la Corporación Autónoma Regional del Cauca - CRC⁴⁴, refleja problemas, en cuanto a la subutilización de los suelos, ganadería extensiva, tala de bosques para leña, carbón y expansión de la frontera agropecuaria, pérdida de fauna asociada, contaminación del agua por uso de agroquímicos.

⁴³ Ibid.

⁴⁴ Ibid.

Además es preciso agregar la posición que presenta el Ministerio de Medio Ambiente al referirse a la meseta de Popayán como ecoregión, donde expone:

Los Problemas ambientales y conflictos sociales asociados a esta son: traslape entre Parques y Resguardos, degradación del suelo y pérdida de la cobertura vegetal.

Entre las potencialidades de la oferta natural para la meseta de Popayán están: belleza Paisajística, recurso hídrico y conectividad de ecosistemas.

Los objetivos y líneas de acción para la gestión es: manejo de áreas forestales, manejo adecuado de la ganadería intensiva y regímenes concertados de manejo.

3.2.1 Generalidades de la Zona de Clarete Alto

3.2.1.2 Situación Geográfica. La vereda Clarete, se encuentra ubicada dentro del Corregimiento de Las Piedras y se halla localizada en el Kilómetro 15 al Nororiente de la ciudad de Popayán sobre las cuencas del río Cauca y Palacé, limita al Norte con el municipio de Totoró, al Oriente con el corregimiento de Quintana, al Sur con el corregimiento de Santa Bárbara y por el Occidente con la ciudad de Popayán.

3.2.1.3 Vegetación. Con respecto a la vegetación, se nota gran intervención antrópica que ha llevado a la destrucción de esta. Paz, J. P. y Ospina, R.⁴⁵, expresan que la vegetación natural ha sido destruida; existen fragmentos de roble (*Quercus humboldtii*), yarumo (*Cecropia peltata*), mortiño (*Escallonia paniculada*), chilcos (*Baccharis sp.*), zarza (*Rubus fruticosus*), helechos (*Polypodium sp.*) y jiguas (*Ocothea sp.*). Además de lo anterior los mismos autores agregan que en la actualidad estas tierras están explotadas con cultivos de fique (*Furcraea bedinghausii*), maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*), trigo (*Triticum aestivum*), cebada (*Hordeum vulgare*), cebolla (*Allium fistulosum*) y ullucos (*Ullucus tuberosus*). También hay sectores en ganadería con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), yaraguá (*Melinis minutiflora*) y pastos naturales; existen pocas ganaderías que utilizan pastos de corte (elefante e imperial) (Ver Figura 8.)

El relieve es fuertemente quebrado, tiene cimas ligeramente redondeadas y pendientes rectas e irregulares, de 25-50-75% y mayores. Son suelos de drenaje natural bueno; erosión ligera a severa evidenciada por escurrimiento difuso, pata de vaca y soliflucción. La profundidad efectiva varía de superficial a muy profunda, limitada algunas veces por la roca continua⁴⁶.

⁴⁵ PAZ, J. P. y OSPINA, R. Estudio de las variables biológicas, ecológicas, sociales, culturales y económicas asociadas a la especie roble (*Quercus humboldtii*). Junta de Acción Comunal Vereda Clarete Alto. Popayán : Universidad del Cauca, CRC. 2006.

⁴⁶ Ibid.

Figura 8. Bosque Clarete



Fuente: Paz, J.P. (2006).

3.2.2 Generalidades de la Zona de las Guacas

3.2.2.1 Situación Geográfica. La vereda Las Guacas se encuentra ubicada al oriente del municipio de Popayán departamento del Cauca, en la margen izquierda de la cordillera central de los Andes, vigilada por el cerro de Pusna, los Coconucos y el volcán Puracé, la vereda las Guacas se encuentra a 14 kilómetros de la parte urbana, a 1800 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 18 °C.

Limita al Oriente con la vereda la laguna, al Occidente con la vereda los Llanos, al Norte con La Laguna y el Cabuyo, al Sur con la vereda Pisojé a través del río Cauca, al Nor-occidente con la Selva y al Sur-oriente a través del río Piedras con la vereda San Isidro.

3.2.2.2 Vegetación. Según el Plan de Ordenamiento y Manejo Integral Único y Concertado Subcuenca Río Las Piedras⁴⁷ (POMIUCSRP), la vegetación de la Vereda las Guacas consta de algunos potreros con pastos naturales, paja y ciertas praderas mejoradas y pastos, existencia de rastrojos. El bosque natural se encuentra a la orilla de los ríos, con especies como: Roble (*Quercus humboldtii*) y otras especies nativas (Ver Figura 9). De igual manera ha existido la deforestación, incendios y mal uso del suelo, sin embargo en la actualidad se han venido propiciando reforestaciones, manejo de praderas, con intervención de la Corporación Autónoma Regional del Cauca y Fundación Río Piedras, en esta zona en años pasados se extraía material de mina y roca muerta pero debido a las persecuciones y agrietamientos que comenzaron a presentarse en la parte alta, se

⁴⁷ FUNDACIÓN SUBCUENCA RÍO LAS PIEDRAS. Plan de Ordenamiento y manejo integral único y concertado. Subcuenca Río Las Piedras. Vol. "V". Vereda Las Guacas. Noviembre 11 de 2003.

suspendió la extracción de estos materiales, en la actualidad se está extrayendo material balastro y piedra del río Cauca.

Figura 9. Bosque Río Blanco.



Fuente: Esta investigación.

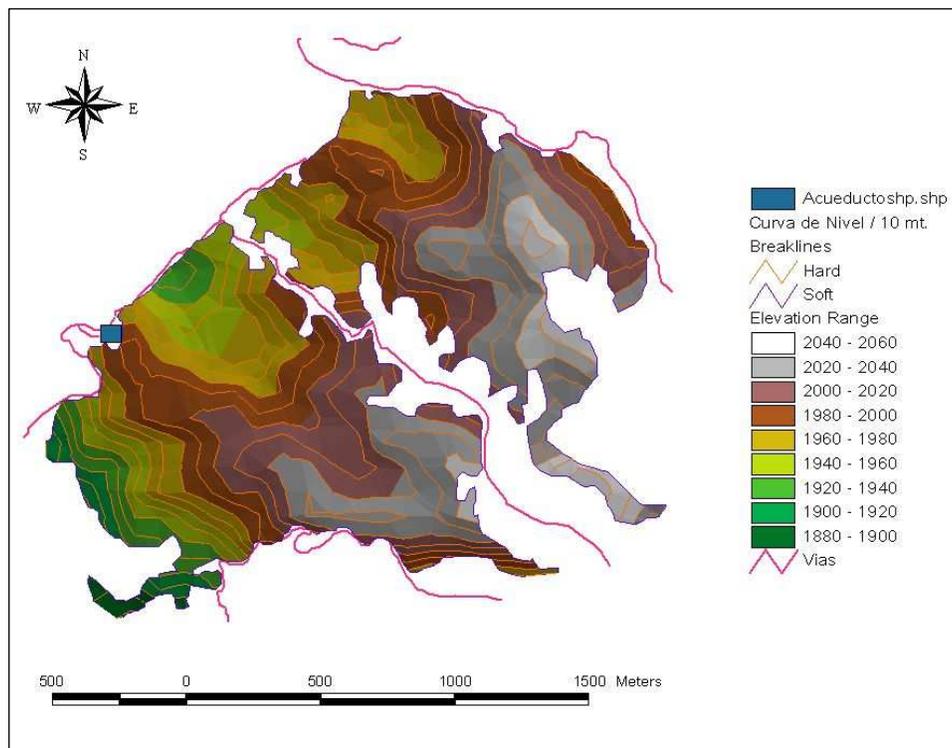
La actividad agrícola de esta zona se desarrolla en minifundios, siendo su principal cultivo el café (*Coffea arabica*), caña de azúcar (*Sacharum officinarum*), papa (*Solanum tuberosum*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), zapallo (*Cucurbita pepo*), yuca (*Manihot sculenta*), patata (*Solanum tuberosum*), plátano (*Musa ACUMINATA*), guineo (*Musa paradisiaca*), tomate de árbol (*Cyphomandra bfacea*), mora (*Rubus glaucus*), piña (*Ananas comosus*), aguacate (*Persea*

americana), limón (*Citrus lemon*), maíz (*Zea mays*), hortalizas, plantas medicinales, en esta parte también se encuentra guadua (*Guadua angustifolia*) y caña brava (*Bactris minorjag*).

La ganadería es mínima, se crían especies menores en forma muy rudimentaria y artesanal. Esta zona es escasa en nacimientos de agua y los que existen no están conservados, puesto que no tienen aislamientos, ni tratamiento alguno.

Ambos bosques fueron referenciados con respecto a variables como la pendiente, área y convenciones principales (Ver Figura 10).

Figura 10. Mapa de elevaciones de los bosques de estudio.

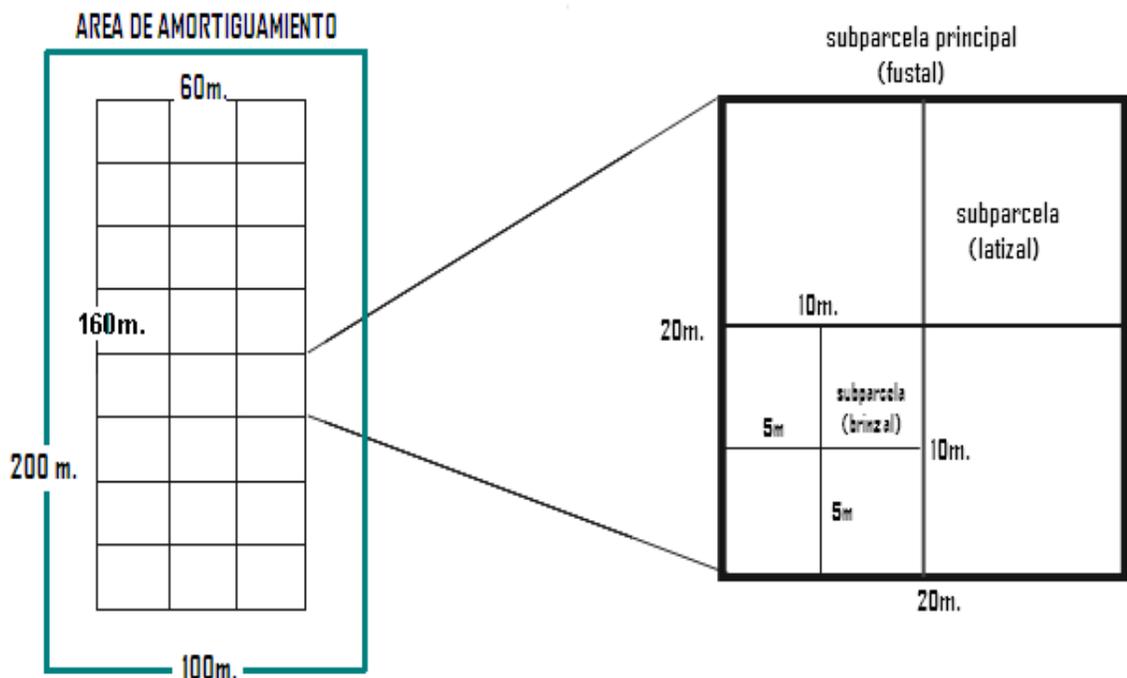


Fuente: Toro, O. y López, A. (2008).

3.3 TRABAJO DE CAMPO

El trabajo se llevó a cabo a partir de un muestreo aleatorio en dos fragmentos de bosque existentes en las veredas Clarete Alto y Las Guacas. En cada sitio se instaló una parcela de forma rectangular de 100x200 metros (2 ha), de los cuales 60x160 metros (0.96 ha.), correspondieron al área efectiva de medición; los otros 4800 m², (casi 0.5 ha), correspondieron al área de amortiguamiento de la parcela la cual será de 20 metros alrededor de la misma. (El diseño de la parcela se puede observar en la Figura 11).

Figura 11. Diseño de la parcela y subparcelas empleadas para la caracterización de bosque de roble, meseta de Popayán.



Fuente: Esta investigación.

En cada parcela se inscribieron 24 subparcelas de 20X20 (0.04 ha), dentro de las cuales se registró la vegetación ≥ 10 cm de DAP o categoría Fustal, vegetación < 10 cm. de DAP, y > 1 m de altura o categoría Latizal, además se registró vegetación de < 1 m de altura y > 40 cm o categoría brinzal. Para lo anterior se tuvo en cuenta los siguientes parámetros:

- Diámetro a La Altura del Pecho (DAP): La medición se realizó de manera específica y utilizando como instrumento la cinta diamétrica (Ver Figura 12).
- La Altura del Individuo (M): La altura es una variable que se debe tener en cuenta por su importancia, (Lema 1995; citado por Melo y Vargas, 2003)⁴⁸, la altura es la variable directa que junto con el diámetro normal o DAP, permite realizar modelaciones silviculturales importantes. Aún así, es difícil obtenerla en campo con buena precisión, por lo cual se recurre en la mayoría de casos a estimarla. La altura es una variable que se utiliza para la determinación del volumen, estudios de crecimiento, posición sociológica, estratificación y construcción de perfiles de vegetación. Igualmente en rodales homogéneos se utiliza para la determinación del índice de sitio.

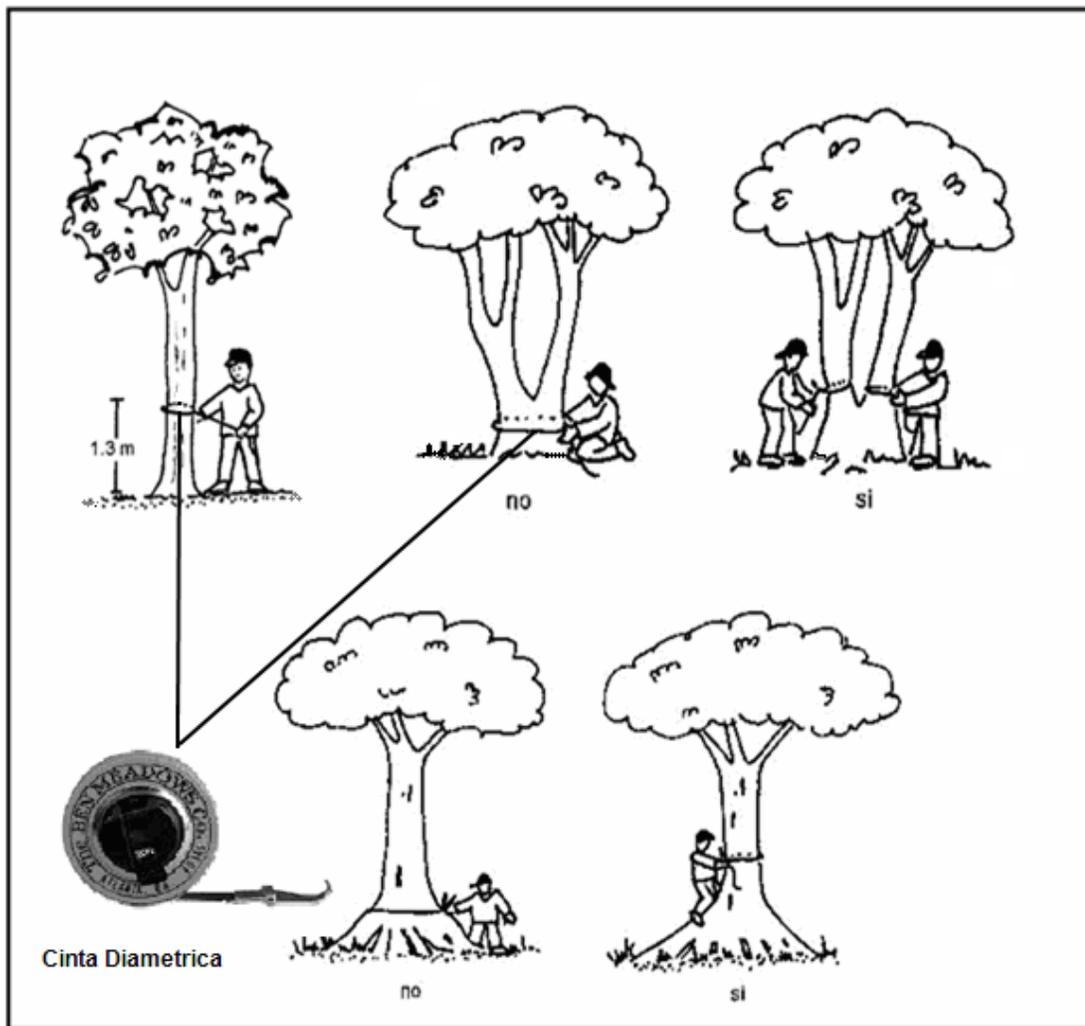
Para la medición de las alturas, se utilizan instrumentos que se basan en principios tanto geométricos como trigonométricos y se denominan Hipsómetros, estos tienen para cada toma un nivel de referencia (Lema, 1995; citado por Melo y Vargas, 2003)⁴⁹. En el presente trabajo, para obtener datos de la medición de alturas, se recurrió a estimaciones indirectas.

⁴⁸ LEMA. Dasometría. Algunas aproximaciones estadísticas a la medición forestal, citado por MELO, C. Omar; VARGAS, R. Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Ibagué: CRC, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 2003. pp.18-31.

⁴⁹ Ibid.

- Calidad de Fuste: Se estimó y se codificó mediante los valores entre 1 y 7, como se observa en la Figura 13, según Blaser⁵⁰, adaptado de Synnott, (1979)⁵¹; se evalúa:

Figura 12. Formas e instrumento de medir el DAP.

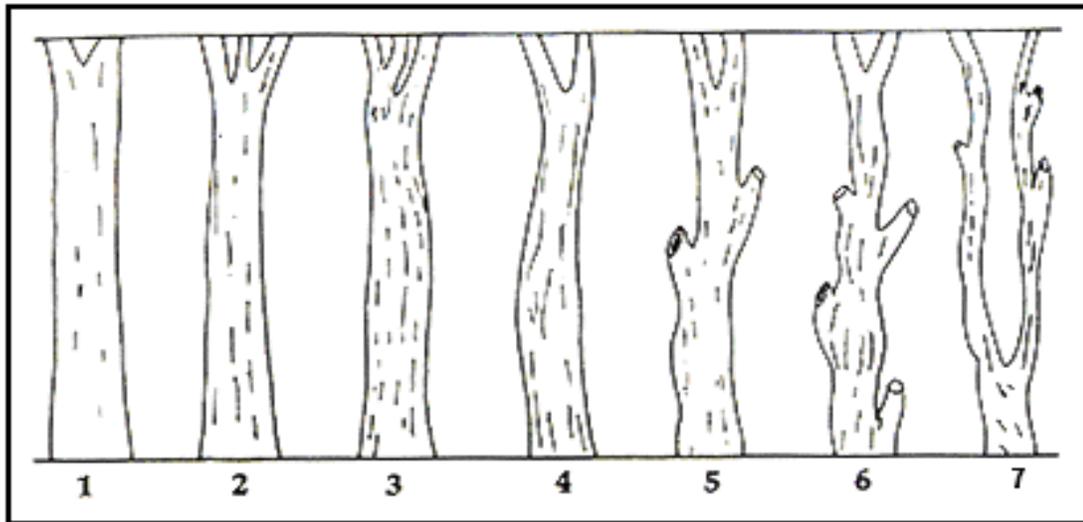


Fuente: Humboldt. Adaptado de “Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad”. 2004.

⁵⁰ BLASER, Jürgen. CAMACHO, Marlen. Estructura, composición y aspectos silviculturales de un Bosque de Roble (*Quercus spp.*) del piso montano en Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie técnica. Informe técnico. (Nº 185). Costa Rica : CATIE, 1991. 67p.

⁵¹ SYNNOTT, A. Manual of permanent plot procedures for tropical rain forest. BLASER J. 1984. El parámetro "Tendencia del árbol": una proposición para clasificar árboles cuantitativamente. El Chasqui (CR) 5-62Z-25.

Figura 13. Método de evaluación de calidad de fuste



Fuente: Blaser, 1984, adaptado de Synnott, 1979.

1. Fuste completamente recto y circular en las secciones; cilíndrico; sin defectos, la madera madura sirve para chapas torneadas; si está inmadura, da diámetros pequeños para mástiles y postes.
2. Fuste bien recto y cilíndrico, bastante circular en secciones; sin defectos. Parcialmente utilizable para chapas torneadas, mástiles y postes.
3. Fuste recto en la mayor parte de su longitud, generalmente cónico y parcialmente circular, sin defectos. Buena madera aserrada.
4. Fuste regular, más o menos recto en algunos metros más o menos circular, sin defectos importantes. Parcialmente utilizable para madera aserrada.

5. Fuste poco regular, de crecimiento ligeramente espiralado, algo torcido, bifurcado; sin defectos importantes. Posiblemente utilizable para madera de construcción.
6. Fuste de crecimiento espiralado, torcido, muy bifurcado, achaparrado. No utilizable para madera de uso comercial.
7. Sin clasificación (DAP>10 cm.).

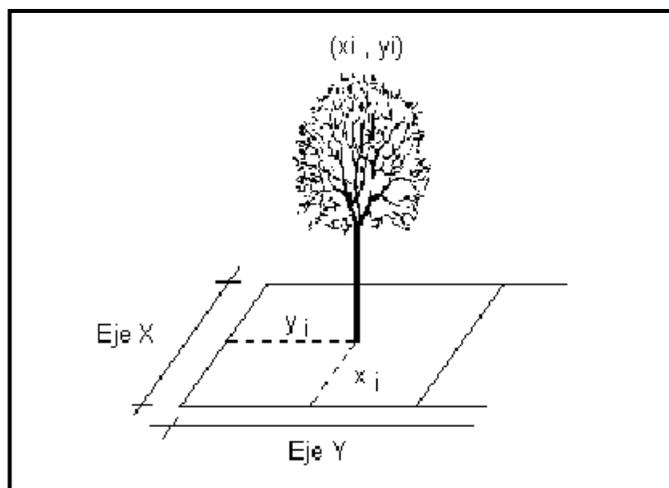
Para el presente estudio se adaptó la valoración de la forma de fuste a tres tipos; 1: Fuste completamente recto y circular en las secciones, cilíndrico, sin defectos; 2: Fuste regular, casi recto en algunos metros, más o menos circular, sin defectos importantes. 3: Fuste de crecimiento espiralado, torcido, muy bifurcado, achaparrado.

- Georeferenciación de Parcelas y Posición de los Individuos dentro de éstas: Para tener la ubicación de las parcelas a nivel geográfico o cartográfico se recurrió al uso de instrumentos de georeferenciación o geoposicionamiento, tales como el GPS (Global Positioning System). De acuerdo con Melo y Vargas⁵²; todos y cada uno de los individuos que cumplan con las condiciones establecidas para su medición, deberán ubicarse dentro de la unidad de monitoreo permanente o parcela, con base en coordenadas relativas, para lo cual se toma como base los ejes principales de la parcela. De esta manera se cuenta con dos ejes de referencia, que para efectos de captura de la información son definidos como ejes X y Y. Así, la posición del individuo sobre la parcela queda registrada como un punto ubicado en un plano cartesiano representado por los valores (xi, yi), (Ver Figura 14). Esta información es de gran

⁵² MELO y VARGAS. Op. cit

ayuda para el monitoreo de individuos en el bosque en el tiempo. Para el presente trabajo se utilizaron los ejes que limitaban las parcelas y subparcelas; tomando el límite horizontal como eje X y el límite vertical como eje Y.

Figura 14. Posición de un individuo dentro de una parcela, empleando coordenadas de referencia X y Y.



Fuente: Adaptado de Melo y Vargas, (2003).

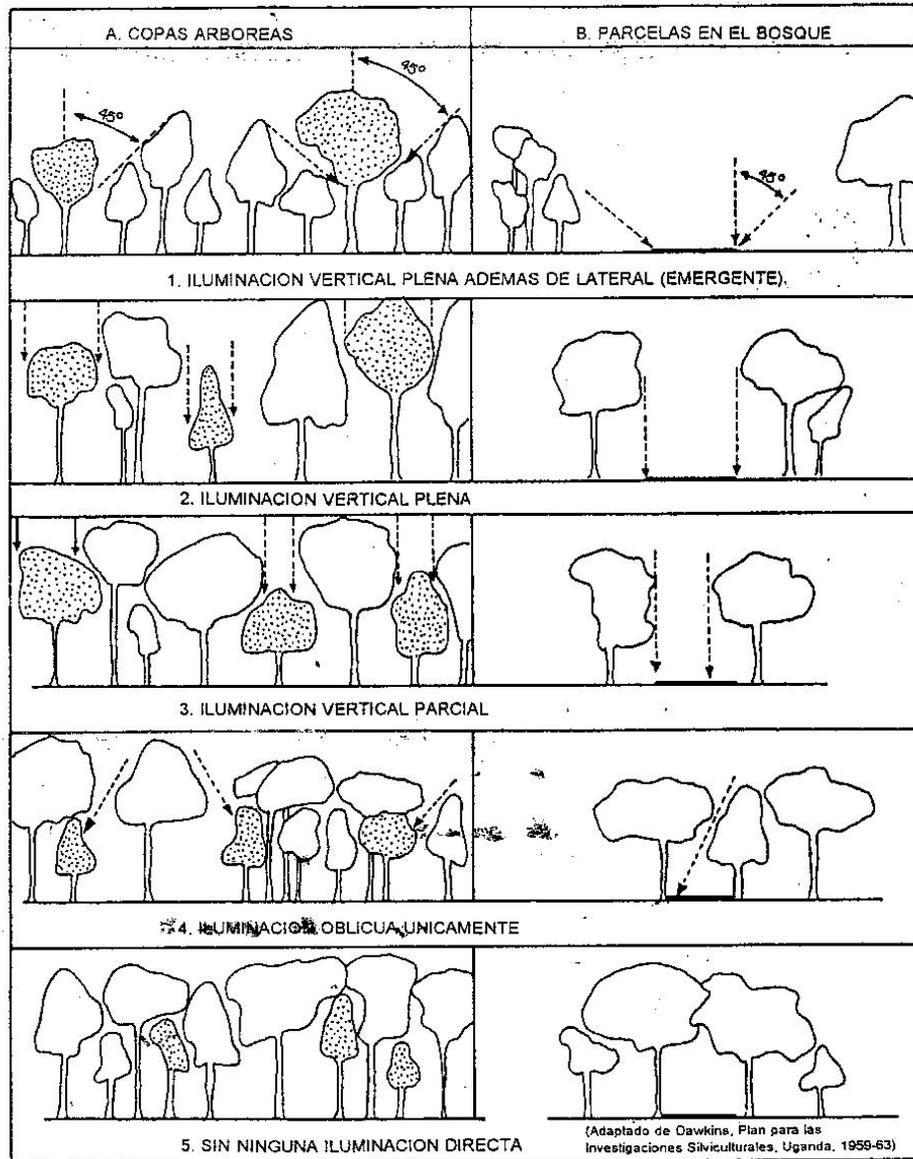
- Condición de Luz: Para ello se tuvo como referencia la Figura 15. La posición de copa en la iluminación se evaluó según los siguientes criterios (Dawkins, 1958) modificada por Hutchinson (1993)⁵³:

⁵³ HUTCHINSON, I. D. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie técnica. Informe técnico (Nº 204). Costa Rica: CATIE, 1993.

1. Emergente: una copa con plena exposición a la luz, tanto en la parte superior como lateral.
2. Plena luz superior: plena iluminación en la parte superior de la copa, pero con copas que impiden la llegada de la luz lateral.
3. Luz superior parcial: una copa con iluminación parcial en la parte superior.
4. Luz lateral parcial: una copa con iluminación en solo un lado.
5. Ausencia de luz directa: una copa que no tiene iluminación directa.

En las 24 subparcelas de 10X10 metros (0.01 ha) se evaluó la vegetación con $DAP \leq 10\text{cm}$ y altura ≥ 1.5 metros, en las 24 subparcelas de 5X5 metros (0.0025 ha) se evaluó la regeneración establecida, herbáceas grandes como helechos, heliconias y anturios. Además de lo anterior se tuvo en cuenta en el registro los árboles muertos, tanto en pie como sobre el suelo y los tocones de árboles que han sido aprovechados. En el proceso de reconocimiento o identificación taxonómica de las especies encontradas, se recurrió a la utilización de claves taxonómicas, y se evaluaron en herbario, para tal fin, se precisó de técnicas de montajes prensados (Ver Figura 16), para conservar la muestra con todos los atributos del individuo a identificar en los dos relictos de bosque roble.

Figura 15. Clases de iluminación

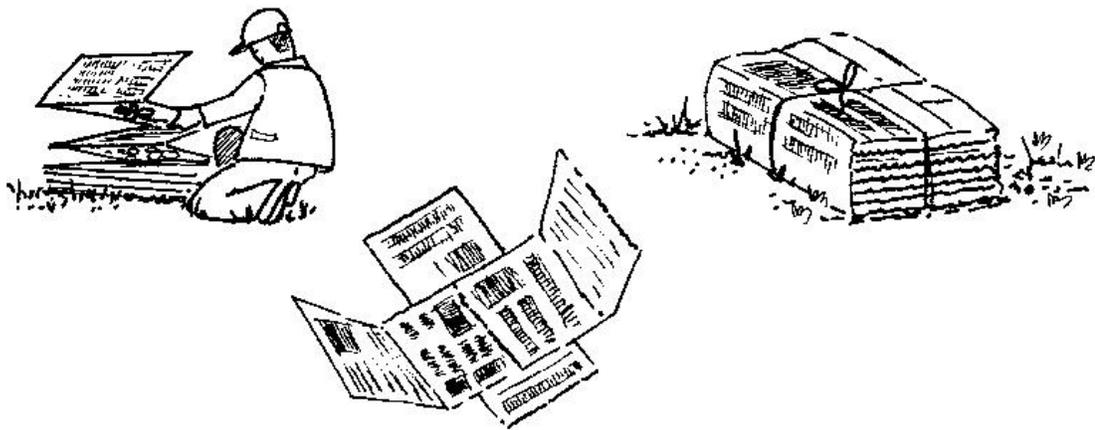


Fuente: Hutchinson, I. D. (1993).

Por el carácter de las parcelas de sitios permanentes de investigación, servirán para monitorear la dinámica de estos bosques en el largo plazo. Por lo anterior, cada individuo de la categoría ≥ 10 cm de DAP se localizó con su respectiva coordenada dentro de la parcela y se marcó con etiquetas de aluminio enumeradas.

Para tomar muestras en campo de individuos de difícil identificación, se procedió a realizar un montaje de los mismos en periódico, haciendo una prensa donde la muestra se dispuso de tal manera que sus cualidades se pudieran apreciar fácilmente, a estas se les aplicó alcohol al 96%, para su conservación (Ver Figura 16).

Figura 16. Colección de muestras para identificación en herbario.



Fuente: Instituto Alexander Von Humboldt. Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. 2004.

4. RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DEL MUESTREO

En el diseño del muestreo se trabajó con 24 subparcelas de 20x20m en ambos bosques, para una intensidad de muestreo de 0.9 y 0.7%.

El análisis estadístico del área basal (G) por hectárea arrojó un error de muestreo de 14% para el bosque Clarete y 11% para el bosque Río Blanco con una confiabilidad del 95%. Analizando estadísticamente el número de individuos por hectárea, se tuvo un error de muestreo de 12% para el bosque clarete y 10% para el bosque Río Blanco.

Lo anterior es admisible si se tiene en cuenta que para este tipo de estudios el error de muestreo debe ser <15%, lo cual indica que el esfuerzo de muestreo utilizado en los dos bosques de robles es representativo.

4.2 RIQUEZA, COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA

4.2.1. Riqueza. En los dos relictos de bosque estudiados se encontraron 34 especies en la categoría Fustal (> 10 cm. DAP); para el bosque Clarete, 26

especies y 24 especies para el bosque Río Blanco. Compartiendo entre sí 15 especies. El listado de especies reportadas se muestra en el Anexo 1.

En la categoría Latizal (> 1.5m de altura < 10 cm. DAP); en los dos relictos de bosque estudiados, se reportaron 52 especies; para el bosque Clarete, 41 especies y 38 especies en el bosque Río Blanco; con 27 especies en común para ambos bosques. El listado de especies se muestra en el Anexo 2.

Para la categoría Brinzal (> 40 cm. Y < 1.5 m de altura); en los dos relictos de bosque se encontraron 44 especies, para el bosque Clarete 32 especies y 34 especies en el bosque Río Blanco; con 22 especies en común. El listado de especies se muestra en el Anexo 3.

4.2.2. Composición. Las 34 especies reportadas en los dos bosques de roble en la categoría Fustal (> 10 cm. DAP); se agruparon en 31 géneros, y 24 familias. En el bosque Clarete se registraron 23 géneros, 22 especies y 20 Familias (Ver Anexo 4 y 6); en bosque Río Blanco, 21 géneros, 18 especies y 17 familias (Ver Anexo 5 y 6).

De las 52 especies reportadas en ambos bosques en la categoría Latizal (> 1.5m de altura < 10 cm. DAP); se agruparon en 44 géneros, y 35 familias. En el bosque Clarete se registraron 35 géneros, 28 especies y 28 familias (Ver Anexo 7); en el bosque Río Blanco, 34 géneros, 24 especies y 29 familias (Ver Anexo 8).

Las 44 especies reportadas en los dos bosques en la categoría Brinzal (> 40 cm. Y < 1.5m de altura); se agruparon en 37 géneros, y 27 familias. En el bosque Clarete se registraron 28 géneros, 21 especies y 25 Familias (Ver Anexo 9); en bosque Río Blanco, 30 géneros, 21 especies y 27 familias. (Ver Anexo 10).

4.2.3. Estructura. Para caracterizar la estructura de los dos relictos de bosque Roble (*Quercus humboldtii*), se procedió a evaluarlos desde su estructura horizontal y vertical.

4.2.3.1. Estructura Horizontal. Para evaluar la estructura horizontal de los dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*), se tuvo en cuenta parámetros tales como la abundancia de los individuos, la frecuencia, y su área basal o dominancia.

El bosque Clarete presentó 464 individuos por ha, con un promedio de 18 individuos por subparcela. El bosque Río Blanco registró 528 individuos por ha. y 21 individuos promedio por subparcela.

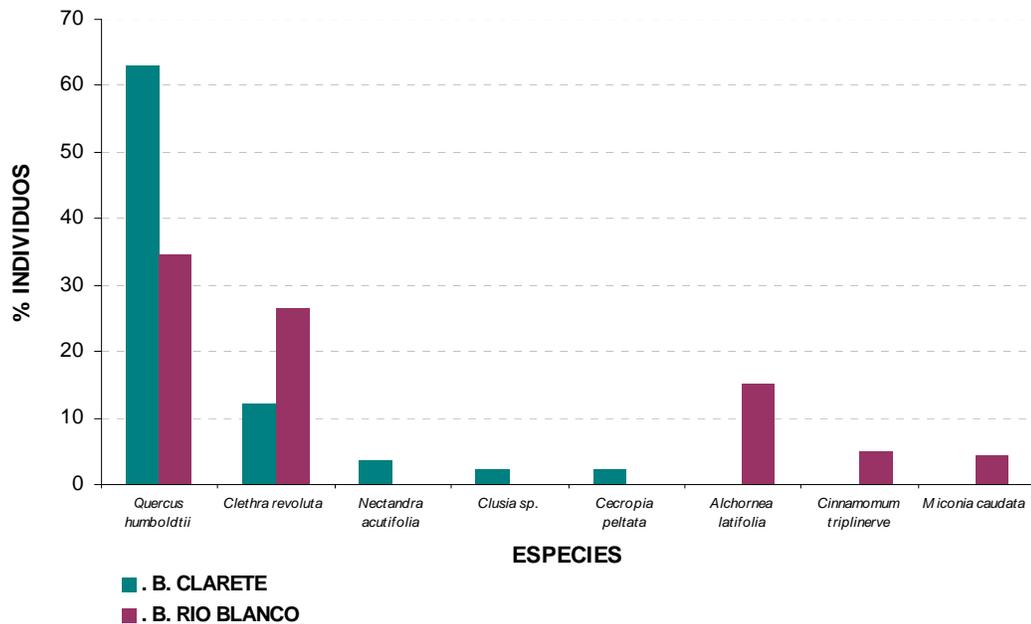
- Abundancia. En la categoría Fustal (>10 cm. DAP), las especies mas abundantes para el bosque Clarete fueron: *Quercus humboldtii* 62,9%, *Clethra revoluta* 12,1%, *Nectandra acutifolia* 3,6%, *Clusia sp.* 2,5% y *Cecropia peltata* 2,2%; Para el bosque Río Blanco, las especies mas abundantes fueron: *Quercus humboldtii* 34,5%, *Clethra revoluta* 26,6%, *Alchornea latifolia* 15%, *Cinnamomum triplinerve* 4,9% y *Miconia caudata* 4,3% (Ver Cuadro 1, Figura 17, Anexo 11.)

Cuadro 1. Especies más abundantes en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20m (400m²).

Nombre científico	% Individuos	
	Clarete	Río blanco
<i>Quercus humboldtii</i>	63	35
<i>Clethra revoluta</i>	12	27
<i>Nectandra acutifolia</i>	4	-
<i>Clusia sp.</i>	2	-
<i>Cecropia peltata</i>	2	-
<i>Alchornea latifolia</i>	-	15
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	-	5
<i>Miconia caudata</i>	-	4

Fuente: Esta investigación

Figura 17. Especies más abundantes en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20m (400m²).



Fuente: Esta investigación

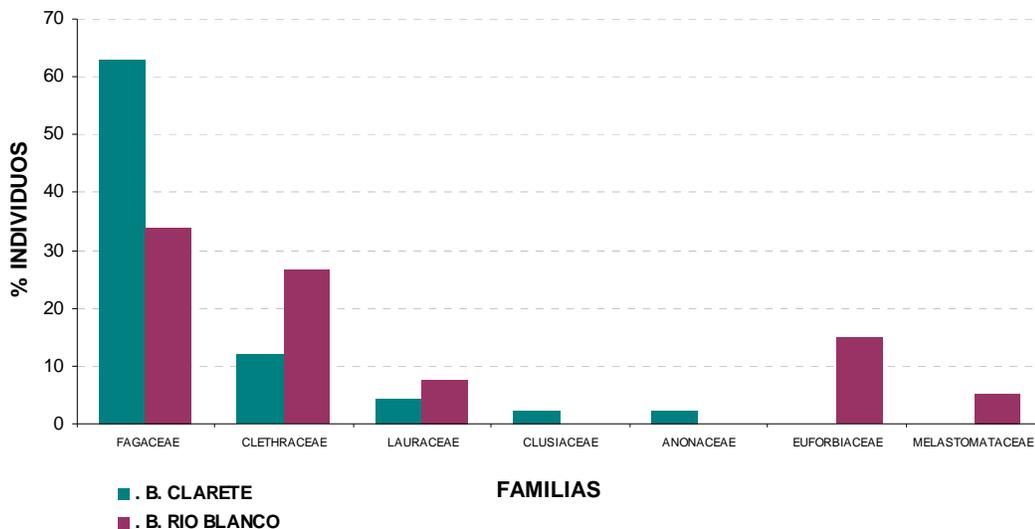
Las familias más abundantes en la categoría fustal para el bosque Clarete fueron: Fagaceae 63%, Clethraceae 12%, Lauraceae 5%, Clusiaceae 3% y Cecropiaceae 2%; y para el bosque Río Blanco, las familias más abundantes fueron: Fagaceae 34%, Clethraceae 27%, Lauraceae 8%, Euforbiaceae 15% y Melastomataceae 5% (Ver Cuadro 2, Figura 18.).

Cuadro 2. Familias más abundantes de individuos en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20m (400m²).

Familia	% Individuos	
	Clarete	Riό blanco
Fagaceae	63	34
Clethraceae	12	27
Lauraceae	5	8
Clusiaceae	3	-
Cecropiaceae	2	-
Euforbiaceae	-	15
Melastomataceae	-	5

Fuente: Esta investigación

Figura 18. Familias más abundantes encontradas en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m²).



Fuente: Esta investigación

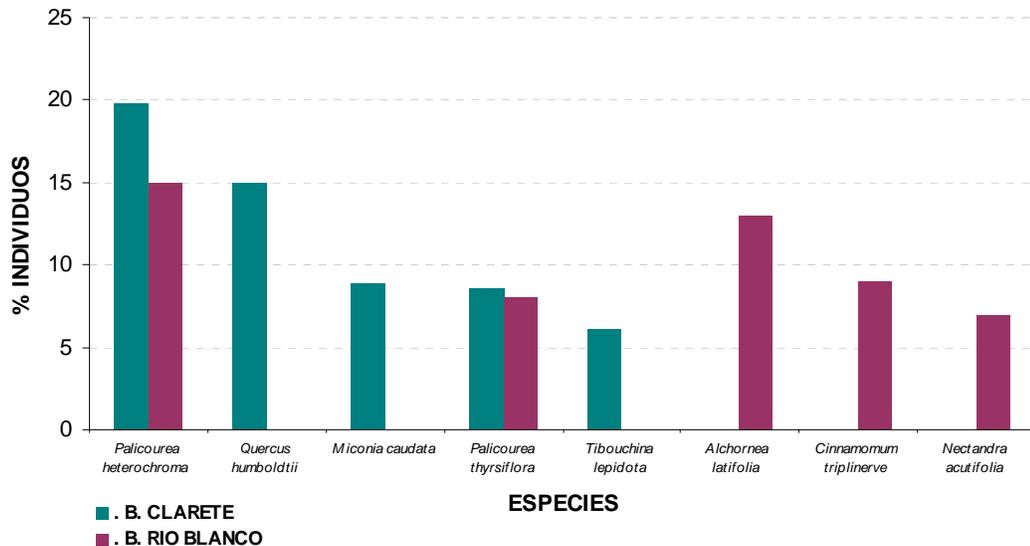
En la categoría Latizal (> 1.5m de altura < 10cm. DAP); las especies más abundantes para el bosque Clarete fueron: *Palicourea heterochroma* 20%, *Quercus humboldtii* 15%, *Miconia caudata* y *Palicourea thyrsoiflora* 9%, y *Tibouchina lepidota* 6%; Para el bosque Río Blanco, las especies más abundantes fueron: *Palicourea heterochroma*, 15%, *Alchornea latifolia* 13%, *Cinnamomum triplinerve* 9%, *Palicourea thyrsoiflora* 8%, y *Nectandra acutifolia* 7% (Ver Cuadro 3, Figura 19, Anexo 12).

Cuadro 3. Especies más abundantes en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 1.5 m de altura < 10 cm. DAP (Latizal), datos reportados en 24 subparcelas de 10x10m (100m²).

Nombre científico	% Individuos	
	Clarete	Río blanco
<i>Palicourea heterochroma</i>	20	15
<i>Quercus humboldtii</i>	15	-
<i>Miconia caudata</i>	9	-
<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	9	8
<i>Tibouchina lepidota</i>	6	-
<i>Alchornea latifolia</i>	-	13
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	-	9
<i>Nectandra acutifolia</i>	-	7

Fuente: Esta investigación

Figura 19. Especies más abundantes dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 1.5 m de altura < 10 cm. DAP (Latizal), datos reportados en 24 subparcelas de 10x10 m (100 m²).



Fuente: Esta investigación

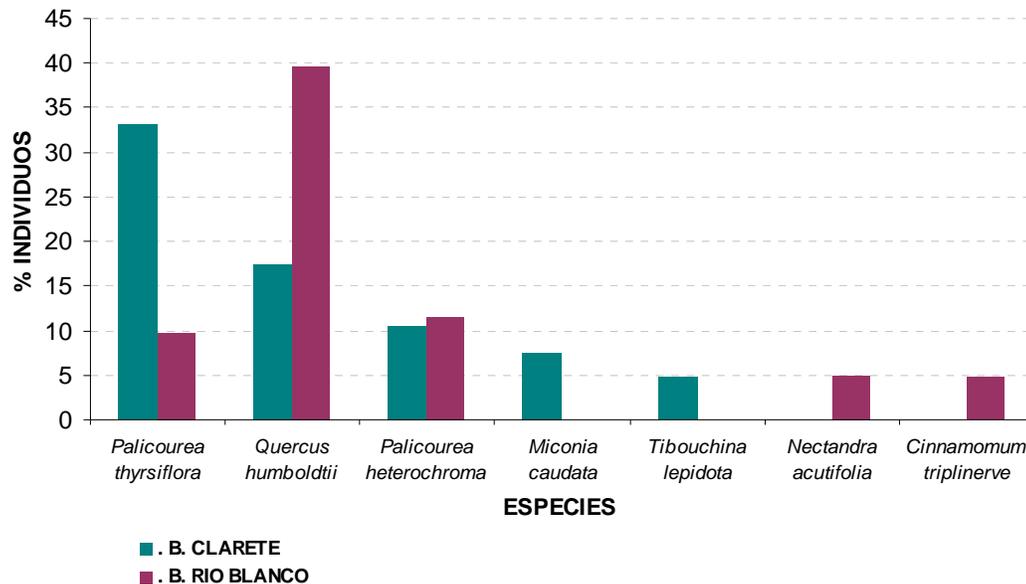
En la categoría Brinzal (> 40cm. Y < 1.5m de altura); las especies mas abundantes para el bosque Clarete fueron: *Palicourea thyrsoiflora* 33%, *Quercus humboldtii* 17%, *Palicourea heterochroma* 11%, *Miconia caudata* 8% y *Tibouchina lepidota* 5%; Para el bosque Río Blanco, las especies mas abundantes fueron: *Quercus humboldtii* 40%, *Palicourea heterochroma* 11%, *Palicourea thyrsoiflora* 10%, *Nectandra acutifolia* y *Cinnamomum triplinerve* 5% (Ver Cuadro 4, Figura 20, Anexo 13.).

Cuadro 4. Especies más abundantes en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 40 cm. Y < 1.5 m. de altura (Brinzal), datos reportados en 24 subparcelas de 5x5m (25m²).

Nombre científico	% Individuos	
	Clarete	Río Blanco
<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	33	10
<i>Quercus humboldtii</i>	17	40
<i>Palicourea heterochroma</i>	11	11
<i>Miconia caudata</i>	8	-
<i>Tibouchina lepidota</i>	5	-
<i>Nectandra acutifolia</i>	-	5
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	-	5

Fuente: Esta investigación

Figura 20. Especies más abundantes en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 40 cm. y < 1.5 m de altura (Brinzal), datos reportados en 24 subparcelas de 5x5 m (25 m²).



Fuente: Esta investigación

- Frecuencia: Dentro de la estructura horizontal la frecuencia es un parámetro cualitativo y cuantitativo útil para determinar la heterogeneidad u homogeneidad de un sitio, la frecuencia suele representarse por medio de histogramas. Según Lamprecht, citado por Melo y Vargas⁵⁴; los histogramas de frecuencia con valores altos en las clases IV - V y valores bajos en I - II, indican la existencia de una composición florística homogénea o parecida, mientras que altos valores en las clases I - II, indican una heterogeneidad florística acentuada.

⁵⁴ LAMPRECHT, Silvicultura en los trópicos, citado por MELO, C. Omar; VARGAS, R. Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Ibagué: CRC, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 2003. pp.18-31.

Partiendo de lo anterior y en concordancia con lo que expone Melo y Vargas⁵⁵; las clases I - II, muestran porcentajes altos para ambos bosques (Ver Cuadro 5.)

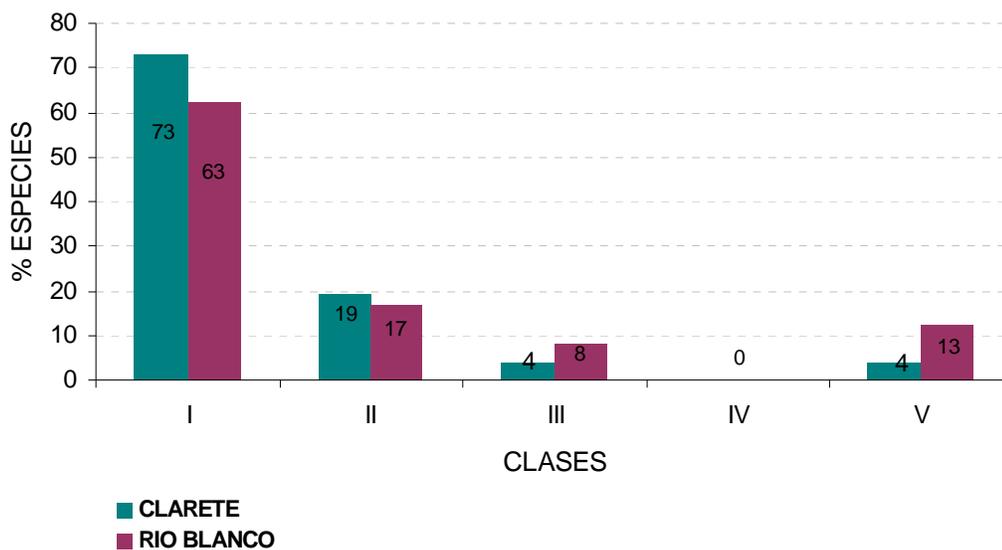
Cuadro 5. Clases frecuencia de especies reportadas en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20m (400m²).

Clase	Intervalos	Clarete	Río blanco
		% Especies	
I	0 - 4,6	73	63
II	4,6 - 9,2	19	17
III	9,2 - 13,8	4	8
IV	13,8 - 18,4	0	0
V	18,4 - 23	4	13

Fuente: Esta investigación

⁵⁵ MELO y VARGAS. Op. cit

Figura 21. Distribución de frecuencia para especies reportadas en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400m²).



Fuente: Esta investigación

Según la Figura 21, se determinó que los bosques de Clarete y Río Blanco, presentan alta heterogeneidad, debido a que la mayoría de especies 73 y 63% respectivamente se concentra en la clase de frecuencia I, clase que indica mayor heterogeneidad; a diferencia de la clase de frecuencia IV con 0% para ambos bosques y la clase V con 4 y 13% correspondientemente; que son las clases que indican menor heterogeneidad del bosque.

- Dominancia. El área basal del bosque Clarete fue 16,5m² /ha y el área basal de la especie *Quercus humboldtii* fue de 11,02 m²/ha, lo que equivale al 40% del área basal total de este bosque. El bosque Río Blanco presentó un área basal de 19.54 m²/ha y la especie *Quercus humboldtii* 11.43 m²/ha, lo que equivale al 37% del área basal total de este bosque. Dado lo anterior la especie *Q. humboldtii* se encuentra representando el 77% del área basal total de ambos bosques.
- Índice de valor de importancia (IVI). En el bosque Clarete, el mayor IVI fue para la especie *Quercus humboldtii* (153,27), seguidas están las especies: *Clethra revoluta* (36,65), *Nectandra acutifolia* (14,24), *Cecropia peltata* (10,65), *Hedyosmun bomplandianum* (9,76); estas especies representaron el mayor peso ecológico para este bosque; conformando el 74,9% del total del IVI (Ver Cuadro 6) (Anexo 4).

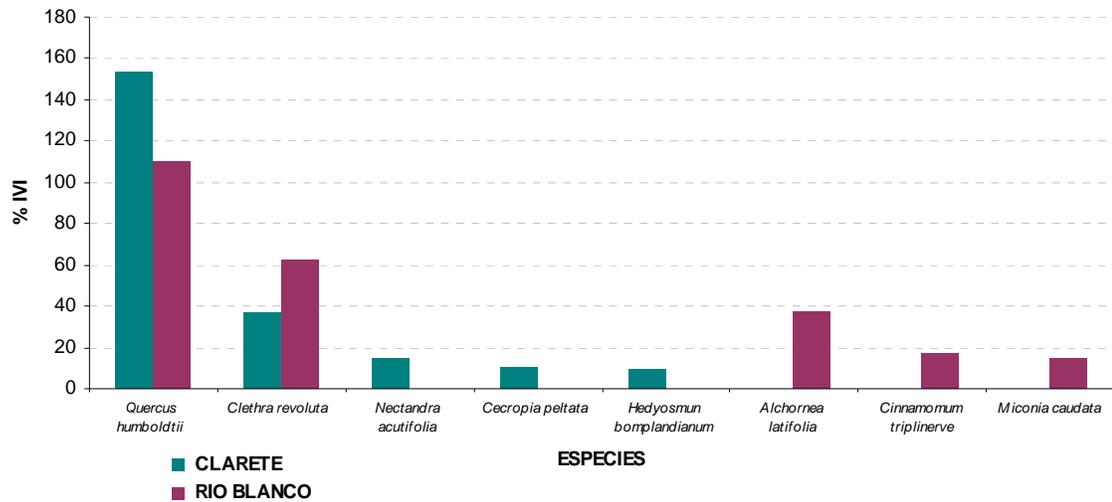
Las especies de mayor peso ecológico para el bosque Río Blanco, fueron: *Quercus humboldtii* (110,06), seguidas están las especies: *Clethra revoluta* (61,88), *Alchornea latifolia* (37,77), *Cinnamomum triplinerve* (16,97), *Miconia sp.* (14,73) (Anexo 5), las anteriores especies conforman el 80,5% del IVI total para este bosque (Ver Cuadro 6 y Figura 22).

Cuadro 6. IVI para las especies de mayor peso ecológico en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m²).

Nombre científico	IVI	
	Clarete	Río Blanco
<i>Quercus humboldtii</i>	153,27	110,06
<i>Clethra revoluta</i>	36,65	61,88
<i>Nectandra acutifolia</i>	14,24	-
<i>Cecropia peltata</i>	10,65	-
<i>Hedyosmun bomplandianum</i>	9,76	-
<i>Alchornea latifolia</i>	-	37,77
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	-	16,97
<i>Miconia caudata</i>	-	14,73

Fuente: Esta investigación

Figura 22. IVI para especies con mayor peso ecológico en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m. (400 m²).



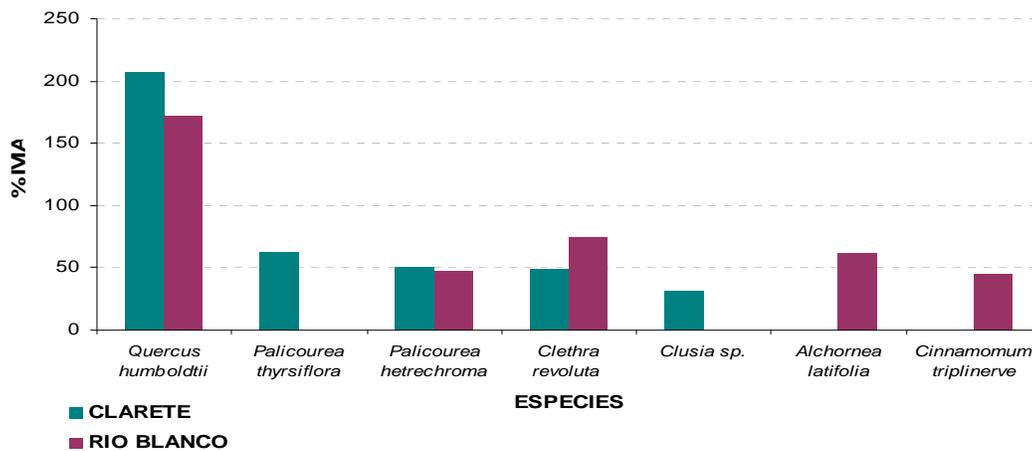
Fuente: Esta investigación

Cuadro 7. IVIA para especies de mayor peso ecológico en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m. (400 m²).

Especies	% IVIA	
	Clarete	Río Blanco
<i>Quercus humboldtii</i>	207,41	171,9
<i>Palicourea thyrsoflora</i>	62,85	-
<i>Palicourea hetrechroma</i>	50,41	47,4
<i>Clethra revoluta</i>	49,29	74,2
<i>Clusia sp.</i>	31,48	-
<i>Alchornea latifolia</i>	-	61,6
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	-	45,4

Fuente: Esta investigación

Figura 23. IVIA para especies de mayor peso ecológico en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m. (400 m².)



Fuente: Esta investigación

- Índice de valor de importancia ampliado (IVIA). Según el valor del IVIA (Cuadro 7), las cinco especies más importantes para el bosque Clarete fueron: *Quercus humboldtii* (207.41), *Palicourea thyrsoiflora* (62.85), *Palicourea hetrechroma* (50.41), *Clethra revoluta* (49.29), *Clusia sp.* (31.48); y para el bosque Río Blanco fueron: *Quercus humboldtii* (171.9), *Palicourea hetrechroma* (47.4), *Clethra revoluta* (74.2), *Alchornea latifolia* (61.6) y *Cinnamomum triplinerve* (45.4) (Ver Figura 23 y Anexo 14).

- Distribución Diamétrica. Para evaluar la distribución diamétrica se procedió a clasificar el DAP en seis clases o intervalos y se registraron los individuos presentes en cada clase.

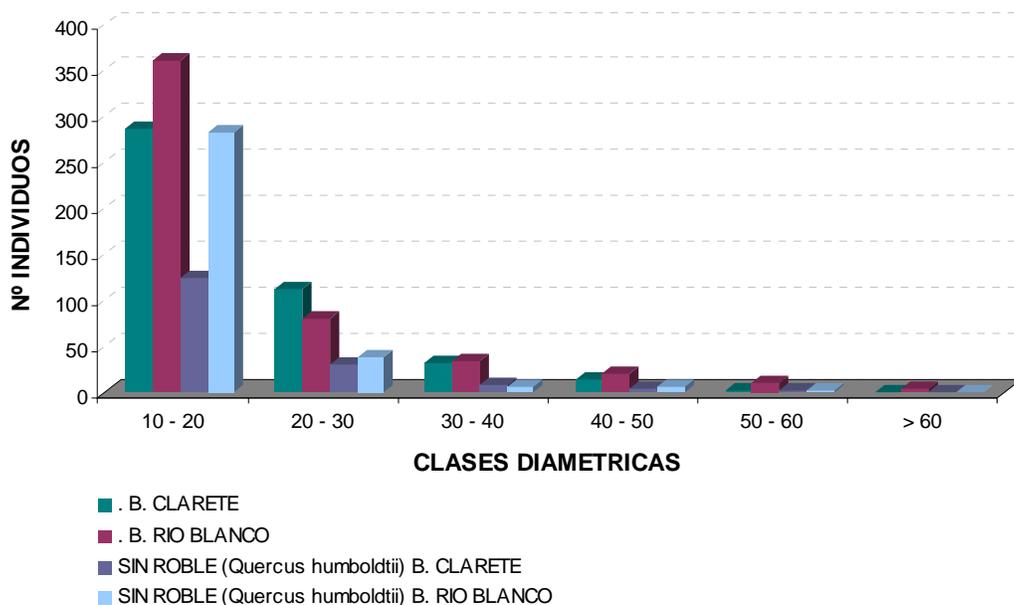
Cuadro 8. Distribución de individuos por clase diamétrica (en cm.) para dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m²).

Clases diamétricas (cm.)	Nº Individuos Totales		Sin Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)	
	Clarete	Río blanco	Clarete	Río blanco
10 - 20	286	361	124	282
20 - 30	112	80	29	37
30 - 40	32	34	7	6
40 - 50	14	19	4	5
50 - 60	1	9	1	2
> 60	0	4	0	0

Fuente: Esta investigación

Para el caso de los dos relictos de bosques de Roble estudiados se encontró que: estos presentan un alto número de individuos en las clases de 10-20 cm de DAP y una baja cantidad en las clases mayores a 40cm, (Ver Cuadro 8, Figura 24).

Figura 24. Distribución de los individuos por clases diamétricas (DAP) para dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m. (400 m²).



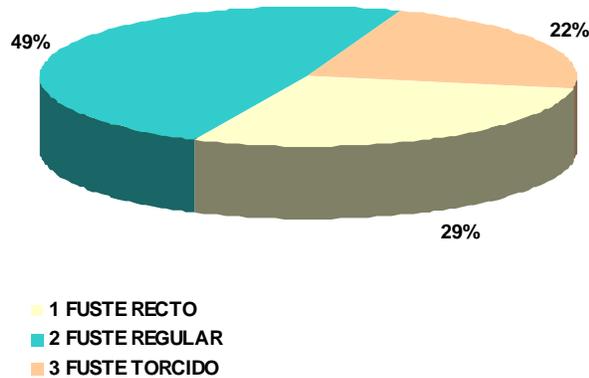
Fuente: Esta investigación

Según la Figura 24, ambos relictos de bosque, con la especie *Quercus humboldtii* y sin esta, presentan una tendencia de jota invertida (j); con este tipo de tendencia se infiere que los relictos pertenecen a bosques secundarios disetaneos. La especie *Quercus humboldtii* representa el 43% de los individuos con respecto a la clase de 10-20cm de DAP.

- Forma de fuste. Para la evaluación del tipo o calidad de fuste en los dos bosques de roble (*Quercus humboldtii*) se procedió a valorar los individuos partir de 3 tipos: 1: Fuste completamente recto; 2: Fuste regular, casi recto; 3: Fuste torcido o muy bifurcado.

Los individuos de ambos bosques presentaron mayor proporción de fustes de calidad tipo 2 (49%), seguido tipo de fuste 1 (29%) y tipo de fuste 3 (22%); con esto se puede decir que ambos bosques en general presentan una elevada proporción de individuos con un buen potencial de madera aprovechable. (Ver Figura 25).

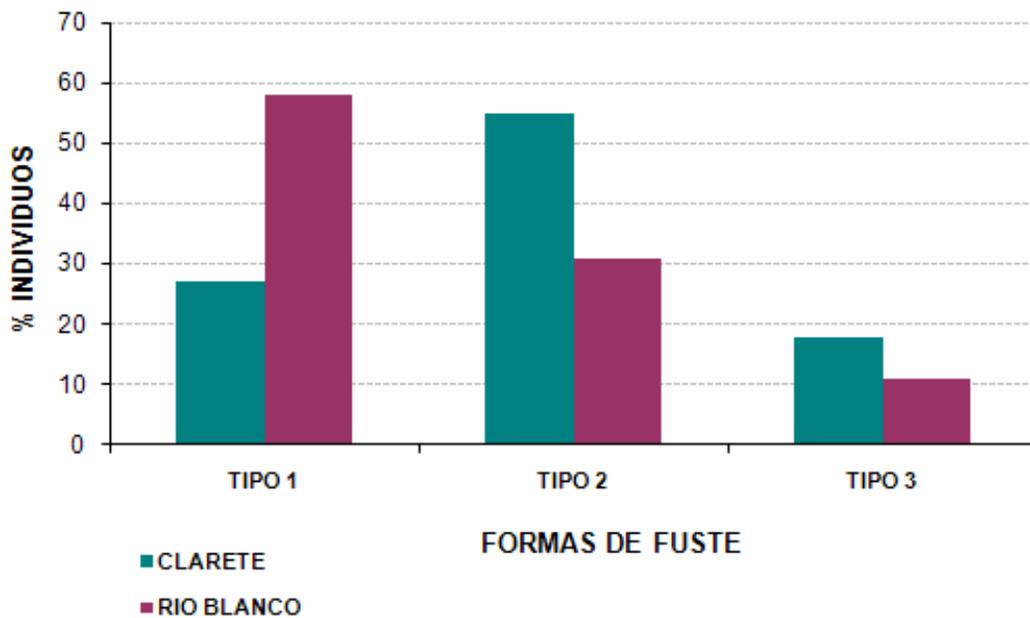
Figura 25. Formas de fuste para dos bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m².)



Fuente: Esta investigación

Con relación a la Figura 26, la especie *Quercus humboldtii* en el bosque Clarete presentó la mayor proporción de individuos (55%) con tipo de fuste 2 (Fuste regular, casi recto). El bosque Río blanco presentó mayor porcentaje de robles (58%) con tipo de fuste 1 (Fuste completamente recto). Para ambos bosques el roble presenta unas cualidades físicas comercialmente aceptables.

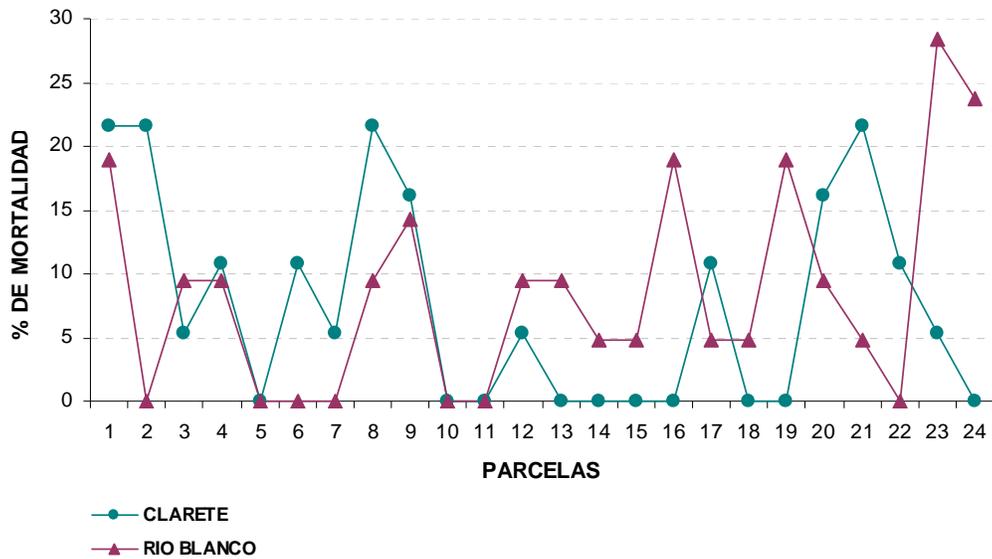
Figura 26. Formas de fuste para individuos de roble en dos bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m. (400 m²).



Fuente: Esta investigación

- Índice de Mortalidad. Para determinar el índice de mortalidad de individuos en ambos bosques, se procedió a calcular el porcentaje de árboles muertos por subparcela, con respecto al número promedio de individuos presentes en cada una.

Figura 27. Curva de mortalidad para individuos en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca.



Fuente: Esta investigación

Según la Figura 27. Para ambos bosques la mortalidad no supera el 28.4%. El bosque Clarete presentó mayor frecuencia de mortalidad alta, mientras que en el bosque Río Blanco mostró un mayor número de individuos muertos.

- Análisis Estadístico Multivariado. Para llevar a cabo este análisis se utilizó el programa MINITAB 14 ®, con el cual se cotejó un análisis estadístico de componentes principales.

Cuadro 9. Análisis estadístico de componentes multivariado en dos relictos de bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Categoría fustal.

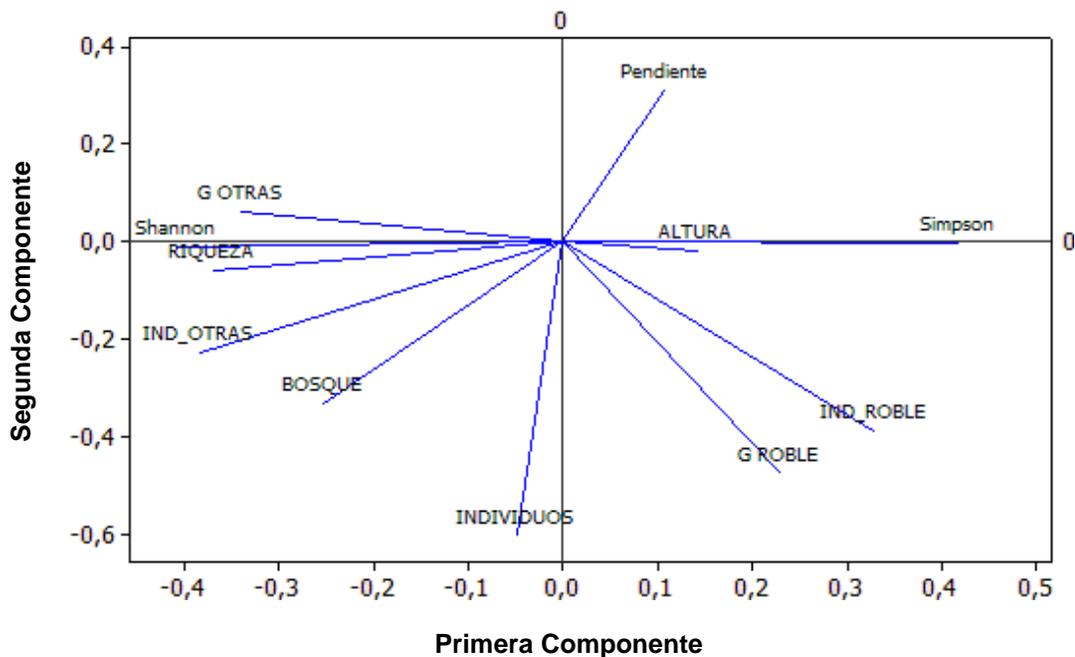
Pc*	Valor propio	Proporción	Acumulado
1	5.1770	0.471	0.471
2	2.0267	0.184	0.655
3	1.4137	0.129	0.783
4	0.9269	0.084	0.868
5	0.5222	0.047	0.915
6	0.4325	0.039	0.954
7	0.2248	0.020	0.975
8	0.1344	0.012	0.987
9	0.0914	0.008	0.995
10	0.0498	0.005	1.000
11	0.0006	0.000	1.000

* **PC.** Componente Principal

Fuente: Esta investigación

Para los dos bosques de roble (*Quercus humboldtii*), considerando la categoría fustal, la matriz de correlación de valores propios, según el análisis de componentes principales, mostró que con la primera componente se explica ya un 47% de variabilidad, que en comparación con las otras componentes es una cantidad considerable para explicar las variables del conjunto de datos. Con tres componentes acumuladas se explica ya un 78% de la variabilidad total. El número de componentes a retener depende de la cantidad de varianza que expliquen, en este caso con las tres primeras componentes, ya sería suficiente para el análisis de componentes (Ver Cuadro 9).

Figura 28. Variables de respuesta para dos relictos de bosque de roble (*Quercus humboldtii*), en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. En la categoría Fustal.

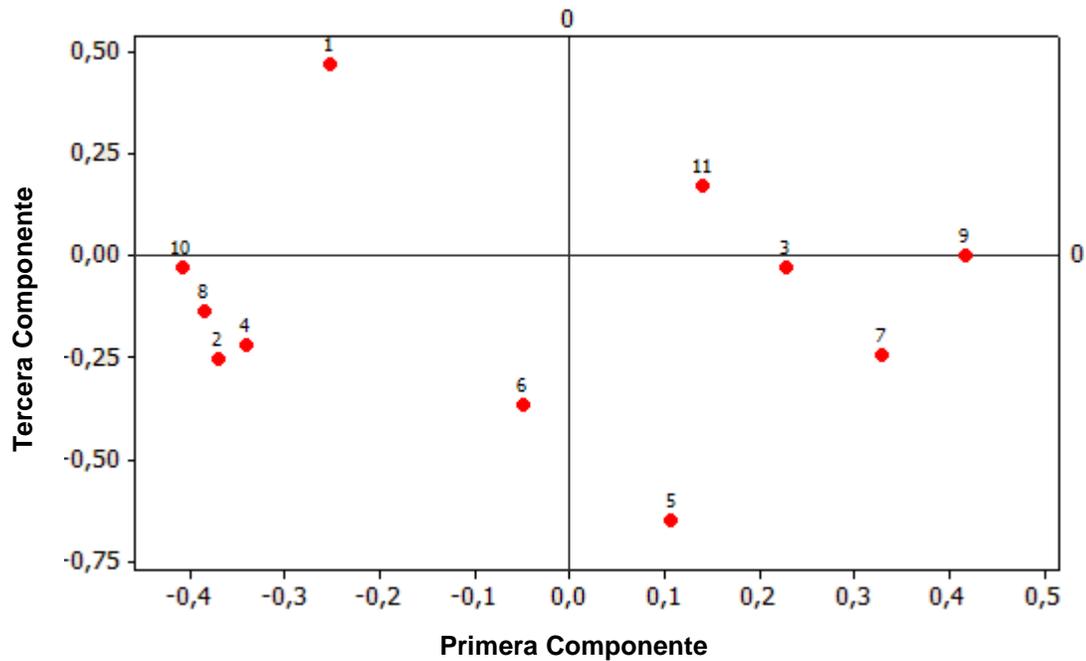


Fuente: Esta investigación

Según la Figura 28 y Anexo 15, las variables de respuesta que más aportaron al estudio de estos dos bosques, de acuerdo a los componentes principales fueron:

- Primera componente: Esta componente tuvo mayor correlación positiva con la variable Simpson (42%) e Individuos roble (*Quercus humboldtii*) (33%), correlación negativa con la variable Shannon (41%), Individuos otros (38%) y Riqueza (37%), correlación casi nula con el resto de las variables.
- Segunda componente: La mayor correlación positiva fue con la variable Pendiente (31%), correlación negativa con la variable Individuos (60%), G roble (47%) e Individuos roble (39%), correlación casi nula con las demás variables.
- Tercera componente: Esta componente tuvo mayor correlación positiva con la variable Bosque (47%) (1) y Altura (17%) (11), correlación negativa con la variable Pendiente (65%) (5) e Individuos (37%) (6), correlación casi nula con el resto de las variables. (ver Figura 29).

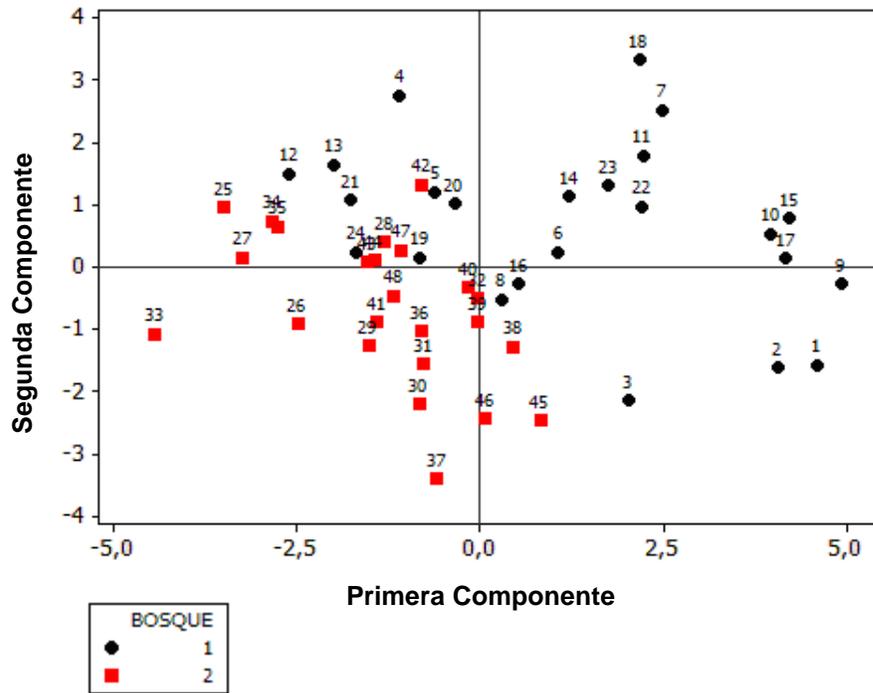
Figura 29. Variables de respuesta para dos relictos de bosque de roble (*Quercus humboldtii*), en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. En la categoría Fustal.



Fuente: Esta investigación

Para determinar que bosque aportó más peso a los datos de las variables, se analizó la relación de estos con las componentes, por medio de la nube de puntos se definió que el bosque 2 (Río Blanco) explica en mayor porcentaje las variables de cada componente (Ver Figura 30).

Figura 30. Distribución de las 48 subparcelas muestreadas en dos relictos de bosque de roble (*Quercus humboldtii*), en relación a los componentes estadísticos principales (Fustal).



Fuente: Esta investigación

Cuadro 10. Análisis estadístico de variables multivariado en dos relictos de bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Categoría fustal.

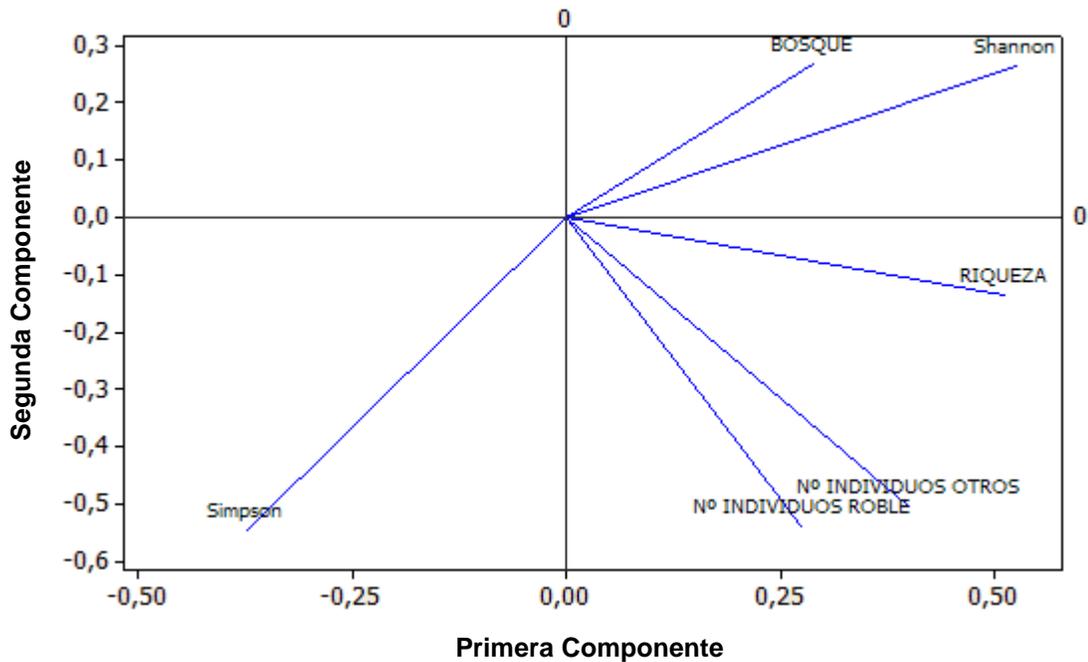
PC	Valor propio	Proporción	Acumulado
1	3.0083	0.501	0.501
2	1.6503	0.275	0.776
3	0.9312	0.155	0.932
4	0.2620	0.044	0.975
5	0.1359	0.023	0.998
6	0.0123	0.002	1.000

* **PC.** Componente Principal

Fuente: Esta investigación

Con respecto al estrato de la regeneración en ambos bosques, según el análisis de componentes principales de la matriz de correlación, se tuvo que con la primera componente se explica ya un 50 % de variabilidad, teniendo dos componentes acumuladas se explica ya un 78% de la variabilidad total. La cantidad de varianza que explicaron las dos primeras componentes, fue suficiente para este análisis (Ver Cuadro 10).

Figura 31. Variables de respuesta para dos relictos de bosque de roble (*Quercus humboldtii*), en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca (Regeneración).



Fuente: Esta investigación

De acuerdo con la Figura 31 y el Cuadro 11, las variables con mayor aporte al estudio de los bosques según los componentes principales fueron:

- Primera componente: Esta componente tuvo mayor correlación positiva con la variable Shannon (53%), Riqueza (51%) e Individuos otros (40%), correlación negativa con la variable Simpson (37%) y correlación casi nula con el resto de las variables.

- Segunda componente: La mayor correlación positiva fue con la variable Bosque (27%) y Shannon (26%), correlación negativa con la variable Simpson e Individuos roble con (54%) cada uno, e individuos otros (50%), correlación casi nula con las demás variables.

Cuadro 11. Análisis estadístico de componentes multivariado en dos relictos de bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Regeneración.

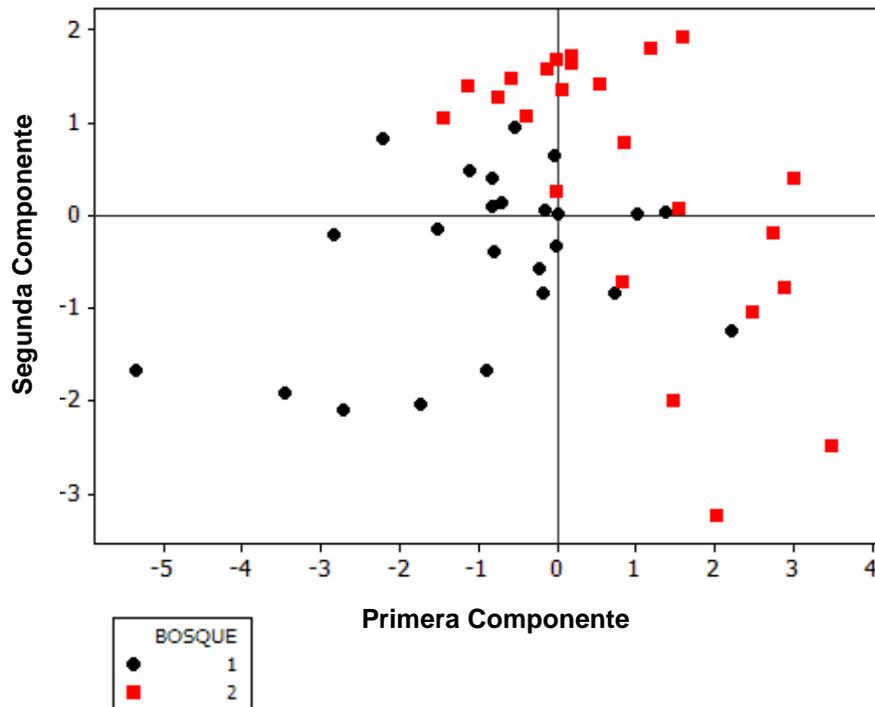
Variables	Pc1	Pc2	Pc3	Pc4	Pc5	Pc6
Bosque	0.289	0,266	-0,784	0,472	-0,084	0,028
Riqueza	0.514	-0,134	0,329	0,374	0,522	0,445
Ind. Roble	0.276	-0,538	-0,458	-0,566	0,320	-0,042
Ind. Otros	0.400	-0,505	0,142	0,141	-0,738	0,028
Simpson	-0.374	-0,545	-0,039	0,542	0,249	-0,453
Shannon	0.526	0,264	0,215	-0,050	0,107	-0,770

* PC. Componente Principal

Fuente: Esta investigación

El bosque que tuvo mayor aporte a los datos de las variables, según la nube de puntos fue el bosque 2 (Río Blanco), esto debido a que este bosque esta contribuyendo con mayor porcentaje de explicación a las variables (Ver Figura 32).

Figura 32. Distribución de las 48 subparcelas muestreadas en dos relictos de bosque de roble (*Quercus humboldtii*), en relación a los componentes estadísticos principales. (Regeneración).



Fuente: Esta investigación

- Significancia estadística (Prueba de t). La prueba de significancia estadística comparada entre los dos bosques, fue aplicada solo a las variables, con mayor varianza explicada (Pendiente, Individuos roble, Simpson y Altura), según los resultados del análisis de componentes principales.

Para realizar la prueba de t, se trabajó con un nivel de confianza del 99%, con lo cual se tuvo:

Cuadro 12. Significancia estadística (Prueba de t) para variables con mayor varianza en dos bosques de roble (*Quercus humboldtii*), en la meseta de Popayán.

Variab les	Diferencia Promedios	Limites Confianza	Valor - T	Valor - P
Pendiente	19,625	(10,972 - 28,278)	6,11	0.000
Ind. roble	4,2917	(-0,427 - 9,010)	2,47	0.018
Simpson	0,2765	(0,099 - 0,454)	4,32	0.000
Altura	0,3083	(-0,950 - 1,567)	0.66	0.513

Según el Cuadro 12. Las variables con alta significancia estadística fueron Pendiente y Simpson. Con lo cual se tiene que en ambos bosques, estas variables presentaron valores con tendencia disímil.

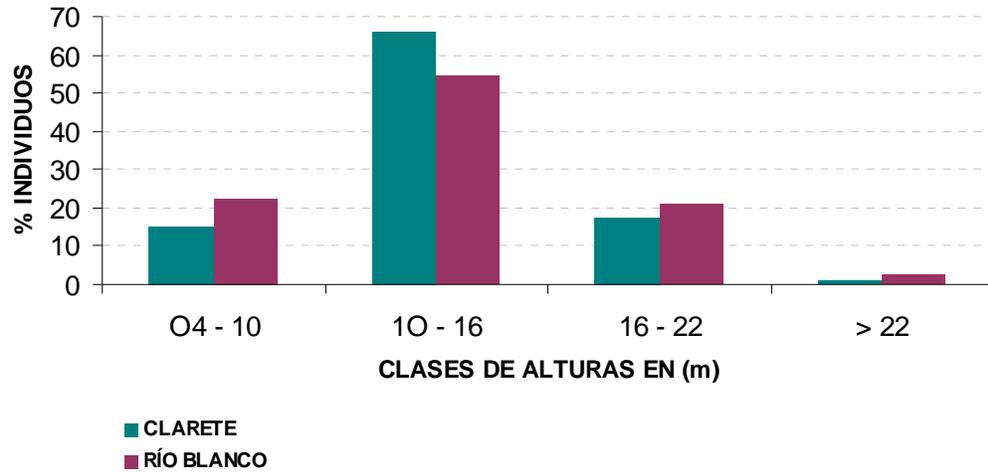
4.2.3.2. Estructura Vertical. Para los dos relictos de bosques de Roble objeto de este estudio se encontró que el 81 % de los árboles del bosque Clarete, presentan alturas entre 4 y 16 m, mientras que el bosque Río Blanco un 75% de los árboles presentan alturas entre los 10 y 22 m. Los resultados se pueden observar en el Cuadro 12 y Figura 33.

Cuadro 13. Distribución de individuos por altura (m) para dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400m²).

Clases de Altura (m)	% Individuos	
	B. Clarete	B. Río blanco
04 - 10	15	22
10 - 16	66	54
16 - 22	18	21
> 22	1	2

Fuente: Esta investigación

Figura 33. Distribución de individuos por altura (m) para dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m. (400 m²).



Fuente: Esta investigación

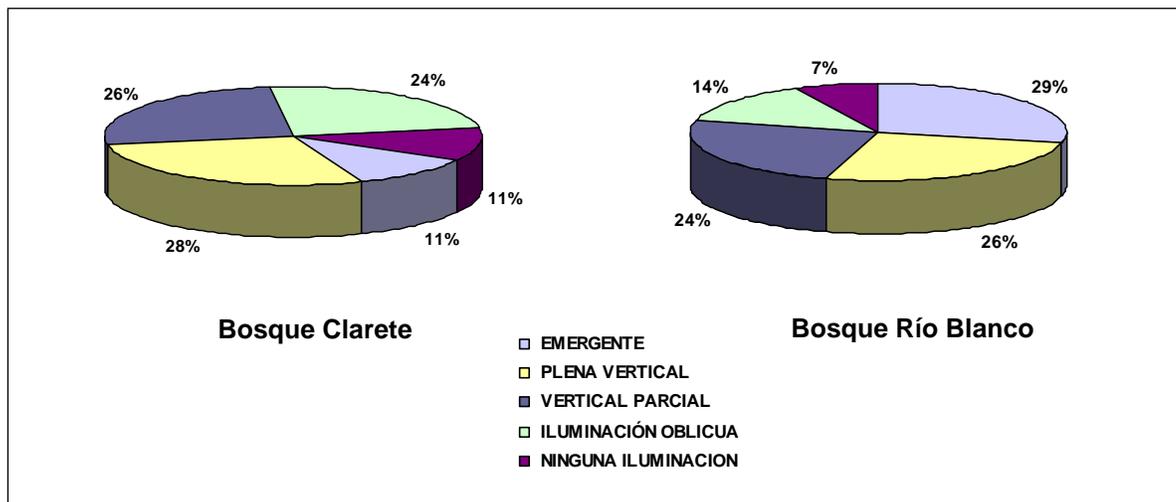
Estos dos relictos de bosque de roble (*Quercus humboldtii*) se caracterizaron por presentar tres estratos regularmente definidos. El estrato superior (dosel), está constituido por árboles de altura entre los 16 - 22 metros, donde los individuos emergentes básicamente pertenecen a la especie *Quercus humboldtii*. Algunas de las especies arbóreas típicas de este estrato son *Alchornea latifolia*, (Euforbiaceae), *Cinnamomum triplinerve* (Lauraceae), *Clethra revoluta* (Clethraceae), *Cecropia peltata* (Cecropiaceae), *Hedyosmun bomplandianum* (Chlorantaceae), *Nectandra acutifolia* (Lauraceae), entre otras.

El estrato medio (subdosel), es muy denso, en el se concentra el mayor porcentaje de los individuos, constituido por árboles de altura entre 10 - 16 metros, y se compone principalmente por individuos de: *Quercus humboldtii* (Fagaceae), *Alchornea latifolia*, (Euforbiaceae), *Cinnamomum triplinerve* (Lauraceae), *Clethra revoluta* (Clethraceae), *Goudotiana tulasne* (Anonaceae), *Cecropia peltata* (Cecropiaceae), entre otras.

El estrato inferior (sotobosque), no difiere mucho del estrato superior con respecto al porcentaje de individuos que lo conforman, este estrato se constituye por árboles que presentaron altura de 4 - 10m, entre estos, las especies mas representativas fueron: *Quercus humboldtii* (Fagaceae), *Phyllonoma rusCIFolia* (Grossulariaceae), *Cecropia peltata* (Cecropiaceae), *Alchornea latifolia*, (Euforbiaceae), *Cinnamomum triplinerve* (Lauraceae), *Clethra revoluta* (Clethraceae), *Toxicodendron striata* (Anacardiaceae).

- Condición de Luz: Para la evaluación de la condición de luz se tuvo en cuenta la clasificación de iluminación de la copa (Figura 15). En el bosque Clarete, el 39% de los individuos resultó estar bajo adecuadas condiciones de luz (emergente y plena vertical). El 26% de los individuos de este mismo bosque, reciben luz parcial (vertical parcial). La deficiencia de luz (iluminación oblicua y ninguna iluminación) alcanza al 35% de los individuos; este porcentaje comparado con los demás grupos de iluminación es moderadamente alto (Ver Figura 34). Para el bosque Río Blanco, el 55% de los individuos están en buenas condiciones de luz (emergente y plena vertical). El 24% de los individuos se encuentran recibiendo luz parcial (vertical parcial). Bajo sombra (iluminación oblicua y ninguna iluminación) resultaron estar el 21% de los individuos de este bosque (Ver Figura 34).

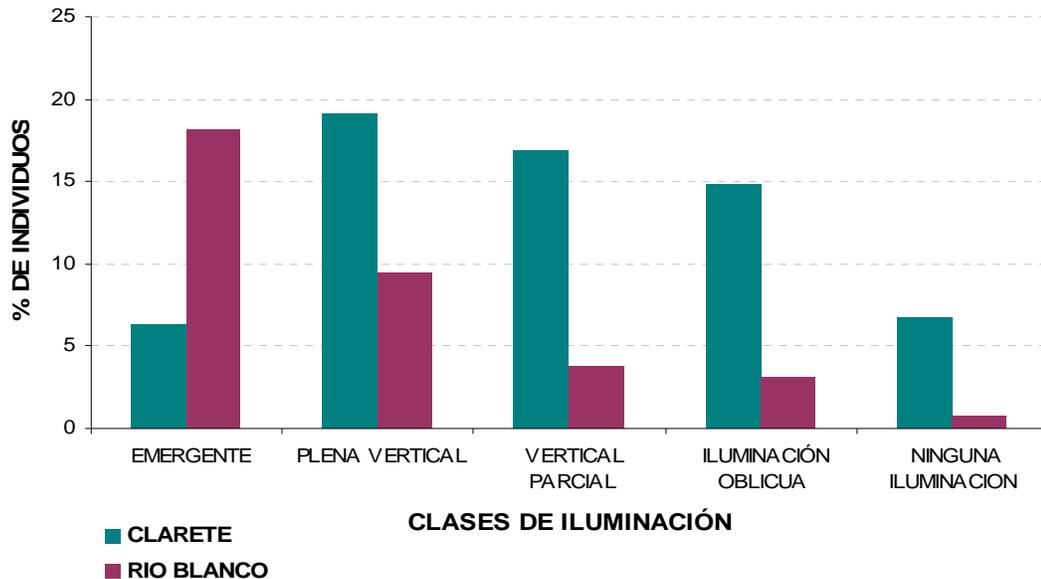
Figura 34. Condición de luz para dos bosques de roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m²).



Fuente: Esta investigación

Las clases de iluminación para individuos de roble (*Quercus humboldtii*), permitió observar que en el bosque Clarete, el roble no se encontró en gran proporción como emergente (6%), pero se encontró distribuido uniformemente en el dosel superior. Mientras que en el bosque Río Blanco hubo un gran porcentaje de individuos emergentes (18%), y poca proporción de individuos bajo el dosel (Ver Figura 35).

Figura 35. Condición de luz para individuos de roble (*Quercus humboldtii*) en dos relictos de bosque en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m (400 m²).



Fuente: Esta investigación

4.2.4. Diversidad. Para identificar los patrones de diversidad de especies de los dos bosque Roble (*Quercus humboldtii*), se evaluó dos niveles de diversidad, la diversidad alfa y la diversidad beta (similitud).

4.2.4.1. Diversidad Alfa. Para calcular la diversidad Alfa de cada relicto de bosque Roble (*Quercus humboldtii*), se tuvo en cuenta dos medidas que corresponden a la riqueza de especies y a la abundancia.

Se aplicaron los índices de Margafef (DMg), Simpson (D_{Sp}), y Shannon (H') y la uniformidad (E), los cuales corresponden a la diversidad dentro del hábitat, utilizando el Programa DIVERS⁵⁶ (Ver Cuadro 13.)

Cuadro 14. Índices de diversidad Alfa para dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, en la categoría Fustal.

Bosque	Índices de diversidad Alfa						
	N	S	DMG	D _{Sp}	1/ D _{Sp}	H'	E
Clarete	445	26	4.100	0.414	2.417	1.610	0.494
Río blanco	507	24	3.693	0.218	1.510	1.932	0.618

- Numero de individuos: (N)
- Riqueza de especies: (S)
- Índice de Margalef: (DMg)
- Índice de Simpson: (D_{Sp})
- Inverso de Simpson: (D_{Sp}/1)
- Índice de Shannon: (H')
- Uniformidad: (E)

Fuente: Esta investigación

El índice de Margalef (Cuadro 13), permitió observar que ambos bosques presentaron alta diversidad, sin embargo el bosque Clarete registró la mayor riqueza de especies (26). Según el índice de Simpson, el bosque de Clarete posee la mayor dominancia de especies y por lo tanto fue menos diverso; no obstante el

⁵⁶ PÉREZ F., FERNÁNDEZ, F. DIVERS: Programa para el cálculo de los índices de diversidad. [Programa informático en línea.] <http://entomología.iespana.es/descargas/cálculodelosindicesdediversidad.html>.

bosque Río Blanco presentó mayor número de individuos (507) y según este índice este bosque fue más diverso. El índice de diversidad de Shannon mostró que hay una alta diversidad florística en el bosque Clarete, aunque el valor del índice es mas bajo que el bosque Río Blanco; lo anterior es debido a que este índice tiene en cuenta la riqueza de especies. El índice de equidad o uniformidad de especies (E), determinó que hay una mayor uniformidad de especies en el bosque Río blanco, debido a que este bosque presentó mas abundancia de individuos.

Para la categoría Latizal y Brinzal se calcularon los índices de Margalef (DMg), Simpson (D_{Sp}), y Shannon (H') y la uniformidad (E).

Cuadro 15. Índices de diversidad Alfa para dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, en la categoría Latizal y Brinzal.

Bosque	Índices de diversidad alfa						
	N	S	DMG	D _{Sp}	1/ D _{Sp}	H'	E
Clarete	1629	46	6.085	0.108	9.260	2.207	0.712
Río blanco	1954	44	5.675	0.110	9.085	2.781	0.735

- Numero de individuos: (N)
- Índice de Margalef: (DMg)
- Inverso de Simpson: (D_{Sp}/1)
- Uniformidad: (E)
- Riqueza de especies: (S)
- Índice de Simpson: (D_{Sp})
- Índice de Shannon: (H')

Fuente: Esta investigación

Según el índice de Margalef (Cuadro 14), al igual que en la categoría Fustal ambos bosques presentaron alta diversidad, la mayor riqueza de especies la tuvo el bosque de Clarete. El índice de Simpson, arrojó que ambos bosques son relativamente iguales en dominancia y baja diversidad. El índice de diversidad de Shannon, mostró que hay una mayor diversidad florística en el bosque Clarete, debido a que este tiene mayor riqueza de especies que el bosque Río Blanco. Los dos bosques estudiados no presentaron diferencias significativas con respecto a su uniformidad de especies; no obstante el bosque Río Blanco presentó más uniformidad de especies debido a la alta abundancia de sus individuos.

- Cociente de Mezcla (CM). Para el calculo del CM, en cada uno de los bosques de roble (*Quercus humboldtii*) para la categoría Fustal, se utilizó la formula que relaciona el numero de especies con el numero total de individuos encontrados en el bosque; los resultados del CM, aparecen en la Cuadro 15.

Cuadro 16. Cociente de mezcla en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca, en la categoría Fustal.

Bosque	Cociente de mezcla (cm)
Clarete	1:6
Río blanco	1:5

Fuente: Esta investigación

El CM, para el bosque de Clarete, fue del orden de 1:6; lo cual indica que por cada seis individuos muestreados, es posible encontrar una especie nueva. Para el bosque de Río Blanco, el CM fue de 1:5; lo que muestra que por cada cinco individuos muestreados, es posible encontrar una especie nueva.

Cuadro 17. Cociente de mezcla en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca, (Regeneración).

Bosque	Cociente de mezcla (cm)
Clarete	1:2
Río blanco	1:2

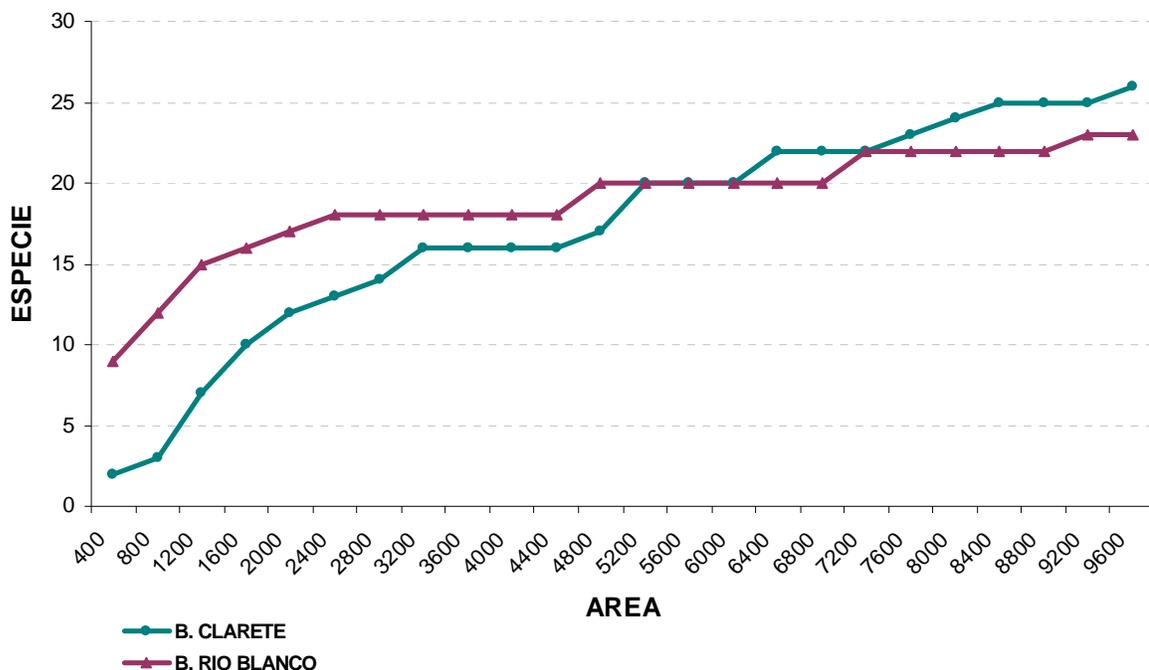
Fuente: Esta investigación

El CM, para el bosque de Clarete y bosque de Río Blanco, fue del orden de 1:2; lo cual indica que por cada dos individuos muestreados, es posible encontrar una especie nueva.

4.2.4.2. Curva Especie – Área. La curva de acumulación de especies de los dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*), se construyó a partir de la relación entre el número de especies acumuladas y la serie de unidades de muestreo de las 24 subparcelas.

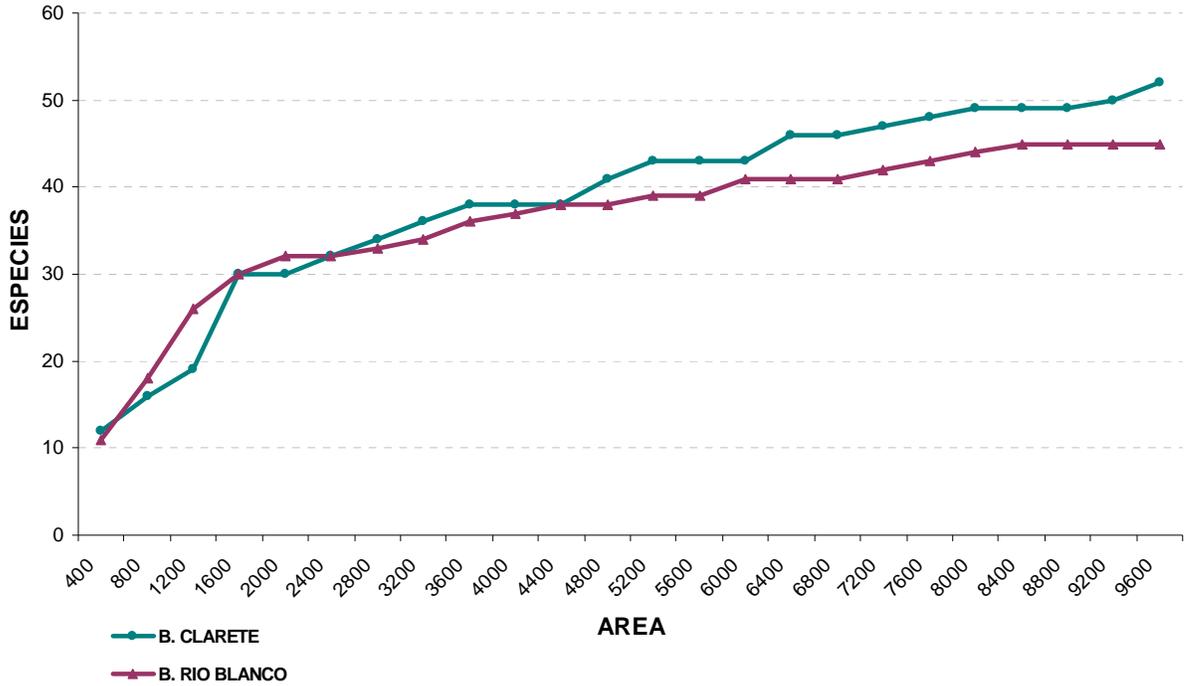
En un área de muestreo igual a 3200m², se registró mas 50% del número total de las especies presentes en ambos bosques. Para la categoría Fustal, se puede observar que el bosque Clarete es más rico en especies por área, aunque el bosque de Río Blanco presenta mayor número de individuos; esta diferencia por área podría deberse a que la densidad es mayor en el bosque de Río Blanco (Ver Figura 36). En cuanto al área total del muestreo, se determinó que 9600m², es una superficie óptima para el estudio de estos dos bosques ya que según la Figura 36, 4800 m² es un área mínima representativa de muestreo para estos bosques.

Figura 36. Curva de acumulación de especies para dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP. Datos reportados en 24 subparcelas de 20x20 m. (400 m²).



Fuente: Esta investigación

Figura 37. Curva de acumulación de especies para dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán Departamento del Cauca, (Regeneración).



Fuente: Esta investigación

Para la regeneración natural, un área de muestreo igual a 6000m², permitió registrar un 87% del número total de las especies presentes en ambos bosques. Se puede observar que el bosque de Clarete presentó mayor riqueza de especies que el bosque de Río blanco. En un área igual a 4400m² se encontró que ambos bosques presentaron igual cantidad de especies. 9600 m², resultó ser un área de muestreo óptima, para el estudio de estos bosques, dado que 5200m², expresó el área mínima de muestreo en los bosques (Ver Figura 37).

4.2.4.3. Diversidad Beta. Para evaluar la Diversidad Beta de los dos relictos de bosque Roble (*Quercus humboldtii*), se aplicó los coeficientes de similitud de Jaccard y Sorenson por medio del Programa DIVERS⁵⁷. Para la categoría Fustal se trabajó para el bosque Clarete con 26 individuos y para el bosque Río Blanco 24 individuos.

Cuadro 18. Índices de similitud entre dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, en la categoría Fustal*.

Bosque	Clarete	Río blanco
Clarete	--	0.43
Río Blanco	0.60	--

*El valor por encima de la diagonal corresponde al índice de Jaccard y por debajo de la diagonal al índice de Sorenson.

Fuente: Esta investigación

Según el índice de similaridad de Jaccard, obtenido para los dos bosques en cuestión (Cuadro 16), se encontró una semejanza de un 43% entre Clarete y Río Blanco, lo que representa una existencia de 15 especies en común de las 34 especies encontradas. Con el índice de similitud de Sorenson se tuvo una semejanza de 60% entre los dos bosques; la diferencia de valores entre los dos índices se debe a que Sorenson incluye la abundancia de especies. De acuerdo con esto la Betadiversidad entre los bosques Clarete y Río Blanco fue alta, es decir hay gran similitud entre estos dos bosques.

⁵⁷ Ibid.

Para determinar evaluar la diversidad beta, en la categoría Latizal y Brinzal, se trabajó con 46 individuos para el bosque Clarete y con 44 individuos para el bosque Río Blanco.

Cuadro 19. Índices de similitud en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, en la categoría Latizal y Brinzal*.

Bosque	Clarete	Río blanco
Clarete	--	0.55
Río blanc0	0.71	--

*El valor por encima de la diagonal corresponde al índice de Jaccard y por debajo de la diagonal al índice de Sorenson.

Fuente: Esta investigación

Los índices de Jaccard y Sorenson, obtenidos para los dos bosques (Cuadro 17), arrojó una similitud de un 55% y 71%, respectivamente entre Clarete y Río Blanco; lo que expresa una existencia de 32 especies compartidas de las 58 especies encontradas. Por consiguiente estos dos bosques presentaron una alta Betadiversidad o similitud.

5. ANALISIS Y DISCUSIONES

5.1 RIQUEZA Y COMPOSICIÓN

En la categoría Fustal, Latizal y Brinzal, el bosque Clarete tuvo mayor riqueza de especies con respecto al bosque Río Blanco; no obstante esta diferencia no es muy significativa, teniendo en cuenta que en las categorías de crecimiento, el bosque Río Blanco supera en número de individuos por ha al bosque Clarete con promedio de 12%. Lo anterior se sustenta por el hecho de que en el bosque Río Blanco se observó que hay mayor colonización de individuos que no llegan a establecerse en el sitio y además estos individuos se encuentran representando a muy pocas especies.

La riqueza de especies encontradas en ambos bosques está por encima del promedio si se compara con otros relictos de bosque subandino del departamento del Cauca (Ver Cuadro 18), con los resultados se tiene que; fue posible tener el segundo y tercer valor mas alto del numero de individuos (Clarete y Río Blanco, respectivamente), después de la Rejoja, lo anterior considerando la categoría o estrato arbóreo y el área muestreada. La diferencia en el número de especies y de individuos entre Las Guacas⁵⁸ y Las Guacas (Hda. Río Blanco), Popayán; se debe básicamente a que el DAP mínimo de referencia fue ≥ 5 cm.

⁵⁸ ALCAZAR, C. Carolina. Evaluación de la vegetación y análisis multitemporal de dos fragmentos de Bosque Andino en el Valle Interandino del Río Cauca Municipio de Popayán. Popayán, 2003. (Biólogo). Universidad del Cauca, Departamento de Biología.

Cuadro 20. Riqueza florística para individuos con DAP ≥ 2.5 cm., muestreados en 0.1ha., en diferentes áreas de bosque subandino caucano. (*) Muestreo en 0.96ha, y DAP ≥ 5 cm.

Sitio	Altura (m.s.n.m)	Especies	Individuos	Autor
Cauca				
Los Robles, Timbio	1750	35	185	Gutiérrez y Rojas (1996).
Pescador, Caloto	1540	14	101	Cajas (1997).
Río Cabuyal, Caldono	1750	20	162	Diago (2000).
La Lomita, Popayán	1738	42	386	Alcázar–Caicedo <i>et al.</i> (2002).
La Rejoja, Popayán	1750	29	856	Bolaños <i>et al.</i> (2002).
Alto Genagra, Popayán	1600 - 1750	56	448	Alcázar (2002).
Las Guacas, Popayán	1800 - 2000	63	322	Alcázar (2002).
Las Guacas (Hda. Río Blanco), Popayán*.	1850	38	709	Bravo y López (2008).
Clarete Alto, Popayán*.	1986	41	818	Bravo y López (2008).

Fuente: Adaptado de Alcázar, 2003.

Las especies más representativas asociadas a los dos bosques de roble (*Quercus humboldtii*), que resultaron de este estudio fueron: *Clusia sp.*, *Clethra revoluta*, *Miconia caudata*, *Alchornea latifolia*; este resultado ratifica la afirmación de

Palacios⁵⁹, referente a la asociación natural de los bosques de roble. Estas especies resultan favorables para la especie *Quercus humboldtii*, debido a que no representan amenazas de tipo fitosociológico.

En la categoría Fustal el bosque Clarete superó al bosque Río Blanco en cuanto a número de familias, géneros y especies. En la categoría Latizal, el bosque Clarete superó en número de géneros y especies al bosque Río Blanco, mientras que este bosque fue superior en número de familias. En la categoría Brinzal el bosque Río Blanco fue superior en número de géneros y familias, en número de especies ambos bosques presentaron igual número. Estas diferencias de composición florística vienen siendo influenciadas por el gradiente altitudinal, puesto que hay una variación entre ellos de 136m de altura; variables como la latitud, la longitud y el clima vienen a ser irrelevantes en la diferenciación composicional, ya que estos bosques se ubican dentro del mismo rango geográfico. Otro factor que determinante en la composición florística es el grado de intervención antrópica que cada bosque presentó, este factor es una amenaza para la biodiversidad típica de estos ecosistemas.

Según Gentry, citado por Alcázar⁶⁰, Lauraceae es la familia más relevante y el componente florístico más característico de los bosques andinos de altitudes medias; En el bosque Río Blanco esta familia ocupó un segundo lugar de importancia después de la familia Rubiaceae, concordando así con el estudio realizado en el mismo sitio por Alcázar⁶¹. En el bosque Clarete la familia más relevante fue

⁵⁹ PALACIO M., Juan Diego. Monografía sobre el roble negro (*Colombobalanus excelsa*) y el roble común (*Quercus humboldtii*). Palmira: Universidad Nacional, 2001.

⁶⁰ GENTRY. Phytogeographic patterns in northwest South America and southern Central America as evidence for a Chocó refuge, citado por ALCAZAR, C. Carolina. Evaluación de la vegetación y análisis multitemporal de dos fragmentos de Bosque Andino en el Valle Interandino del Río Cauca Municipio de Popayán. Popayán, 2003. (Biólogo). Universidad del Cauca, Departamento de Biología.

⁶¹ ALCAZAR, C. Carolina. Op.cit.

Rubiaceae, pero a diferencia del bosque Río Blanco la familia Lauraceae no tuvo un alto grado de importancia.

A su vez Gentry, citado por Alcázar⁶², expone que Rubiaceae y Melastomataceae (en algunos casos Moraceae), son las familias más ricas en especies después de Lauraceae con un promedio de 6 a 7 especies por muestra de 0.1 ha. Lo anterior concuerda con los resultados del presente estudio para los dos bosques, con la familia Rubiaceae y Melastomataceae, pero difiere para la familia Lauraceae; teniendo en cuenta el diámetro de referencia igual a $DAP \geq 5\text{cm}$.

5.2 ESTRUCTURA

Para ambos bosques de roble (*Quercus humboldtii*), las dos especies más abundantes encontradas fueron: *Quercus humboldtii* y *Clethra revoluta*, estas especies representan el 68% del total de individuos con $DAP > 10\text{cm}$. Con lo cual se afirma que estas especies se encuentran dominando estos tipos de bosques en los estratos superiores (dosel y subdosel). En la categoría Latizal y Brinzal de ambos bosques, las especies más abundantes fueron: *Palicourea heterochroma*, *Palicourea thyrsoiflora* y *Quercus humboldtii* conformando el 53% del total de los individuos. Lo anterior muestra la gran proporción de individuos que se encontraron en estado de regeneración, estado que se le atribuye al grado de intervención antrópica en estos bosques; además las especies exceptuando a *Quercus humboldtii* no llegan a alcanzar el dosel superior; factores como la competencia influyen sobre este aspecto.

⁶²Ibid.

De acuerdo con el histograma de frecuencia (Figura 21), se tiene que el bosque Clarete resultó ser más heterogéneo que el bosque Río Blanco. No obstante haciendo un análisis comparativo, se tiene que la heterogeneidad de estos bosques no presenta una disimilitud importante. Esto confirma que los dos bosques comparten una diversidad florística importante.

El área basal del bosque Clarete fue 16,5m²/ha y el área basal de la especie *Quercus humboldtii* fue de 11,02 m²/ha, lo que equivale al 40% del área basal total de este bosque. El bosque Río Blanco presentó un área basal de 19.54 m²/ha y la especie *Quercus humboldtii* 11.43 m²/ha, lo que equivale al 37% del área basal total de este bosque. Por consiguiente el grado de intervención antrópica hace dos o tres décadas en estos bosques fue alta, especialmente en el bosque Clarete; este evidenció un grado de madurez o de desarrollo poco inferior al bosque Río Blanco. Los valores del área basal en estos dos bosques son comparables con los que arrojó el estudio de Díazgranados y Barrera, citados por Solano y Vargas,⁶³ donde el bosque Río Abajo presentó un área basal de 15,4m²/ha y el área basal del roble *Quercus humboldtii* de 14,8 m²/ha, lo que equivale al 96,6% del área basal del bosque. Con lo antes expuesto se infiere que estos tres bosques en cuestión resultaron ser bosques maduros, que se encuentran en un proceso de sucesión, teniendo un gran número de individuos jóvenes y, al tiempo, un gran número de individuos degradados o viejos.

Con respecto a la especie *Quercus humboldtii*, esta se encontró representando el 73% del área basal total de ambos bosques, con lo que se afirma la gran dominancia de esta especie en relación a las demás.

⁶³ DIAZGRANADOS y BARRERA. Aspectos estructurales de tres bosques de roble ubicados en el área de amortiguación del Santuario de Fauna y Flora de Iguaque (Boyacá). Citado por SOLANO, C. y VARGAS, N. Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados. Bogotá: Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana, 2006.

Según el I.V.I, la especie mas importante ecológicamente para ambos bosques fue *Quercus humboldtii*, con un valor en el bosque Clarete 153.27 y en Río Blanco 110.06. Este resultado ratifica la marcada presencia e importancia de la especie *Quercus humboldtii* como la especie dominante de estas formaciones vegetales. El parámetro I.V.I en ambos bosques muestra que la especie más abundante, más uniformemente distribuida y que presenta mayores tamaños diamétricos es el roble *Quercus humboldtii*. Este resultado concuerda con el resultado obtenido en el estudio de Aspectos Estructurales de Tres Bosques de Roble Ubicados en el Área de Amortiguación del Santuario de Fauna Y Flora de Iguaque; donde calcularon el valor del índice de valor de importancia (I.V.I) para cada una de las especies, en cada uno de los sitios y se encontró que la que presenta el mayor I.V.I en los tres sitios es el roble, con valores de 241,56 para Capilla 2, para Arcabuco 232,75 y 254,27 para Río Abajo⁶⁴.

Al igual que el I.V.I, el I.V.I.A, establece que la especie *Quercus humboldtii* se encuentra dominando también los tres estratos arbóreos Fustal, Latizal y Brinzal; en el bosque Clarete el valor del I.V.I.A fue 207.41 y en el bosque Río Blanco fue de 171.9; con lo cual se tiene que esta especie es también dominante dentro de la regeneración. De acuerdo a lo anterior fue posible establecer que estos bosque tienen un potencial germinativo y de desarrollo para la especie, generado por condiciones de sitio favorables que presentan estos ecosistemas.

Los bosques de este estudio presentaron una distribución de clases diamétricas en forma de *J* invertida, lo cual indicaría que los dos bosques presentan una estructura muy similar con tendencia a disetáneos maduros. Lo anterior se sustenta desde el punto de vista de las condiciones climáticas de ambos y su

⁶⁴SOLANO, C. y VARGAS, N. Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados. Bogotá: Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana, 2006

ubicación geográfica. Al observar la distribución de clases de DAP junto con la de altura, se puede decir que estos bosques se encuentran en un estado de regeneración medianamente avanzada, ya que presentaron un gran porcentaje de individuos en los rangos de altura de 10 - 16m (66% Clarete y 54% Río Blanco); a su vez en la distribución de clases de DAP, ambos bosques tienen un mayor número de individuos en el primer rango 10 – 20cm (286 Clarete y 361 Río Blanco), con lo que se puede decir que estos son bosques disetáneos en proceso de sucesión.

La proporción de tipo de fustes que presentaron ambos bosques fueron: Tipo de fuste 1 (29%), tipo 2 (49%) y tipo de fuste 3 (22%). La evaluación del tipo de fuste estuvo dominada por individuos con características de fuste regular, casi recto (tipo 2) y fuste completamente recto (tipo 1). De acuerdo a esto ambos bosque registran una buena proporción de individuos potencialmente aprovechables.

Con relación a la especie *Quercus humboldtii*, en ambos bosques esta presentó mayor proporción de individuos (23%) con tipo de fuste 2 (Fuste regular, casi recto). Con lo cual se infiere que la competencia pudo ser un factor para que estos individuos tomaran esta forma de fuste. Para los tipos de fuste 1 (fuste completamente recto) y 3 (fuste torcido o muy bifurcado) la especie *Quercus humboldtii* mostró una razón de 18 y 7%, respectivamente. En consecuencia y según los porcentajes anteriores, son relevantes en cuanto a calidad, los fustes tipo 1 y 2; determinando así que el roble presente unas cualidades físicas comercialmente deseables.

Para ambos bosques la mortalidad de individuos no supera el 28.4%. Esta proporción resultó baja, permitiendo inferir que estos bosques no muestran alta

susceptibilidad a factores de alteración natural. La mortalidad favorece además la dinámica de los bosques permitiendo que se regulen en términos de regeneración en claros que abren los árboles que mueren. Además la muerte moderada de individuos en estos bosques favorece la formación de hojarasca que deriva en materia orgánica, permitiendo así el desarrollo de la vegetación.

La mortalidad en el bosque Clarete presentó una frecuencia alta, debido principalmente al grado de extracción de madera, y perturbación al que ha sido sometido, así como la senectud de los individuos. El bosque Río Blanco mostró un mayor número de individuos muertos, situación debida a la alta densidad de individuos encontrados y al grado de madurez del bosque.

En el análisis de componentes principales para la categoría Fustal, Simpson y Shannon mostraron una tendencia inversamente proporcional, esta tendencia confirma lo expuesto en el análisis de diversidad (pág.114) y así lo muestra también la primera componente en la Figura 29, donde estas variables se ubican en cada extremo de la línea. Con el resultado de esta componente se evidenció la expresión de la dominancia en los dos bosques de roble. Esta componente fue la más importante dentro del análisis de componentes principales, ya que tuvo la mayor proporción de varianza explicada para cada una de las variables relacionadas.

Para la regeneración el análisis de componentes principales determinó que las variables Shannon, Riqueza e Individuos otros, tuvieron un aporte importante en la caracterización de los dos bosques de roble (*Quercus humboldtii*), ya que estas variables explicaron significativamente la dinámica regenerativa de estos; la

primera componente registró la mayor proporción de varianza explicada para cada una de las variables relacionadas.

La prueba de t, fue un recurso que permitió realizar un análisis de significancia estadística con un nivel de confianza del 99%, nivel de confianza válido para este tipo de estudio. Las variables con alta significancia estadística fueron Pendiente y Simpson. Dicho resultado se explica porque el valor – P, para cada variable fue menor de 0.01, lo cual indica que con el nivel de significancia (99%), existe evidencia estadística para afirmar que se presentan diferencias entre las variables ya mencionadas para ambos bosques.

Los dos relictos de bosque de roble (*Quercus humboldtii*) se caracterizaron por presentar tres estratos regularmente definidos. El estrato superior (dosel), conformado por árboles de altura entre los 16 - 22m, el estrato medio (subdosel), constituido por árboles de altura entre 10 - 16m y el estrato inferior (sotobosque), el cual se constituye por árboles con una altura de 4 - 10m. El estrato más denso fue el subdosel, compuesto por el 60% de los individuos, mientras que el estrato superior o dosel y el estrato inferior o sotobosque tuvieron un 36 y 29% de individuos respectivamente. Conforme a lo anterior se dice la regeneración ha alcanzado un buen estado de desarrollo, situación que se ha visto favorecida de un tiempo hacia acá por los esfuerzos de conservación de estos bosques por parte de sus propietarios.

Ambos relictos de bosque presentan una calidad de sitio muy similar pues en ambos expresaron un DAP y una altura promedio de 19cm y 13m respectivamente, con lo cual se deduce también que el grado de madurez de los

bosques no es tan alto, influenciado por el grado de intervención antrópica y su estado sucesional.

Las clases de iluminación en ambos bosques de roble (*Quercus humboldtii*), en promedio, arrojó que el 47% de los individuos resultó estar bajo adecuadas condiciones de luz (emergente y plena vertical), un 25% de los individuos de este mismo bosque reciben luz vertical parcial y la deficiencia de luz alcanza al 28% de los individuos. Según lo anterior los dos bosques presentaron un alto porcentaje (47%) de individuos heliófitos. La regeneración se encontró representada por un buen porcentaje (28%), indicando con esto la presencia de especies esciófitas.

Ambos bosques presentaron altos porcentajes de individuos emergentes, lo que ratifica el carácter heliofítico de la mayoría de las especies que componen estos bosques. La exposición directa e indirecta de la copa de los árboles de roble (*Quercus humboldtii*) a la radiación en ambos bosques alcanza proporciones altas, con lo cual se dice que en estos bosques es común encontrar el dosel superior dominado por grandes copas de esta especie.

Los bosques del presente estudio mostraron árboles emergentes por encima de los 20m de altura entre los que se encuentran especies como: *Quercus humboldtii*, *Hedyosmun bomplandianum*, *Cinnamomun triplinerve*, lo anterior no difiere ampliamente del trabajo de Galindo *et al.*⁶⁵, donde también mencionan a la especie *Quercus humboldtii* entre otras especies, como emergente por encima de los 21m de altura.

⁶⁵ GALINDO, T. R. et al. Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna Guanentá - alto río Fonce, Cordillera Oriental Colombiana. *Caldasia* 25(2). pp. 313-335. (Revisión on line). 2003.

- Diversidad: En los dos bosques de roble (*Quercus humboldtii*), los índices de Simpson y Shannon fueron inversamente proporcionales al explicar la diversidad Alfa, debido a que el índice de Simpson está influenciado por la dominancia de una o más especies, mientras que Shannon está basado en la riqueza de especies.

Los índices de similitud entre los dos bosques alcanzan porcentajes altos. Estos valores de similitud se deben a que los sitios de muestreo se implementaron en sitios con proximidad entre sí, compartiendo así condiciones similares, tales como: clima, relieve y fauna.

La curva especie - área para ambos bosques en la categoría fustal, arrojó un área mínima de muestreo de 3200m², área en la cual fue posible encontrar una cantidad de especies representativas para cada bosque. No obstante en el bosque Clarete la curva especie - área continúa creciendo a medida que se aumenta la superficie censada y no llega a estabilizarse en 0.96ha muestreada, reflejando una alta riqueza y heterogeneidad del bosque. En el bosque de Río Blanco la curva especie – área indicó que aunque se aumente el esfuerzo de muestreo no se incrementará el número de especies; con lo cual el esfuerzo de muestreo aplicado en este bosque fue óptimo y representativo.

- Cociente mezcla: El cociente de mezcla en la categoría Fustal, para el bosque Clarete indicó la aparición de una nueva especie cada 6 árboles y para el bosque Río Blanco una nueva especie cada 5 árboles. Para la regeneración, el cociente de mezcla mostró que en el bosque Clarete y Río Blanco aparecía una nueva especie cada dos individuos. Según lo anterior ambos bosques se

consideran heterogéneos o biodiversos teniendo en cuenta su dimensión; siendo la regeneración la que posee mayor heterogeneidad.

Es importante mencionar los impactos antrópicos que generan presión sobre el recurso bosque y específicamente sobre la especie *Quercus humboldtii*; como muestra de lo anterior se tiene la construcción de un acueducto en la zona de influencia del bosque Río Blanco. El impacto sobre la población de *Quercus humboldtii* se generó por la remoción del orden de 6.400m² de bosque según documento de Evaluación de Impacto Ambiental. (González, citado por Villaquiran, 2007)⁶⁶. Algo parecido ocurre con Clarete donde existe una fuente importante de agua que es la principal abastecedora del acueducto veredal de la zona, la adecuación de la conducción ha ocasionado impactos en el bosque del presente estudio, ya lo evidencia Villaquiran⁶⁷, cuando se refiere a la apertura de socavones o caminos al interior del bosque para la adecuación de tubos de conducción y la ejecución de actividades de mantenimiento del cauce.

⁶⁶ GONZÁLES, L.; SANCLEMENTE, M. Estudio de impacto ambiental para el proyecto del nuevo acueducto de Popayán – Río Palacé, citado por VILLAQUIRAN F., Cindy. Estudio comparativo de las actividades antrópicas de la población de roble *Quercus humboldtii* de dos relictos de bosque en la parte media de la cuenca del río Palacé, Municipio de Popayán. Trabajo de grado (Bióloga) Popayán, 2007. Universidad del Cauca, Departamento de Biología.

⁶⁷ Ibid.

6. CONCLUSIONES

Se instalaron dos parcelas permanentes en dos relictos de bosque, una en la Vereda Clarete y la segunda en la Vereda Río Blanco localizados en la meseta de Popayán, departamento del Cauca, donde se registró un total de 62 especies y 38 familias con una intensidad de muestreo de 0.9 y 0.7%.

La riqueza florística de ambos bosques difiere entre categorías; para fustal se encontraron 25 especies en promedio, para latizal y brinzal se encontraron en promedio 45 especies; estos bosques se encuentran todavía en procesos de sucesión.

La curva especie – área, muestra que para el bosque Río Blanco el esfuerzo de muestreo fue suficiente para representar las especies, mientras que en bosque Clarete si se incrementa el esfuerzo de muestreo será posible encontrar más especies.

Las variables que más varianza aportaron a la diferenciación de estos bosques fueron: El índice de diversidad de Simpson y la pendiente del terreno.

La similitud entre ambos bosques fue alta; esta tendencia estuvo asociada a la relación de variables tales como: clima, relieve, localización geográfica y composición florística.

Quercus humboldtii fue la especie con mayor índice de valor de importancia en ambos bosques, no obstante estos rodales ofrecen condiciones que favorecen la coexistencia de otras especies, contribuyendo así a la heterogeneidad de estos bosques.

La distribución de clases de DAP presentó en los dos bosques de roble una distribución en forma de *J* invertida, lo cual es característico de áreas que se encuentran con buen desarrollo o en estado de madurez; condición que ratificó el valor del área basal en cada bosque.

La distribución de la masa vegetal o estructura vertical en el bosque Río Blanco se caracterizó por presentar una mayor continuidad de disposición y cobertura de copa. En tanto que hay una menor continuidad de cobertura en el bosque Clarete.

Los robledales son bosques heterogéneos en los que se encuentran muchas especies, la gran mayoría de ellas se desarrollan en el sotobosque, estas hacen parte de la regeneración, la cual es propiciada por claros que surgen en el robledal por procesos de caída o caducidad foliar; Pacheco y Pinzón, citados por Palacio⁶⁸, al respecto agregan que “La presencia del robledal, favorece el desarrollo de especies de menor porte (sotobosque), creando un microclima propicio. Además, su continua defoliación contribuye a la formación de materia orgánica indispensable para el autosostenimiento del bosque.

⁶⁸ PACHECO, R. A., PINZÓN, C.A. Notas divulgativas: El Roble (*Quercus humboldtii* Bonpland). Citado por: PALACIO M., Juan Diego. Monografía sobre el roble el negro (*Colombobalanus excelsa*) y el roble común (*Quercus humboldtii*). Palmira: Universidad Nacional, 2001.

7. RECOMENDACIONES

Los valores de riqueza florística de los bosques pueden ser incrementados con nuevos inventarios aumentando el esfuerzo de muestreo especialmente para el bosque clarete.

Implementar evaluaciones de luz dentro de las parcelas que permitan contribuir con el mejoramiento estructural y conservación de su diversidad de estos bosques, en especial la especie *Quercus humboldtii*.

Considerar la variable mortalidad en cada bosque con el fin de determinar un aprovechamiento ecológico y comercial.

Estos bosques de roble hacen parte de áreas rurales, de tal manera que cualquier alternativa de manejo silvicultural debe estar orientado a satisfacer las necesidades básicas de las comunidades ubicadas en estas áreas, enfocando un uso sostenible del recurso bosque.

Se recomienda realizar acciones de mitigación de impactos de origen antropogénico, como tala, quemas, ganadería extensiva, obras de infraestructura en áreas de influencia de los bosques.

BIBLIOGRAFÍA

ALCAZAR, C. Carolina. Evaluación de la vegetación y análisis multitemporal de dos fragmentos de Bosque Andino en el Valle Interandino del Río Cauca Municipio de Popayán. Popayán, 2003. (Biólogo). Universidad del Cauca, Departamento de Biología.

ARGENTINA. Secretaría de Minería de la Nación.
(<http://www.mineria.gov.ar/ambiente/estudios/DCA/stacruz/z-3.asp>.)

BARRERA L. José L. Diazgranados C. Mauricio. Aspectos Estructurales de Tres Bosques de Roble Ubicados en el Área de Amortiguación del Santuario de Fauna y Flora de Iguaque (Boyacá).

BLASER, J. El parámetro "Tendencia del Árbol": una proposición para clasificar árboles cuantitativamente. El Chasqui (CR), 1984.

BLASER, Jürgen. CAMACHO, Marlen. Estructura, composición y aspectos silviculturales de un bosque de roble (*Quercus spp.*) del piso montano en Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie técnica. Informe técnico. (Nº 185). Costa Rica : CATIE, 1991. 67p.

BLASER, Jürgen. CLAUSSE, Arturo. MARMILLOD, Daniel. Descripción silvicultural de las plantaciones forestales de Jenaro Herrera. El parámetro "Tendencia del Árbol". Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana. Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera. Iquitos, Perú 1992. [artículo de Internet] www.fao.org/AG/agL/agll/rla128/iiap/IIAP4/iiap4-09.htm. [feb./2008].

CABALLERO, L. M., SANCHEZ, O.A. Descomposición de la materia orgánica como criterio en el manejo de sitio. Cuenca del Río San Cristóbal, Santa fe de Bogotá: Acta biológica Colombiana, 1996. 3(1): 17- 40.

CALDERON, E. Plantas colombianas en peligro, extintas o en duda. Bogotá: Instituto Humboldt, 2001.

CANTILLO, E. Et al. Bases teórico prácticas para la restauración ecológica en las áreas rurales del Distrito capital en la región de Sumapaz. Cuba. 2005. ISBN 959-250-156-4. [artículo de Internet.] www.dama.gov.co

CÁRDENAS, D. et al., Sistema de Información sobre Biodiversidad. Instituto Alexander Von Humboldt, Bogotá D.C. 2007. [artículo de Internet.] <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do;jsessionid=805848861E760371707DDAE69D2ACD34?idBuscar=253&method=displayAAT>

COLOMBIA. Ministerio del Medio Ambiente. Ecorregiones: Estrategias Regionales. Taller de definición de criterios para el establecimiento de ecorregiones en la región andina suroriental. San Juan de Pasto, Octubre 4,5 y 6 de 2000. [artículo de Internet.] <http://web.minambiente.gov.co/ecorre/peramb17/resumen.htm#>. [ene./2008].

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA. El Cauca Biosostenible. Cartilla ambiental de la CRC. Dirección general oficina asesora de dirección. Programa de: Educación ambiental, Participación comunitaria y comunicaciones. Popayán: C.R.C, 2007.

CORREDOR, J. Silvicultura Tropical. Universidad de Los Andes. Mérida-(Ven.): Consejo de Publicaciones. Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico. 2001. 373 p.

CORVALAN, V, Patricio y HERNANDEZ, P. Jaime. Estructura de rodal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento. Manejo de Recursos Forestales Cátedra de Dasometría. 2006.

CUATRECASAS, J. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. En: Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. 1958. pp.10 (40):221-268.

DAWKINS, H.C. The management of natural tropical high forest whit special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute (G.B.). Paper No. 34. (1958). 155p.

DORADO, O. Et al. Las leguminosas como indicadores de conservación perturbación. Cuba. 2005. ISBN 959-250-156-4. [artículo de Internet.] <http://www.dama.gov.co>. [oct./2007]

ESPINAL, L. S. Algunos aspectos de la vegetación del oriente antioqueño. Bogotá: Instituto Geográfico "Agustín Codazzi", 1964.

_____. Geografía ecológica de Antioquia. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1992.

FERNÁNDEZ, A. The preparation of the endangered species list of Colombia. Extinction is forever. G. T. Prance and T. S. Elias. New York, New York : Botanical Garden, 1977.

FUNDACIÓN SUBCUENCA RÍO LAS PIEDRAS. Plan de Ordenamiento y manejo integral único y concertado. Subcuenca Río Las Piedras. Vol. "V". Vereda Las Guacas. Noviembre 11 de 2003.

GALINDO, T. R. et al. Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna Guanentá - alto río Fonce, Cordillera Oriental Colombiana. *Caldasia* 25(2). pp. 313-335. (Revisión on line). 2003

GENTRY, A. Phytogeographic patterns in northwest South America and southern Central America as evidence for a Choco refuge. En: Biological diversification in the tropics. New York: G. Prance-Columbia University Press, 1982. pp. 112-136.

GÓMEZ, Carlos; KEES, Sebastián. Estructura y composición florística de un bosque alto explotado. Chaco : INTA Plaza, 2001.

GONZÁLES, L.; SANCLEMENTE, M. Estudio de impacto ambiental para el proyecto del nuevo acueducto de Popayán – Río Palacé, Popayán : Corporación Autónoma Regional del Cauca, 1998.

GOOGLE EARTH. Europa Technologies image. DigitalGlobe. © 2008.

HARPER, J. L. Population biology of plants. New York: Academic Press 1977.

HIGUERA, Diego. Las altas Copas de los Bosques, Dosel. Reserva el Macanal. Colombia. Sur América. Corporación Sentido Natural. 2005. [artículo de Internet.] <http://www.Bosque de dosel en el neotropico en Waste magazine.html>. [jun./2007].

HOLDRIDGE, L. R. 1947. Determination of world plant formations from simple climatic data. EE.UU : 1947.

HUBBEL, S. P., FOSTER, R.B. Commonnes and rarity in neotropical forest: Implications for tropical tree conservation. En: Soulé (ed.), Conservation biology. USA: Sinauer Associates, 1986.

HUTCHINSON, I. D. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie técnica. Informe técnico (Nº 204). Costa Rica: CATIE, 1993. 27p.

LAMPRECHT, H. Silvicultura en los Trópicos. Republica Federal Alemana: GTZ, 1990.

LEMA, A. Dasometría. Algunas aproximaciones estadísticas a la medición forestal. Medellín : Universidad Nacional de Colombia. 1995.

LOUMAN, B., VALERIO, J., JIMENEZ, W. Bases ecológicas. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en America Central. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2001.

LOZANO CONTRERAS, G., TORRES ROMERO, J.H. Aspectos generales sobre la distribución, sistemática fitosociológica y clasificación ecológica de los bosques de robles (*Quercus*) en Colombia. Ecología Tropical. 1 (2): 45-79. 1974http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/ecosistemas/restauracion/1_ar19.pdf.

MAGURRAN, A. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton. New Jersey: University Press, 1988. 178p.

MANOS, P. S., DOYLE, J.J., et al. Phylogeny, biogeography, and processes of molecular differentiation in *Quercus* subgenus *Quercus* (Fagaceae). Molecular Phylogenetics and Evolution. 1999. 12(3): 333-349.

MANZANERO, M.; PINELO, G. Plan silvicultural en unidades de manejo forestal. Reserva de la Biosfera Maya, Petén. Serie técnica (No. 3.). Guatemala: WWF Centroamérica, PROARCA WWF, 2004.

MELO, C. Omar; VARGAS, R. Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Ibagué: CRC, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA, 2003. Pp.18-31.

MESA F. Eloína. Análisis de componentes principales. Notas de Clase. Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística. Cali: Universidad del Valle, 2007.

MINITAB 14 ®. Programa estadístico. www.minitab.com/downloads.

OROZCO, V. Lorena. Estudio ecológico y de estructura horizontal de seis comunidades boscosas de la Cordillera de Talamanca. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie técnica. Informe técnico (No. 176). Costa Rica: CATIE 1991. 33p.

PACHECO, R. A., PINZÓN, C.A. Notas divulgativas: El Roble (*Quercus humboldtii* Bonpland). Santa Fe de Bogotá: Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, 1997.

PALACIO M., Juan Diego. Monografía sobre el roble el negro (*Colombobalanus excelsa*) y el roble común (*Quercus humboldtii*). Palmira: Universidad Nacional, 2001.

PAZ, J. P. y OSPINA, R. Estudio de las variables biológicas, ecológicas, sociales, culturales y económicas asociadas a la especie roble (*Quercus humboldtii*). Junta de Acción Comunal Vereda Clarete Alto. Popayán : Universidad Del Cauca, CRC. 2006.

PEET, R. The measurement of species diversity. En: Rev. Ecol. Syst.(1974)

PÉREZ, F; FERNÁNDEZ, F. 1993: DIVERS: Programa para el cálculo de los índices de diversidad. [Programa informático en línea] <http://entomologia.iespana.es/descargas/calculodelosindicesdediversidad.html>.

PETIT, A. Judith. Clasificación, estructura y composición de los bosques. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Escuela Técnica Superior Forestal. Asignatura Silvicultura. Bogota D. C. Colombia. [artículo de Internet.] <http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/jcpetita/materias/silvicultura/TEMA2.pdf>.

QUIRÓS, K. QUESADA, R. Composición florística y estructural de un bosque primario. Costa Rica : Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. [artículo de Internet.] <http://www.una.ac.cr/inis/docs/silvic/Quiros.pdf>

RAMOS, María Cristina y PLONCZAK, Miguel. Dinámica Sucesional del Componente Arbóreo Luego de un Estudio Destructivo de Biomasa en el Bosque Universitario San Eusebio, Mérida-Venezuela. Revista Forestal Venezolana. (2007) 51(1) 2007, pp. 35-46
<http://saber.ula.ve/db/ssaber/Edocs/pubelectronicas/revistaforestal/vol51-1/articulo4.pdf>

ROBLES, V. Carolina. Proyecto manejo y conservación de la flora. Caracterización de la diversidad y uso de la flora silvestre en el Municipio de Donmatías – Antioquia. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia Programa Conocimiento y Mejoramiento de los Recursos Naturales. Medellín: 2006.

SERRANO, Maryi, LÓPEZ Carlos. Composición florística y dinámica sucesional de bosques primarios y secundarios de 1º y 2º año en tres zonas representativas del Valle Medio del Magdalena, Colombia. Colombia Forestal. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Proyecto curricular de Ingeniería Forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2007.

SOLANO, C. y VARGAS, N. Memorias del I Simposio Internacional de Robles y Ecosistemas Asociados. Bogotá: Fundación Natura-Pontificia Universidad Javeriana, 2006.

SYNNOTT, T.J. A manual of permanent plot procedures for tropical rainforests. Oxford, Inglaterra, Commonwealth Forestry Institute. Tropical Forestry Paper 14. (1979). 67p.

VILLAQUIRAN F., Cindy. (2007). Estudio comparativo de las actividades antrópicas de la población de roble *Quercus humboldtii* de dos relictos de bosque en la parte media de la cuenca del río Palacé, Municipio de Popayán. Trabajo de grado (Bióloga) Popayán, Universidad del Cauca, Departamento de Biología.

VILLAREAL H., et.al. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Bogota : Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2004. 236 p.

WADSWORTH, Frank H. Producción forestal para América Tropical. EEUU: USDA, 2000. 470 p. (Manual de Agricultura 710-S)

WHITTAKER R.H., Gradient Análisis of Vegetation. Biological Reviews.1973.

Anexos

Anexo 1. Especies reportadas en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 10 cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20m (400 m²).

Nombre común	Nombre científico	Familia
Gargantillo	<i>Alchornea latifolia</i>	EUPHORBIACEAE
Carbonero	<i>Befaria mathewsii</i>	ERICACEAE
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	CECROPIACEAE
	<i>Cedrelinga sp.</i>	MELIACEAE
Falsa quina	<i>Cinchona sp.</i>	RUBIACEAE
Laurel pajarito	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	LAURACEAE
Aguacatillo	<i>Clethra revoluta</i>	CLETHRACEAE
Raque	<i>Clusia sp.</i>	CLUSIACEAE
Helecho macho	<i>Cyathea sp.</i>	CYATHEACEAE
Mortiño	<i>Escallonia paniculata</i>	GROSSULARIACEAE
Pomorroso	<i>Eugenia jambos</i>	MYRTHACEAE
Cargadero	<i>Goudotiana tulasne</i>	ANNONACEAE
Cargadero	<i>Guatteria latisepala</i>	ANNONACEAE
	<i>Hedyosmun bomplandianum</i>	
Chiflador		CHLORANTACEAE
Guamo	<i>Inga sp.</i>	MIMOSACEAE
Huesito	<i>Lacistema agregatum</i>	LACISTEMACEAE
Amarillo	<i>Miconia caudata</i>	MELASTOMATACEAE
Arrayán	<i>Myrcia popayanensis</i>	MYRTHACEAE
	<i>Myroxylon balsamum</i>	FABACEAE
Garrocho	<i>Myrsine coriacea</i>	MYRSINACEAE
Cucharo	<i>Myrsine guianensis</i>	MYRSINACEAE
Aguacatillo	<i>Nectandra acutifolia</i>	LAURACEAE
Jigua	<i>Ocothea sp.</i>	LAURACEAE
	<i>Palicourea heterochroma</i>	RUBIACEAE
	<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	RUBIACEAE
	<i>Phyllonoma ruscifolia</i>	GROSSULARIACEAE
Roble	<i>Quercus humboldtii</i>	FAGACEAE
Carne fiambre	<i>Roupala pachypoda</i>	PROTEACEAE
Moquillo	<i>Saurauia ursina</i>	ACTINIDACEAE
Mayo	<i>Tibouchina lepidota</i>	MELASTOMATACEAE
Caspe blanco	<i>Toxicodendron sp.</i>	ANACARDIACEAE
Caspe rojo	<i>Toxicodendron striata</i>	ANACARDIACEAE
Bodoquero	<i>Viburnum tinoides</i>	CAPRIFOLIACEAE
Sangregallina	<i>Vismia ferruginea</i>	HYPERICACEAE

Anexo 2. Especies reportadas en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 1.5m de altura < 10 cm. DAP (Latizal), datos reportados en 24 subparcelas de 10x10m (100 m²).

Nombre común	Nombre científico	Familia
Gargantillo	<i>Alchornea latifolia</i>	EUPHORBIACEAE
Anturio	<i>Anthurium sp.</i>	ARACEAE
Carbonero	<i>Befaria mathewsii</i>	ERICACEAE
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	CECROPIACEAE
	<i>Cedrelinga sp.</i>	MELIACEAE
Chusque	<i>Chusquea sp.</i>	GRAMINEAE
Falsa quina	<i>Cinchona sp.</i>	RUBIACEAE
Laurel pajarito	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	LAURACEAE
Limón	<i>Citrus limon</i>	RUTACEAE
Mandarina	<i>Citrus sinensis</i>	RUTACEAE
Aguacatillo	<i>Clethra revoluta</i>	CLETHRACEAE
	<i>Clidemia sp.</i>	MELASTOMATACEAE
Raque	<i>Clusia sp.</i>	CLUSIACEAE
Café	<i>Coffee arabiga</i>	RUBIACEAE
	<i>Condylopodium cuatrecasassi</i>	ASTERACEAE
Helecho macho	<i>Cyathea sp.</i>	CYATHEACEAE
	<i>Duranta erecta</i>	VERBENACEAE
Pomorroso	<i>Eugenia jambos</i>	MYRTHACEAE
	<i>Ficus sp.</i>	MORACEAE
	<i>Geonoma sp.</i>	ARECACEA
Cargadero	<i>Goudotiana tulasne</i>	ANNONACEAE
Cargadero	<i>Guatteria latisepala</i>	ANNONACEAE
Platanillo	<i>Hedychium sp.</i>	ZYNGIBERACEAE
	<i>Hedyosmum bomplandianum</i>	CHLORANTACEAE
Chiflador	<i>Inga densiflora</i>	MIMOSACEAE
Guamo	<i>Inga sp.</i>	MIMOSACEAE
Huesito	<i>Lacistema agregatum</i>	LACISTEMACEAE
Amarillo	<i>Miconia caudata</i>	MELASTOMATACEAE
	<i>Miconia notabilis</i>	MELASTOMATACEAE
	<i>Myroxylon balsamum</i>	FABACEAE

Nombre común	Nombre científico	Familia
Garrocho	<i>Myrsine coriacea</i>	MYRSINACEAE
Cucharo	<i>Myrsine guianensis</i>	MYRSINACEAE
Aguacatillo	<i>Nectandra acutifolia</i>	LAURACEAE
Aguacatillo	<i>Nectandra sp.</i>	LAURACEAE
	<i>Palicourea heterochroma</i>	RUBIACEAE
	<i>Palicourea thyriflora</i>	RUBIACEAE
Aguacate	<i>Persea americana</i>	LAURACEAE
	<i>Phyllonoma ruscifolia</i>	GROSSULARIACEAE
Cordoncillo	<i>Piper arboreum</i>	PIPERACEAE
Cordoncillo	<i>Piper sp.</i>	PIPERACEAE
Helecho	<i>Polypodium sp.</i>	POLYPODIACEAE
	<i>Psychotria cartagenensis</i>	RUBIACEAE
Roble	<i>Quercus humboldtii</i>	FAGACEAE
	<i>Rhamnus sp.</i>	RHAMNACEAE
Carne fiambre	<i>Roupala pachypoda</i>	PROTEACEAE
	<i>Siparuna sp.</i>	MONIMIACEAE
	<i>Acalypha sp.</i>	EUPHORBIACEAE
Mayo	<i>Tibouchina lepidota</i>	MELASTOMATACEAE
Caspe blanco	<i>Toxicodendron sp.</i>	ANACARDIACEAE
Caspe rojo	<i>Toxicodendron striata</i>	ANACARDIACEAE
Bodoquero	<i>Viburnum tinoides</i>	CAPRIFOLIACEAE
Sangregallina	<i>Vismia ferruginea</i>	HYPERICACEAE

Anexo 3. Especies reportadas en dos relictos de bosque de Roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Individuos > 40 cm. Y < 1.5m de altura (Brinzal), datos reportados en 24 subparcelas de 5x5m (25 m²).

Nombre común	Nombre científico	Familia
Gargantillo	<i>Alchornea latifolia</i>	EUPHORBIACEAE
Anturio	<i>Anthurium sp.</i>	ARACEAE
	<i>Capsicum sp.</i>	SOLANACEAE
	<i>Cavendishia sp.</i>	ERICACEAE
Yarumo	<i>Cecropia peltata</i>	CECROPIACEAE
Laurel pajarito	<i>Cinnamomun triplinerve</i>	LAURACEAE
Aguacatillo	<i>Clethra revoluta</i>	CLETHRACEAE
	<i>Clidemia sp.</i>	MELASTOMATACEAE
Raque	<i>Clusia sp.</i>	CLUSIACEAE
	<i>Condylopodium cuatrecassii</i>	ASTERACEAE
Helecho macho	<i>Cyathea sp.</i>	CYATHEACEAE
	<i>Duranta erecta</i>	VERBENACEAE
Cargadero	<i>Goudotiana tulasne</i>	ANNONACEAE
	<i>Hedychium sp.</i>	ZYNGIBERACEAE
	<i>Hedyosmum bomplandianum</i>	CHLORANTACEAE
Chiflador	<i>Inga sp.</i>	MIMOSACEAE
Guamo	<i>Lacistema agregatum</i>	LACISTEMACEAE
huesito	<i>Lindackeria sp.</i>	FLACOURTIACEAE
Amarillo	<i>Miconia caudata</i>	MELASTOMATACEAE
	<i>Miconia notabilis</i>	MELASTOMATACEAE
	<i>Myroxylon balsamum</i>	FABACEAE
Garrocho	<i>Myrsine coriacea</i>	MYRSINACEAE
Cucharo	<i>Myrsine guianensis</i>	MYRSINACEAE
Aguacatillo	<i>Nectandra acutifolia</i>	LAURACEAE
Aguacatillo	<i>Nectandra sp.</i>	LAURACEAE
Aguacatillo	<i>Nectandra sp2.</i>	LAURACEAE
	<i>Palicourea heterochroma</i>	RUBIACEAE

Nombre común	Nombre científico	Familia
	<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	RUBIACEAE
	<i>Pavonia saepium</i>	MALVACEAE
	<i>Phyllonoma ruscifolia</i>	GROSSULARIACEAE
Cordoncillo	<i>Piper arboreum</i>	PIPERACEAE
Cordoncillo	<i>Piper sp.</i>	PIPERACEAE
Helecho	<i>Polypodium sp.</i>	POLYPODIACEAE
Roble	<i>Quercus humboldtii</i>	FAGACEAE
	<i>Rhamnus sp.</i>	RHAMNACEAE
Carne fiambre	<i>Roupala pachypoda</i>	PROTEACEAE
	<i>Salvia sp.</i>	LABIATAE
	<i>Siparuna sp.</i>	MONIMIACEAE
	<i>Acalypha sp.</i>	EUPHORBIACEAE
Mayo	<i>Tibouchina lepidota</i>	MELASTOMATAACEAE
Caspe Blanco	<i>Toxicodendron sp.</i>	ANACARDIACEAE
Caspe rojo	<i>Toxicodendron striata</i>	ANACARDIACEAE
Bodoquero	<i>Viburnum tinoides</i>	CAPRIFOLIACEAE
Sangregallina	<i>Vismia ferruginea</i>	HYPERICACEAE

Anexo 4. I.V.I. para las especies del bosque Clarete

Nombre Científico	N	N	F	F	G	G	IVI
		%		%	m ²	%	
<i>Quercus humboldtii</i>	280	62,921	23	22,115	10,556	68,238	153,275
<i>Alchornea latifolia</i>	5	1,124	4	3,846	0,098	0,634	5,604
<i>Cecropia peltata</i>	10	2,247	7	6,731	0,259	1,676	10,654
<i>Cedrelinga sp.</i>	2	0,449	1	0,962	0,075	0,484	1,895
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	4	0,899	3	2,885	0,046	0,297	4,081
<i>Clethra revoluta</i>	54	12,135	13	12,500	1,858	12,011	36,646
<i>Clusia sp.</i>	11	2,472	6	5,769	0,178	1,150	9,391
<i>Escallonia paniculata</i>	3	0,674	2	1,923	0,051	0,329	2,926
<i>Goudotiana tulasne</i>	9	2,022	4	3,846	0,267	1,729	7,597
<i>Hedyosmun bomplandianum</i>	9	2,022	5	4,808	0,454	2,934	9,764
<i>Inga sp.</i>	3	0,674	2	1,923	0,125	0,807	3,404
<i>Myrcia popayanensis</i>	5	1,124	3	2,885	0,085	0,550	4,558
<i>Nectandra acutifolia</i>	16	3,596	6	5,769	0,754	4,875	14,240
<i>Guatteria latisejala</i>	2	0,449	2	1,923	0,041	0,262	2,634
<i>Palicourea thyrsoflora</i>	4	0,899	2	1,923	0,011	0,073	2,895
<i>Palicourea hetrechroma</i>	1	0,225	1	0,962	0,112	0,721	1,907
<i>Phyllonoma ruscifolia</i>	6	1,348	2	1,923	0,063	0,405	3,676
<i>Myrsine coriacea</i>	1	0,225	1	0,962	0,008	0,053	1,239
<i>Myrsine guianensis</i>	1	0,225	1	0,962	0,011	0,073	1,259
<i>Roupala pachypoda</i>	7	1,573	5	4,808	0,226	1,461	7,842
<i>Saurauia ursina</i>	1	0,225	1	0,962	0,013	0,086	1,273
<i>Tibouchina lepidota</i>	3	0,674	2	1,923	0,028	0,183	2,780
<i>Toxicodendron sp.</i>	3	0,674	3	2,885	0,076	0,493	4,052
<i>Toxicodendron striata</i>	1	0,225	1	0,962	0,022	0,144	1,331
<i>Viburnum tinoides</i>	1	0,225	1	0,962	0,010	0,062	1,248
<i>Vismia ferruginea</i>	3	0,674	3	2,885	0,042	0,269	3,828
	445	100,0	104	100,0	15,470	100,000	300,000

Anexo 5. I.V.I. para las especies del bosque Río Blanco.

Nombre Científico	N	N	F	F	G	G	IVI
		%		%	m ²	%	
<i>Alchornea latifolia</i>	76	15,0	23	16,3	1,222	6,466	37,768
<i>Befaria mathewsii</i>	1	0,2	1	0,7	0,011	0,058	0,964
<i>Cecropia peltata</i>	6	1,2	3	2,1	0,131	0,692	4,003
<i>Cinchona sp.</i>	2	0,4	1	0,7	0,020	0,103	1,207
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	25	4,9	13	9,2	0,533	2,821	16,971
<i>Clethra revoluta</i>	135	26,6	23	16,3	3,580	18,937	61,876
<i>Clusia sp.</i>	1	0,2	1	0,7	0,011	0,058	0,965
<i>Cyathea sp.</i>	2	0,4	2	1,4	0,021	0,110	1,923
<i>Eugenia jambos</i>	1	0,2	1	0,7	0,008	0,042	0,948
<i>Goudotiana tulasne</i>	20	3,9	8	5,7	0,479	2,534	12,152
<i>Hedyosmun bomplandianum</i>	1	0,2	1	0,7	0,017	0,088	0,994
<i>Lacistema agregatum</i>	2	0,4	2	1,4	0,041	0,216	2,029
<i>Miconia caudata</i>	22	4,3	11	7,8	0,490	2,590	14,730
<i>Nectandra acutifolia</i>	8	1,6	6	4,3	0,217	1,149	6,983
<i>Ocothea sp.</i>	1	0,2	1	0,7	0,067	0,356	1,263
<i>Palicourea heterochroma</i>	1	0,2	1	0,7	0,010	0,052	0,958
<i>Palicourea sp.</i>	3	0,6	2	1,4	0,055	0,293	2,303
<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	2	0,4	1	0,7	0,017	0,092	1,195
<i>Quercus humboldtii</i>	175	34,5	23	16,3	11,199	59,236	110,064
<i>Myroxylon balsamum</i>	8	1,6	6	4,3	0,593	3,136	8,969
<i>Tibouchina lepidota</i>	5	1,0	2	1,4	0,050	0,264	2,669
<i>Toxicodendron sp.</i>	1	0,2	1	0,7	0,012	0,064	0,971
<i>Toxicodendron striata</i>	6	1,2	5	3,5	0,078	0,412	5,142
<i>Vismia ferruginea</i>	3	0,6	3	2,1	0,044	0,233	2,952
	507	100,0	141	100,0	18,907	100,0	300,000

Anexo 6. Familias reportadas para dos bosques de roble, Individuos > 10 cm. DAP, datos reportados en 24 subparcelas de 20x20m (400 m²).

Bosque Clarete

FAMILIA	N	% N	F	% F
ACTINIDACEAE	1	0,22	1	0,98
ANACARDIACEAE	4	0,90	4	3,92
ANNONACEAE	11	2,47	5	4,90
CAPRIFOLIACEAE	1	0,22	1	0,98
CECROPIACEAE	10	2,25	7	6,86
CHLORANTACEAE	9	2,02	5	4,90
CLETHRACEAE	54	12,13	13	12,75
CLUSIACEAE	11	2,47	6	5,88
EUPHORBIACEAE	5	1,12	4	3,92
FAGACEAE	280	62,92	23	22,55
GROSSULARIACEAE	9	2,02	4	3,92
HYPERICACEAE	3	0,67	3	2,94
LAURACEAE	20	4,49	7	6,86
MELASTOMATACEAE	3	0,67	3	2,94
MELIACEAE	2	0,45	1	0,98
MIMOSACEAE	3	0,67	2	1,96
MYRSINACEAE	2	0,45	2	1,96
MYRTHACEAE	5	1,12	3	2,94
PROTEACEAE	7	1,57	5	4,90
RUBIACEAE	5	1,12	3	2,94
	445	100,00	102	100,00

Bosque Río Blanco

FAMILIA	N	% N	F	%F
ANACARDIACEAE	7	1,38	6	4,51
ANNONACEAE	20	3,95	7	5,26
CECROPIACEAE	6	1,19	3	2,26
CHLORANTACEAE	1	0,20	1	0,75
CLETHRACEAE	135	26,68	23	17,29
CLUSIACEAE	1	0,20	1	0,75
CYATHEACEAE	2	0,40	2	1,50
ERICACEAE	1	0,20	1	0,75
EUPHORBIACEAE	76	15,02	23	17,29
FABACEAE	8	1,58	7	5,26
FAGACEAE	175	34,58	23	17,29
HYPERICACEAE	3	0,59	3	2,26
LACISTEMACEAE	2	0,40	2	1,50
LAURACEAE	34	6,72	15	11,28
MELASTOMATACEAE	27	5,34	11	8,27
MYRTHACEAE	1	0,20	1	0,75
RUBIACEAE	8	1,58	4	3,01
	507	100,20	133	100,00

Anexo 7. Especies reportadas en el bosque de roble Clarete, Individuos > 1.5 de altura < 10 cm. DAP (Latizal), datos reportados en 24 subparcelas de 10x10m (100 m²).

Nombre científico	N	N%	F	F%
<i>Alchornea latifolia</i>	11	1,34	5	2,13
<i>Anthurium sp.</i>	1	0,12	1	0,43
<i>Befaria mathewsii</i>	1	0,12	1	0,43
<i>Cecropia peltata</i>	4	0,49	3	1,28
<i>Cedrelinga sp.</i>	4	0,49	2	0,85
<i>Cinchona sp.</i>	1	0,12	1	0,43
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	4	0,49	2	0,85
<i>Citrus limon</i>	1	0,12	1	0,43
<i>Citrus sinensis</i>	1	0,12	1	0,43
<i>Clethra revoluta</i>	45	5,50	13	5,53
<i>Clidemia sp.</i>	4	0,49	1	0,43
<i>Clusia sp.</i>	30	3,67	14	5,96
<i>Cyathea sp.</i>	7	0,86	4	1,70
<i>Duranta erecta</i>	1	0,12	1	0,43
<i>Eugenia jambos</i>	1	0,12	1	0,43
<i>Geonoma sp.</i>	3	0,37	1	0,43
<i>Goudotiana tulasne</i>	10	1,22	4	1,70
<i>Hedychium sp.</i>	3	0,37	2	0,85
<i>Hedyosmum bomplandianum</i>	17	2,08	7	2,98
<i>Inga densiflora</i>	2	0,24	2	0,85
<i>Miconia caudata</i>	73	8,92	16	6,81
<i>Myrsine coriacea</i>	30	3,67	8	3,40
<i>Myrsine guianensis</i>	14	1,71	7	2,98
<i>Nectandra acutifolia</i>	14	1,71	6	2,55
<i>Nectandra sp.</i>	1	0,12	1	0,43
<i>Palicourea heterochroma</i>	163	19,93	19	8,09
<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	70	8,56	17	7,23
<i>Persea americana</i>	2	0,24	1	0,43
<i>Phyllonoma ruscifolia</i>	2	0,24	2	0,85
<i>Piper arboreum</i>	5	0,61	4	1,70
<i>Piper sp.</i>	16	1,96	2	0,85
<i>Quercus humboldtii</i>	123	15,04	22	9,36
<i>Rhamnus sp.</i>	1	0,12	1	0,43
<i>Roupala pachypoda</i>	2	0,24	2	0,85
<i>Siparuna sp.</i>	1	0,12	1	0,43
<i>Tibouchina lepidota</i>	50	6,11	16	6,81
<i>Toxicodendron sp.</i>	15	1,83	8	3,40
<i>Toxicodendron striata</i>	31	3,79	11	4,68
<i>Psychotria carthagenensis</i>	11	1,34	1	0,43

Nombre científico	N	N%	F	F%
<i>Viburnum tinoides</i>	20	2,44	9	3,83
<i>Vismia ferruginea</i>	23	2,81	14	5,96
	818	100,00	235	100,00

Anexo 8. Especies reportadas en el bosque Río Blanco, Individuos > 1.5 cm. de altura < 10 cm. DAP (Latizal), datos reportados en 24 subparcelas de 10x10 m, (100 m²).

Nombre científico	N	N%	F	F %
<i>Alchornea latifolia</i>	90	12,69	19	7,39
<i>Acalypha</i> sp.	10	1,41	4	1,56
<i>Condylopodium cuatrecasassi</i>	21	2,96	6	2,33
<i>Befaria mathewsii</i>	2	0,28	2	0,78
<i>Cecropia peltata</i>	4	0,56	3	1,17
<i>Chusquea</i> sp.	1	0,14	1	0,39
<i>Cinchona</i> sp.	7	0,99	3	1,17
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	64	9,03	20	7,78
<i>Clethra revoluta</i>	35	4,94	15	5,84
<i>Clusia</i> sp.	19	2,68	13	5,06
<i>Coffee arabiga</i>	1	0,14	1	0,39
<i>Duranta erecta</i>	3	0,42	2	0,78
<i>Eugenia jambos</i>	15	2,12	4	1,56
<i>Myroxylon balsamum</i>	4	0,56	3	1,17
<i>Ficus</i> sp.	2	0,28	1	0,39
<i>Goudotiana tulasne</i>	7	0,99	6	2,33
<i>Hedychium</i> sp.	7	0,99	3	1,17
<i>Polypodium</i> sp.	1	0,14	1	0,39
<i>Inga</i> sp.	1	0,14	1	0,39
<i>Lacistema agregatum</i>	7	0,99	5	1,95
<i>Miconia caudata</i>	21	2,96	13	5,06
<i>Miconia notabilis</i>	2	0,28	2	0,78
<i>Nectandra acutifolia</i>	51	7,19	15	5,84
<i>Guatteria latisepala</i>	2	0,28	1	0,39
<i>Palicourea heterochroma</i>	108	15,23	22	8,56
<i>Palicourea thyrsoflora</i>	59	8,32	16	6,23
<i>Phyllonoma rusCIFolia</i>	4	0,56	1	0,39
<i>Piper arboreum</i>	18	2,54	4	1,56
<i>Piper</i> sp.	12	1,69	4	1,56
<i>Psychotria cartagenensis</i>	1	0,14	1	0,39
<i>Quercus humboldtii</i>	32	4,51	11	4,28
<i>Rhamnus</i> sp.	13	1,83	9	3,50
<i>Siparuna</i> sp.	8	1,13	5	1,95
<i>Tibouchina lepidota</i>	29	4,09	15	5,84
<i>Toxicodendron</i> sp.	5	0,71	3	1,17
<i>Toxicodendron striata</i>	21	2,96	9	3,50
<i>Viburnum tinoides</i>	19	2,68	10	3,89
<i>Vismia ferruginea</i>	3	0,42	3	1,17
	709	100,00	257	100,00

Anexo 9. Especies reportadas en el bosque Clarete, Individuos > 40 cm. y < 1.5 m de altura (Brinzal), datos reportados en 24 subparcelas de 5x5 m (25 m²).

NOMBRE CIENTIFICO	N	% N	F	%F
<i>Alchornea latifolia</i>	11	1,36	6	3,70
<i>Anthurium sp.</i>	13	1,60	3	1,85
<i>Condylopodium cuatrecassii</i>	20	2,47	4	2,47
<i>Cavendishia sp.</i>	2	0,25	2	1,23
<i>Cinnamomun triplinerve</i>	2	0,25	2	1,23
<i>Clethra revoluta</i>	8	0,99	1	0,62
<i>Clidemia sp.</i>	7	0,86	2	1,23
<i>Clusia sp.</i>	31	3,82	14	8,64
<i>Cyathea sp.</i>	10	1,23	2	1,23
<i>Duranta erecta</i>	1	0,12	1	0,62
<i>Myroxylon balsamum</i>	2	0,25	1	0,62
<i>Goudotiana tulasne</i>	4	0,49	4	2,47
<i>Hedychium sp.</i>	2	0,25	1	0,62
<i>Hedyosmum bomplandianum</i>	9	1,11	4	2,47
<i>Lindackeria sp.</i>	16	1,97	4	2,47
<i>Miconia caudata</i>	61	7,52	11	6,79
<i>Myrsine coriaceae</i>	7	0,86	4	2,47
<i>Myrsine guianensis</i>	2	0,25	1	0,62
<i>Nectandra acutifolia</i>	8	0,99	5	3,09
<i>Palicourea heterochroma</i>	86	10,60	16	9,88
<i>Palicourea thyrsoflora</i>	268	33,05	18	11,11
<i>Piper arboreum</i>	15	1,85	4	2,47
<i>Piper sp.</i>	2	0,25	1	0,62
<i>Quercus humboldtii</i>	141	17,39	20	12,35
<i>Rhamnus sp.</i>	10	1,23	6	3,70
<i>Roupala pachypoda</i>	5	0,62	2	1,23
<i>Salvia sp.</i>	1	0,12	1	0,62
<i>Tibouchina lepidota</i>	39	4,81	11	6,79
<i>Toxicodendron sp.</i>	1	0,12	1	0,62
<i>Toxicodendron striata</i>	12	1,48	5	3,09
<i>Viburnum tinoides</i>	7	0,86	2	1,23
<i>Vismia ferruginea</i>	8	0,99	3	1,85
	811	100,00	162	100,00

**Anexo 10. Especies reportadas en el bosque Río Blanco, Individuos > 40 cm.
Y < 1.5m de altura (Brinzal), datos reportados en 24 subparcelas de
5x5 m (25 m²).**

Nombre científico	N	% N	F	% F
<i>Condylopodium cuatrecasassii</i>	29	0,33	6	0,59
<i>Alchornea latifolia</i>	45	3,70	14	8,24
<i>Anthurium sp.</i>	54	4,44	4	2,35
<i>Acalypha sp.</i>	27	2,22	6	3,53
<i>Miconia notabilis</i>	5	0,41	2	1,18
<i>Capsicum sp.</i>	7	0,58	1	0,59
<i>Cavendishia sp.</i>	22	1,81	2	1,18
<i>Cecropia peltata</i>	3	0,25	1	0,59
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	57	4,69	11	6,47
<i>Clethra revoluta</i>	4	0,33	2	1,18
<i>Clusia sp.</i>	21	1,73	7	4,12
<i>Duranta erecta</i>	5	0,41	3	1,76
<i>Myroxylon balsamum</i>	4	0,33	4	2,35
<i>Goudotiana tulasne</i>	2	0,16	1	0,59
<i>Hedychium sp.</i>	1	0,08	1	0,59
<i>Polypodium sp.</i>	29	2,39	2	1,18
<i>Inga sp.</i>	4	0,33	2	1,18
<i>Lacistema agregatum</i>	5	0,41	3	1,76
<i>Pavonia saepium</i>	5	0,41	1	0,59
<i>Miconia caudata</i>	20	1,48	6	3,53
<i>Nectandra acutifolia</i>	61	5,02	8	4,71
<i>Nectandra sp.</i>	8	0,66	4	2,35
<i>Nectandra sp2.</i>	1	0,08	1	0,59
<i>Palicourea heterochroma</i>	139	11,44	19	11,18
<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	118	9,71	10	5,88
<i>Phyllonoma ruscifolia</i>	1	0,08	1	0,59
<i>Piper sp.</i>	12	0,99	4	2,35
<i>Quercus humboldtii</i>	481	39,59	23	13,53
<i>Rhamnus sp.</i>	10	0,82	4	2,35
<i>Siparuna sp.</i>	10	0,82	3	1,76
<i>Tibouchina lepidota</i>	13	1,07	6	3,53
<i>Toxicodendron striata</i>	6	0,49	3	1,76
<i>Viburnum tinoides</i>	34	0,08	1	0,59
<i>Vismia ferruginea</i>	2	0,16	1	0,59
	1215	100,00	170	100,00

Anexo 11. Algunas especies mas abundantes en los dos bosque de Roble (*Quercus humboldtii*), en la categoría fustal individuos > de 10 cm. de DAP.

BOSQUE CLARETE



BOSQUE RIO BLANCO



Anexo 12. Algunas especies mas abundantes en los dos bosque de Roble (*Quercus humboldtii*), en la categoría latizal individuos > 1.5m de altura < 10 cm.

DAP.

BOSQUE CLARETE

BOSQUE RIO BLANCO



ROBLE (*Quercus humboldtii*)



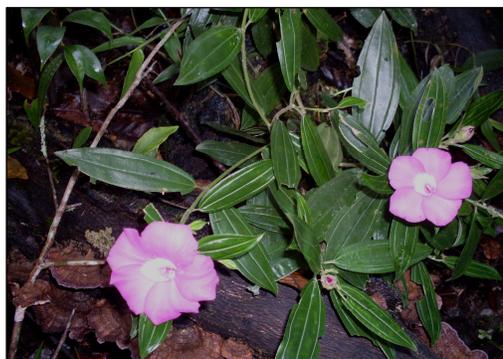
Palicourea thyrsoiflora



Palicourea heterochroma



Cinnamomun triplinerve



Tibouchina lepidota



Alchornea latifolia

Anexo 13. Algunas especies mas abundantes en los dos bosque de Roble (*Quercus humboldtii*), en la categoría brinzal Individuos > 40 cm. Y < 1.5m de altura.

BOSQUE CLARETE



Palicourea thyrsoiflora



Palicourea heterochroma



Miconia caudata

BOSQUE RIO BLANCO



ROBLE (*Quercus humboldtii*)



Cinnamomun triplinerve



Nectandra acutifolia

Anexo 14. I.V.I.A. para las especies del bosque Clarete (A) y Río Blanco (B)

A

ESPECIES	IVI	N%	F%	IVIA
<i>Quercus humboldtii</i>	153,3	32,43	21,71	207,41
<i>Alchornea latifolia</i>	5,6	2,70	5,83	14,13
<i>Cecropia peltata</i>	10,7	0,49	1,28	12,42
<i>Cedrelinga sp.</i>	1,9	0,49	0,85	3,24
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	4,1	0,74	2,08	6,90
<i>Clethra revoluta</i>	36,6	6,49	6,15	49,29
<i>Clusia sp.</i>	9,4	7,49	14,60	31,48
<i>Escallonia paniculata</i>	2,9	0,00	0,00	2,93
<i>Goudotiana tulasne</i>	7,6	1,71	4,17	13,48
<i>Hedyosmun bomplandianum</i>	9,8	3,19	5,45	18,40
<i>Inga sp.</i>	3,4	0,00	0,00	3,40
<i>Myrcia popayanensis</i>	4,6	0,00	0,00	4,56
<i>Nectandra acutifolia</i>	14,2	2,70	5,64	22,58
<i>Guatteria latisejala</i>	2,6	0,00	0,00	2,63
<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	2,9	41,61	18,35	62,85
<i>Palicourea heterochroma</i>	1,9	30,53	17,97	50,41
<i>Phyllonoma ruscifolia</i>	3,7	0,24	0,85	4,77
<i>Myrsine coriacea</i>	1,2	4,53	5,87	11,64
<i>Myrsine guianensis</i>	1,3	1,96	3,60	6,82
<i>Roupala pachypoda</i>	7,8	0,86	2,08	10,78
<i>Saurauia ursina</i>	1,3	0,00	0,00	1,27
<i>Tibouchina lepidota</i>	2,8	10,92	13,6	27,30
<i>Toxicodendron sp.</i>	4,1	1,95	4,02	10,02
<i>Toxicodendron striata</i>	1,3	5,27	7,77	14,37
<i>Viburnum tinoides</i>	1,2	3,30	5,06	9,61
<i>Vismia ferruginea</i>	3,8	3,08	7,81	14,72

B

ESPECIES	IVI	N%	F%	IVIA
<i>Alchornea latifolia</i>	37,8	16,40	7,39	61,6
<i>Befaria mathewsii</i>	1,0	0,28	0,78	2,0
<i>Cecropia peltata</i>	4,0	0,81	1,76	6,6
<i>Cinchona sp.</i>	1,2	0,99	1,17	3,4
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	17,0	13,72	14,75	45,4
<i>Clethra revoluta</i>	61,9	5,27	7,02	74,2
<i>Clusia sp.</i>	1,0	4,41	9,18	14,6
<i>Cyathea sp.</i>	1,9	0,00	0,00	1,9
<i>Eugenia jambos</i>	0,9	2,12	1,56	4,6
<i>Goudotiana tulasne</i>	12,2	1,15	2,92	16,2
<i>Hedyosmun bomplandianum</i>	1,0	0,00	0,00	1,0
<i>Lacistema agregatum</i>	2,0	1,40	3,70	7,1
<i>Miconia caudata</i>	14,7	4,44	8,59	27,8
<i>Nectandra acutifolia</i>	7,0	12,81	10,55	30,3
<i>Ocotea sp.</i>	1,3	0,00	0,00	1,3
<i>Palicourea heterochroma</i>	1,0	26,67	19,74	47,4
<i>Palicourea sp.</i>	2,3	0,00	0,00	2,3
<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	1,2	18,03	12,11	31,3
<i>Quercus humboldtii</i>	110,1	44,01	17,81	171,9
<i>Myroxylon balsamum</i>	9,0	0,89	3,52	13,4
<i>Tibouchina lepidota</i>	2,7	5,16	9,37	17,2
<i>Toxicodendron sp.</i>	1,0	0,71	1,17	2,8
<i>Toxicodendron striata</i>	5,1	3,45	5,26	13,9
<i>Vismia ferruginea</i>	3,0	0,58	1,76	5,3

Anexo 15. Análisis multivariado de componentes principales en dos relictos de bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. Categoría Fustal.

* **PC.** Principal Componente

Variables	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8	PC9	PC10	PC11
Bosque	-0.253	-0.332	0.471	0.033	0.056	-0.258	0.562	-0.451	-0.105	0.053	0.002
Riqueza	-0.369	-0.060	-0.254	0.021	0.450	0.265	-0.254	-0.329	-0.536	-0.247	0.007
G. Roble	0.229	-0.473	-0.029	-0.025	0.317	-0.664	-0.287	0.254	-0.104	-0.151	-0.000
G. Otras	-0.341	0.061	-0.221	-0.243	-0.521	-0.416	-0.374	-0.358	-0.035	0.242	0.001
Pendiente	0.108	0.310	-0.649	-0.122	0.211	-0.319	0.551	-0.082	0.006	-0.006	0.005
Individuos	-0.049	-0.602	-0.366	-0.052	-0.217	0.266	0.147	0.071	0.103	0.032	0.585
Ind. Roble	0.329	-0.386	-0.244	0.079	0.076	0.218	-0.062	-0.338	0.160	0.383	-0.577
Ind. Otros	-0.384	-0.227	-0.135	-0.142	-0.295	0.053	0.219	0.408	-0.069	-0.360	-0.569
Simpson	0.417	-0.004	0.002	-0.029	-0.289	0.012	-0.041	-0.436	0.100	-0.735	0.002
Shannon	-0.409	-0.010	-0.029	-0.036	0.354	-0.029	-0.136	-0.114	0.799	-0.187	-0.003
Altura	0.141	-0.021	0.173	-0.945	0.169	0.159	0.007	-0.003	-0.020	0.053	0.004

