

DINÁMICA DE UN BOSQUE DE ROBLE (*Quercus humboldtii*), EN LA VEREDA
CLARETE, MUNICIPIO DE POPAYÁN, CAUCA



JOSÉ LUIS BELTRÁN MORALES
JESÙS AUGUSTO RIVERA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2011

DINÁMICA DE UN BOSQUE DE ROBLE (*Quercus humboldtii*), EN LA VEREDA
CLARETE, MUNICIPIO DE POPAYÁN, CAUCA

JOSÉ LUIS BELTRÁN MORALES
JESÚS AUGUSTO RIVERA

Trabajo de investigación presentado
para optar el título de ingenieros forestales

Director
Román Ospina Montealegre Msc.
Ingeniero Forestal

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2011

Nota de aceptación

Aprobado por los jurados en
cumplimiento a los requisitos
exigidos por la Universidad del
Cauca para optar el título de
Ingeniería Forestal.

ROMÁN OSPINA MONTEALEGRE Msc.
Director

JUAN CARLOS VILLALBA Msc.
Jurado

JUAN PABLO PAZ CONCHA Msc.
Jurado

Popayán, septiembre de 2011

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por habernos permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestros padres, que con su incondicional compañía y sacrificio, construyeron la oportunidad que quizá para ellos les fue esquivada.

A Román Ospina, por su amistad, orientación y paciencia para transmitir sus valiosos conocimientos en la dirección de esta investigación.

Nuestra gratitud, al grupo de alumnos de manejo forestal, por su valioso aporte en la recolección de la información.

A los docentes, que nos han acompañado durante el largo camino, brindándonos siempre su orientación en la adquisición de conocimientos con profesionalismo ético y afianzando nuestra formación como futuros profesionales.

A nuestros amigos y compañeros, que siempre estuvieron dispuestos para acompañarnos en los momentos difíciles, para hacer de estos, los mejores recuerdos de vida universitaria.

Al Señor Carlos Ortega, por la protección y conservación de los recursos naturales, colocando a disposición de la comunidad universitaria, la reserva forestal, en bien de la ciencia y la naturaleza.

Y, a todas las personas de alguna u otra manera nos apoyaron en esta etapa de la vida.

Jesús Augusto R.

José Luis B.

A DIOS, por darme la oportunidad de vivir, a mis padres Miryan y Efraín, quienes con su esfuerzo, apoyo y comprensión supieron guiar mi vida y estudios. A mi hermano Ronald por su apoyo incondicional, a mi abuelo Antonio y en especial a la memoria de mis abuelos y mi tía.

José Luis B.

A DIOS, por darme la vida y a mi madre Beatriz y a mi familia por su apoyo incondicional.

Jesús Augusto R.

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO REFERENCIAL	15
1.1 GENERALIDADES DE LOS BOSQUES DE ROBLE	15
1.2 ESPECIES REPRESENTATIVAS DE LOS ROBLEDALES EN LA MESETA DE POPAYÁN	16
1.2.1 Roble (<i>Quercus humboldtii</i>)	16
1.2.2 <i>Clethra revoluta</i>	16
1.2.3 <i>Nectandra acutifolia</i>	17
1.3 COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE	17
1.3.1 Riqueza	18
1.3.2 Estructura vertical	18
1.3.3 Estructura horizontal	18
1.3.4 Abundancia	19
1.3.5 Frecuencia	19
1.3.6 Dominancia	19
1.3.7 Índice de valor de importancia (IVI)	19
1.4 DINÁMICA	20
1.4.1 Mortalidad	20
1.4.2 Reclutamiento	22
1.4.3 Crecimiento	22
1.5 PARCELAS PERMANENTES DE MEDICIÓN EN COLOMBIA	23

	pág.
2. METODOLOGIA	24
2.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	24
2.2 GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO	25
2.3 GENERALIDADES DE LA ZONA DE CLARETE ALTO	27
2.3.1 Situación Geográfica	27
2.3.2 Vegetación	27
2.4 TRABAJO DE CAMPO	27
2.4.1 Recolección de la información	28
2.5 AJUSTE DE LA ECUACIÓN DE VOLUMEN PARA EL BOSQUE	30
2.6 ANÁLISIS DE DATOS	31
3 RESULTADOS	32
3.1 RIQUEZA, COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE	32
3.1.1 Riqueza y composición	32
3.1.2 Estructura horizontal	32
3.2 DINAMICA DEL BOSQUE	36
3.2.1 Mortalidad y reclutamiento	36
3.3 CRECIMIENTO DEL RODAL	39
3.3.1 Incremento en diámetro	39
3.3.2 Incremento en área basal	40
3.3.3 Incremento en Volumen	41
4. DISCUSION	42
5. CONCLUSIONES	46

	pág.
6. RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	57

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Distribución de parcelas temporales y permanentes existentes por región en Colombia.	23
Cuadro 2. Especies más abundantes del bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) para los años 2008 y 2011, en la Vereda Clarete Alto.	33
Cuadro 3. Familias más abundantes del bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) para los años 2008 y 2011, en la Vereda Clarete Alto.	34
Cuadro 4. Índice de Valor de Importancia para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) entre los años 2008 y 2011 en la Vereda Clarete Alto.	35
Cuadro 5. Tasas de mortalidad y reclutamiento para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Vereda Clarete Alto.	37
Cuadro 6. Tipos de mortalidad por especie para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Vereda Clarete Alto.	38
Cuadro 7. Crecimiento diamétrico promedio anual para las 10 especies con mayor incremento en dap para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Vereda Clarete Alto.	40
Cuadro 8. Estudios de riqueza florística en bosques de Colombia y relacionados con roble para individuos con dap \geq 10 cm.	43

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Localización general del área de estudio en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca.	24
Figura 2. Diseño de la parcela empleada para el estudio de la dinámica del bosque de roble, Vereda Alto Clarete.	25
Figura 3. Distribución de las eco regiones en el Departamento del Cauca.	26
Figura 4. Numeración empleada en la marcación de los individuos para la Parcela Permanente de Crecimiento.	28
Figura 5. Formas de medir el dap.	28
Figura 6. Método para la evaluación de calidad de fuste.	29
Figura 7. Posición de la copa de los árboles.	30
Figura 8. Distribución de individuos reportados de acuerdo a la Familia, género y especie, para el bosque de Clarete Alto, en los años 2008 y 2011.	32
Figura 9. Especies más abundantes del bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) para los años 2008 y 2011 en la Vereda Clarete Alto.	33
Figura 10. Clases de frecuencia para las especies reportadas en el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) entre los años 2008 y 2011 en la Vereda Clarete Alto.	34
Figura 11. Distribución del área basal en dos inventarios del bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) años 2008 y 2011, Vereda Clarete Alto.	35
Figura 12. Clases diamétricas, para los años 2008 y 2011 para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Vereda Clarete Alto.	36
Figura 13. Reclutamiento por familias para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Vereda Clarete Alto.	37
Figura 14. Mortalidad por clases diamétricas y especies para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Vereda Clarete Alto.	38
Figura 15. Mortalidad y tipos de mortalidad por especie para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Vereda Clarete Alto.	39

	pág.
Figura 16. Mortalidad y tipos de mortalidad por clase diamétrica para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Vereda Clarete Alto.	39
Figura 17. Crecimiento por clase diamétrica para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Vereda Clarete Alto.	40
Figura 18. Crecimiento promedio anual para las 6 especies con mayor incremento en área basal para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Vereda Clarete Alto.	41
Figura 19. Crecimiento promedio anual para las 6 especies con mayor incremento en volumen para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Vereda Clarete Alto.	41

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Especies reportadas para Individuos ≥ 10 cm dap en 24 subparcelas de 20x20m para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Vereda Clarete Alto.	57
Anexo B. Resumen de área basal, volumen, mortalidad y reclutamiento por subparcelas para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Vereda Clarete Alto.	58
Anexo C. Incrementos promedio por especie para el bosque de roble (<i>Quercus humboldtii</i>) en la Vereda Clarete Alto.	59

RESUMEN

Se analizó la dinámica (mortalidad y reclutamiento) de un bosque de roble (*Quercus humboldtii*), en la Vereda Clarete Alto, Municipio de Popayán, Departamento del Cauca en una parcela permanente de investigación de 0.96 ha. Durante el establecimiento de la parcela en el año 2008 se evaluaron los estratos fustal, latizal y brinzal. En el último censo del año 2011 en la parcela se registraron un total de 513 individuos con dap \geq 10cm, representados en 21 familias, 25 géneros y 29 especies; siendo las especies, *Q. humboldtii*, *Clethra revoluta* y *Nectandra acutifolia* las de mayor peso ecológico (IVI), la distribución de clases diamétricas presentó una concentración en las primeras clases, características propia de comunidades disetáneas. Se presentó un incremento promedio anual de 0.43 cm en dap; mientras que las tasas anuales de mortalidad y reclutamiento estuvieron por el orden del 3.4%, indicando un alto dinamismo y un aparente equilibrio dinámico del robledal.

Palabras Claves: Bosque, dinámica, forestal, incremento, roble.

ABSTRACT

We analyzed the dynamics (mortality and recruitment) of a forest of oak (*Quercus humboldtii*), in the village of Clarete Alto, Municipality of Popayán, Cauca Department in a permanent research plot of 0.96 ha. During the establishment of the plot in 2008 evaluated the upper-stem layers, saplings and seedlings. In the last census in 2011 in the plot were a total of 513 individuals with DBH \geq 10cm, represented in 21 families, 25 genera and 29 species, being the species, *Q. humboldtii*, *Clethra revoluta* and *Nectandra acutifolia* the heaviest ecological (IVI), the distribution of diameter classes present a concentration in the first class features disetáneas own communities. They presented an average annual increase of 0.43 cm dbh, while the annual rates of mortality and recruitment were the order of 3.4% for both variables, indicating a high apparent dynamism and a dynamic balance of oak forest.

Keywords: Dynamics, forest, increase, oak.

INTRODUCCIÓN

Los andes tropicales son reconocidos por su gran diversidad biológica y por ser un importante centro de endemismos a nivel nacional y mundial (Ariza *et al*, 2010); los andes Colombianos hacen parte de la eco región andes del norte, la cual es considerada dentro de los 200 sitios prioritarios para la conservación global de la biodiversidad, debido a su riqueza biológica y al alto grado de amenaza antrópica ya que la región se caracteriza en la actualidad por ubicarse en el centro de la actividad económica del país y por concentrar la mayor parte de la población (Rodríguez *et al*, 2010).

De acuerdo con Rodríguez en Avella y Cárdenas (2010), en los andes Colombianos los bosques andinos ocupan el 10% y los bosques alto-andinos el 2.9%, los cuales han sido severamente degradados al punto de permanecer en muchas partes solo como pequeños fragmentos aislados. Esto, debido a un sistema económico basado en la ganadería extensiva y la agricultura, actividades que generan problemas como la deforestación, la erosión de los suelos y la contaminación de los ríos (Ariza *et al*, 2010). Los robledales son un componente florístico importante de los bosques andinos y alto-andinos del país y por consiguiente son también amenazados (Otálora, 2003). Se distribuyen desde los 1.100 m hasta los 3.450 m de altura, su amplia distribución en la región la convierte en una de las especies más importantes a nivel biológico y socioeconómico, con grandes posibilidades de restauración, manejo y uso sostenible en los Andes colombianos (Avella, 2008).

Las comunidades naturales cambian con el tiempo, como una condición básica para el manejo y la conservación de las mismas, convirtiéndose esto en un tema central de análisis de las comunidades de bosques tropicales (Veblen, 1992). En este sentido, el presente trabajo tuvo como propósito conocer la dinámica de los bosques de roble de Popayán, para ello se planteó realizar una segunda medición de la parcela permanente de investigación establecida sobre un fragmento de bosque en el año 2007 y a partir de allí determinar los cambios que el mismo ha sufrido durante los últimos tres años, tomando como base los registros del año 2008.

1 MARCO REFERENCIAL

1.1 GENERALIDADES DE LOS BOSQUES DE ROBLE

Los robledales generalmente son asociaciones homogéneas y comúnmente dominadas por géneros de la familia Fagáceae (Devia y Arenas, 2000). En Colombia los bosques de roble se encuentran representados por los géneros *Quercus* y *Colombobalanus*, este último género es uno de los de mayor tamaño de la familia Fagáceae; las dos especies son representantes florísticos de las regiones templadas holárticas y su migración en el continente americano le ha permitido una diversificación considerable en el hemisferio sur (Agudelo, 2009; Ángel y Ávila, 2009).

Según Nieto y Rodríguez (2010), los bosques de roble común o roble blanco tienen una amplia distribución geográfica desde el sur de Texas en Estados Unidos hasta Esmeraldas en Ecuador. En los andes colombianos se distribuye ampliamente, se encuentran en las tres cordilleras, desde los 1.100 m hasta los 3.450 m de altura, en los departamentos de Antioquia, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Choco, Cundinamarca, Huila, Quindío, Risaralda, Nariño, Norte de Santander, Santander, Tolima, Valle del Cauca, Cesar y Córdoba (Avella, 2008). Generalmente esta especie se desarrolla a temperaturas entre 16 y 24°C y con una precipitación anual promedio de 1500 y 2500 mm/año (Agudelo, 2009); con una humedad relativa de 40 a 70 %. A pesar de ser una especie de amplia distribución y conformar grandes bosques, de acuerdo con las corporaciones autónomas regionales, casi el 42% de sus poblaciones han sufrido un intenso proceso de disminución, por lo cual el roble figura como vulnerable en la lista de especies maderables amenazadas (SINCHI, 2006).

De acuerdo con Avella (2008), los bosques de roble ofrecen una variedad de hábitats esenciales para muchas especies de flora y fauna, varias consideradas amenazadas y/o endémicas a nivel nacional. Según las condiciones de humedad y sombra generadas por las densas copas de estos bosques permiten la presencia de un gran número de especies de briófitos, líquenes, bromelias, orquídeas y helechos. Según Devia y Arenas (2000), la presencia de otras especies de porte arbóreo y arbustivo con alto valor comercial, al igual que la madera de roble, hacen de estos bosques áreas de gran interés económico, cultural, biológico, entre otros. Según Bravo y López (2008), entre las diversas especies asociadas al bosque de roble en la Vereda Clarete Alto se destacan *Clethra revoluta*, *Nectandra acutifolia*, *Clusia* sp., *Cecropia peltata*.

1.2 ESPECIES REPRESENTATIVAS DE LOS ROBLEDALES EN LA MESETA DE POPAYÁN.

1.2.1 Roble (*Quercus humboldtii*), es la especie más representativa de los ecosistemas denominados como robledales, pertenece a la familia Fagáceae, se caracteriza por ser un árbol corpulento y de lento crecimiento que alcanza hasta 35 de metros de altura y diámetro mayor a un metro; la corteza inicialmente es lisa y luego exfoliable, de color negruzco; madera dura y pesada, resistente a la pudrición en contacto con el suelo, duramen de color amarillo oscuro o grisáceo, olor y sabor no distintivos y de densidad 0.9 a 1.0 g/cm³; presenta una copa globosa y densa con presencia de yemas vegetativas deposición lateral (Cabezas, 2008); las hojas glabras, alternas, deciduas, elípticas a lanceoladas u oblanceoladas y peciolos cortos, pubescencia estrellada en la inserción de los nervios (Vargas, 2002); las flores son unisexuales, las masculinas en amento y las femeninas en cúpula. Inflorescencias masculinas amentoides, estambres numerosos, cada estambre con dos sacos polínicos; las flores femeninas, solitarias o algunas juntas, de color crema de 1 cm de longitud en un receptáculo de brácteas pubescentes, que una vez formado el fruto lo recubre en forma parcial (Agudelo, 2009; Vargas, 2002); los frutos son ovalados y pardos, con la base en forma de copa y una semilla verde oscuro, La semilla es en forma de una bellota ovoide y globosa, de 2 a 4 cm de largo y de 2 a 2.5 cm de ancho; su pericarpo tiene una consistencia coriácea. Las semillas verde oscuras se tornan pardo o café oscuras cuando maduran; su madera es utilizada para construcción, ebanistería, leña y elaboración de carbón vegetal, la corteza es de uso medicinal y fue utilizada entre los siglos XIX y XX en la curtiembre de pieles (SINCHI 2006), de acuerdo con Nieto y Rodríguez (2010), por su adaptabilidad a suelos degradados, se usa para actividades de restauración de los recursos naturales.

Es una especie de alta tolerancia ecológica, fácilmente adaptable a diferentes tipos de suelos desde los medianamente fértiles y profundos hasta suelos casi estériles presentando un óptimo desarrollo en suelos poco profundos, relativamente sueltos con pH entre 5.8 y 7.0, de textura arcillo-limosa y con una gruesa capa de humus (Díaz, 2009).

1.2.2 *Clethra revoluta*, especie de importancia para los bosques de roble en la meseta de Popayán (Bravo y López, 2008), pertenece a la familia Clethraceae, arboles de hasta 15 metros de altura, ramillas con la corteza agrietada y con fragmentos sueltos como placas; hojas alternas, enteras, simples, ovadas a ovado-elípticas, margen con dientes pequeños, base obtusa a redondeada, ápice redondeado a retuso, de 9 a 22 cm de longitud, haz glabra, algo amarillento, nervios impresos, envés densamente cubierto por pelos cortos cafés, nervios notorios, peciolo de 2 a 4 cm de longitud; inflorescencia terminal pubescente, ferruginosa, en racimos compuestos de hasta 20 cm; las flores presentan cáliz

pubescente, ferruginoso, corola blanco amarillenta; fruto capsular. Este árbol se reconoce a larga distancia por el color ferrugíneo de sus hojas y partes terminales, que contrasta con el color del resto de la vegetación, pueden llegar a alcanzar diámetros de hasta 80 cm y se encuentra comúnmente entre los 3000 y 3500 m (Vargas, 2002).

1.2.3 *Nectandra acutifolia*, según Bravo y López (2008) esta especie es importante en los robledales presentes en la meseta de Popayán, este árbol alcanza de 15 a 20 m de altura, el tronco alcanza los 45 cm de diámetro; copa piramidal, su corteza es lisa y la corteza interna emana una sustancia de consistencia babosa; las hojas son simples, alternas, enteras y se tornan de color rojo al madurar; los frutos son ovalados de 20 mm de longitud y 8 mm de ancho y contienen una semilla.; La madera de este árbol y sus hojas poseen un agradable olor. Se encuentra entre 1000 y 1600 m y la madera de esta especie se utiliza para chapas desenrolladas de triplex, cartonería, tabla de formaleta piso, ebanistería, cajonería y además es una planta utilizada para el sombrío, forestación y sus frutos son alimento para la avifauna. (Red Nacional de Jardines Botánicos, 2008)

1.3 COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE

Según Louman *et al*, (2001) la información sobre la estructura y la composición actual del bosque es esencial para poder tomar decisiones sobre el uso futuro del mismo; dentro del análisis de la composición y estructura del bosque se tienen en cuenta las especies, la abundancia y frecuencia de estas, su distribución diamétrica, el área basal, la altura y finalmente el volumen (Pawlowski y Mariaca, 2007).

Para Louman *et al*, (2001), la composición de un bosque se encuentra determinada tanto por los factores ambientales, como posición geográfica, clima, suelos y topografía, como por la dinámica del bosque y la ecología de sus especies. Bravo y López, (2008), indican que este es un criterio importante que se obtiene de un inventario florístico y revela cuales especies, géneros y familias están presentes en el bosque. La composición de un bosque se orienta como la diversidad de especies en un ecosistema, el estudio de la composición florística, es útil para comparar las comunidades vegetales en función de su riqueza (cantidad de especies), y evidenciar aspectos de su ecología como la representatividad (balance equitativo de las especies) y la heterogeneidad (disimilitud entre riqueza y representatividad) (Jiménez, 2009; Wadsworth, 2000).

1.3.1 Riqueza. Melo y Vargas (2003), definen la riqueza florística como la cantidad de especies por unidad de área dentro de un ecosistema particular. Louman, *et al.* (2001), la explican como aquella que expresa el número total especies presentes en un bosque. Una forma de evaluar la riqueza florística es a través de la curva especies-área, 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 (Bravo y López, 2008).

Según Melo y Vargas (2003), los bosques tropicales pueden estudiarse desde el punto de vista de su organización, es decir, de la forma en que están constituidos, de su arquitectura y de las estructuras subyacentes. La descripción fisionómico estructural tiene por objeto lograr producir una representación gráfica o sintética de la comunidad que permita la comparación visual donde esta se encuentra definida por el ordenamiento en sentido vertical y horizontal de sus componentes (Mateucci citado por Cortes, 2008).

1.3.2 Estructura vertical. Manzanero y Pinelo citados por Bravo y López (2008), definen a esta como las distribuciones que presentan las masas foliares en el plano vertical, las distribuciones cuantitativas de las variables medidas en el plano vertical, tal como la altura. Melo y Vargas (2003), plantean que la estructura vertical se puede estudiar bajo diferentes concepciones o puntos de vista, de acuerdo con la naturaleza de los estudios identificando tres tendencias respecto al concepto de estratificación de los bosques tropicales, dinámico, donde la naturaleza del dosel es cambiante, puesto que el bosque está creciendo en parches todo el tiempo, de tal forma que estos parches de distintos tamaños están en las diversas fases del ciclo de crecimiento del bosque, funcional, la cual considera que la estructura tridimensional del bosque determina la cantidad de espacio ocupado por la masa boscosa a diferentes niveles y en consecuencia controla el microclima interno y la energía disponible para otros organismos, determinando la disponibilidad de sus fuentes alimenticias y sus posibilidades de locomoción y comunicación; la estructural donde los árboles del bosque se agrupan en diferentes estratos o pisos.

1.3.3 Estructura horizontal. Permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema (Melo y Vargas, 2003). Estos comprenden las abundancias, frecuencias y dominancias, como índices derivados se obtienen el Índice de Valor de Importancia (IVI) y el cociente de mezcla (CM) (Alvis, 2009), de acuerdo con Melo y Vargas (2003), los valores de

estos índices pueden ser calculados tanto para las especies, como también, para determinados géneros, familias y formas de vida.

1.3.4 Abundancia. Llamada por algunos autores como densidad, hace referencia al número de árboles por especie en un área determinada (abundancia absoluta), igualmente se distingue la abundancia relativa, la cual indica el porcentaje de participación de cada especie referida al número de árboles totales encontrados en la parcela (Jiménez, 2009; Melo y Vargas, 2003).

1.3.5 Frecuencia. Se refiere a la presencia o ausencia de una determinada especie en una subparcela o la probabilidad de encontrar uno o más individuos en una unidad muestral, La frecuencia es un indicador para el grado de homogeneidad de un bosque o cobertura vegetal, la frecuencia absoluta de una especie se expresa como porcentaje del número total de subparcelas en las que aparece, la frecuencia relativa de una especie se calcula como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies (Pawlowski y Mariaca, 2007; Melo y Vargas, 2003).

1.3.6 Dominancia. Denominada como el grado de cobertura de las especies o área basal (G), desde el punto de vista silvicultural, es la medida más importante de la organización horizontal; se define como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo. La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, como se muestra en la ecuación 1 (Louman *et al*, 2001; Melo y Vargas, 2003).

$$G = (\pi \div 40000) \times dap^2 \quad \text{Ecuación 1}$$

1.3.7 Índice de valor de importancia (IVI). Creado por Curtis & Macintosh en 1951, bajo la premisa de que “la variación en la composición florística es una de las características más importantes que deben ser determinadas en el estudio de una vegetación”, es uno de los índices más utilizados en el análisis de ecosistemas forestales tropicales (Lozada, 2010), se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa, reflejando la importancia relativa de cada especie en la comunidad, La obtención de índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, estructuras, sitio y dinámica (Jiménez, 2009; Melo y Vargas, 2003).

1.4 DINÁMICA

Según Rey (1997), la dinámica de los bosques es la expresión de la evolución en el tiempo y en el espacio de la composición de los ecosistemas, bajo la influencia de factores y parámetros naturales o antrópicos. Igualmente, el estudio de la dinámica forestal se fundamenta en la descripción de la estructura y composición de una determinada superficie de bosque y en el análisis de los cambios que experimenta en el tiempo (Veblen citado por Rozas, 2001). De esta manera, entre los procesos más importantes que pretenden estudiar de una comunidad vegetal, se procura determinar la mortalidad, el reclutamiento de árboles, el crecimiento de los individuos y su relación con las características físicas y bióticas (Finegan, 2001).

1.4.1 Mortalidad. Londoño y Jiménez (1999), indican a esta con un papel importante en los ecosistemas boscosos. El conocimiento y la comprensión de este mecanismo de funcionamiento, en todas las escalas, es fundamental en la demografía arbórea y contribuye al conocimiento de los sistemas naturales; la mortalidad ocurre en diferentes escalas de intensidad, espacio y tiempo. Según su intensidad, la mortalidad arbórea se puede expresar como el porcentaje de tallos o biomasa por unidad de tiempo y área, se subdivide en mortalidad de trasfondo cuando es menor al 5% por año y mortalidad catastrófica cuando anualmente supera dicho porcentaje. La escala espacial hace referencia a la mortalidad local y a la mortalidad masiva y la escala de tiempo se refiere a la mortalidad gradual o la mortalidad súbita (Londoño y Jiménez, 1999; Melo y Vargas, 2003).

La mortalidad en los árboles se puede generar por procesos endógenos, genéticamente dados, que comprenden cambios metabólicos conocidos como senescencia ó por factores exógenos como por la acción de sustancias tóxicas, agentes patógenos, parásitos o consumidores, como también es ocasionada por cambios ambientales que reducen o eliminan una entrada necesaria de materia o energía. Igualmente cuando un bosque es impactado mecánica o químicamente por una fuerza externa (huracanes, incendios, derrames de hidrocarburos, deslizamientos, etc.).

Debido a la dificultad para determinar la causa de la muerte de los árboles, de acuerdo con Londoño y Jiménez, (1999); Londoño y Álvarez (1997); Melo y Vargas (2003), establecen tipos o categorías de muerte como se relacionan a continuación.

- **Muerto en pie (MP).** Cuando el individuo muerto se encuentra en pie, sin daños evidentes en su fuste o ramas.

- **Tronco partido (TP)**. Cuando se encuentra al individuo con fragmentos del fuste en pie y otros en el suelo.
- **Caído de raíz (CR)**. Cuando el individuo se encuentra completamente caído en el suelo con las raíces expuestas.
- **Individuos desaparecidos (DE)**. Cuando en los procesos de monitoreo no se encuentra a un individuo que aparece en los registros anteriores y no hay evidencia de fragmentos en estado de descomposición.
- **Cortado (COR)**. Cuando aparecen como evidencia los tocones de los árboles aprovechados por las comunidades locales.
- **Sin clasificación (SCLA)**. Este tipo de mortalidad cubija a los individuos que no pueden ser clasificados en las anteriores categorías.

Según Londoño y Jiménez (1999), la mortalidad se puede calcular a partir del Coeficiente de mortalidad exponencial que expresa la pendiente del logaritmo neperiano de la curva de sobrevivencia, como se muestra en la ecuación 2.

$$\lambda_m = \left[\frac{\ln \frac{N_0}{N_s}}{t} \right] \times 100 \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde λ_m corresponde al coeficiente de mortalidad exponencial; N_0 es el Número de individuos inicialmente inventariados; N_s el número de individuos inicialmente inventariados sobrevivientes en un inventario posterior, después de un intervalo t de tiempo, $N_s = N_0 - M_u$; M_u es el número de individuos muertos durante el intervalo t de tiempo y t es el Intervalo de tiempo en años, transcurrido entre los dos inventarios.

Otra forma de cuantificar la mortalidad es mediante el cálculo de r_m "tasa anual de mortalidad", que se puede obtener a partir de la ecuación 3 (Londoño y Jiménez, 1999).

$$r_m = \left[1 - \left(\frac{N_s}{N_0} \right)^{\frac{1}{t}} \right] \times 100 \quad \text{Ecuación 3}$$

Dónde r_m es la Tasa anual de mortalidad expresada en porcentaje; N_0 es el número de individuos inicialmente inventariados; N_s el número de individuos inicialmente inventariados sobrevivientes en un inventario posterior, después de un intervalo t de tiempo, $N_s = N_0 - M_u$; donde M_u corresponde al número de individuos muertos durante el intervalo t de tiempo y t es el Intervalo de tiempo en años, transcurrido entre los dos inventarios.

Otro parámetro que ayuda a valorar la mortalidad es la “**Vida media del bosque**” que indica el tiempo necesario para que muera un 50% de los individuos de una cohorte presente en un momento determinado, se calcula mediante la ecuación 4 (Quinto, 2009; Ramírez *et al*, 2002).

$$t_{0,5} = (\text{Ln } 0,5)/\text{Ln}(1 - m) \quad \text{Ecuación 4}$$

Dónde $t_{0,5}$ corresponde a la vida media del bosque en años; **Ln** el logaritmo neperiano y **m** la tasa anual de mortalidad.

1.4.2 Reclutamiento. Según Londoño y Jiménez (1999), este es una expresión de la fecundidad de las especies, igual que del crecimiento y sobrevivencia de los juveniles, constituyendo uno de los aspectos dinámicos más importantes de una población. Desde el punto de vista silvicultural, el reclutamiento mide el número de individuos que anualmente sobrepasan el límite inferior de medición para una distribución de categorías de tamaño (Melo y Vargas, 2003). La tasa de reclutamiento de los árboles pueden deducirse, en términos similares que la mortalidad, generando el coeficiente de reclutamiento exponencial (λ_r) y la tasa anual de reclutamiento (r_r) que se pueden calcular mediante las ecuaciones 5 y 6 (Londoño y Jiménez, 1999; Melo y Vargas, 2003; Quinto, 2009).

$$\lambda_r = \left[\frac{\ln \frac{N_t}{N_0}}{t} \right] \times 100 \quad \text{Ecuación 5}$$

Dónde λ_r corresponde al coeficiente de reclutamiento exponencial; N_t es el número de individuos inicialmente inventariados más los reclutados durante el período t de tiempo, $N_t = N_0 + I$; donde N_0 es el número de individuos inicialmente inventariados; I expresa Número de individuos reclutados durante el intervalo t de tiempo y t el Intervalo de tiempo en años, transcurrido entre los dos inventarios.

$$r_r = \left[\left(\frac{N_0}{N_t} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] \times 100 \quad \text{Ecuación 6}$$

Dónde r_r es la tasa anual de reclutamiento expresada en porcentaje; N_t el número de individuos inicialmente inventariados más los reclutados durante el período t de tiempo, $N_t = N_0 + I$; N_0 corresponde al Número de individuos inicialmente inventariados; I el Número de individuos reclutados durante el intervalo t de tiempo y t el intervalo de tiempo en años, transcurrido entre los dos inventarios.

1.4.3 Crecimiento. Para Acevedo *et al* (2009), conocer el crecimiento en los bosques es importante tanto económica como ecológicamente, por su utilidad para estimar y predecir el rendimiento forestal, así como por su papel en el entendimiento de la demografía poblacional y la dinámica del bosque. Según Louman *et al* (2001), el crecimiento de los árboles es su aumento de tamaño en el tiempo, este se puede expresar en términos del diámetro, altura, área basal o volumen; a la magnitud de estos crecimientos se denominan incrementos, los

cuales se expresan como el Incremento corriente anual (crecimiento que se genera en los árboles en un año específico, ICA), Incremento periódico anual (crecimiento para cualquier período específico de tiempo, el cual es dividido por el número de años en dicho período, IPA), Incremento medio anual (crecimiento total del individuo o del rodal dividido por la edad total, IMA) (Melo y Vargas, 2003).

1.5 PARCELAS PERMANENTES DE MEDICIÓN EN COLOMBIA (PPM)

Los estudios en bosques naturales con base en parcelas permanentes comenzaron en la década de 1970 en la región de Urabá (Antioquia), donde en 1979 se estudió el crecimiento del cativo (*Prioria copaifera*. Griseb). La investigación en PPM en Colombia es relativamente reciente; teniendo en cuenta el año de establecimiento de las parcelas más antiguas que todavía se mantienen en la actualidad son de 1989 y 1990 en el Departamento del Amazonas. En la región Pacífica se instalaron en 1992, en la región Andina, en 1994, mientras que las del Caribe en 1998. Según los datos compilados por Vallejo *et al* (2005), revelan que en Colombia existen 65 localidades donde se han establecido 189 parcelas permanentes, las cuales cubren un total de 100,35 ha inventariadas, localizadas en 14 Departamentos de Colombia, las cuales se han centrado en el crecimiento dimétrico de los árboles para cuantificar las posibilidades de aprovechamiento maderero del bosque. Actualmente el Sistema de Información Ambiental de Colombia (2011), considera que el número puede ser mayor, debido a que los estudios relacionados con la estructura y dinámica de los bosques tropicales han tomado fuerza en los últimos años (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de parcelas temporales y permanentes existentes por región en Colombia.

Región	0,05 (ha)	0,1 (ha)	0,2 (ha)	0,25 (ha)	1 (ha)	1,8 (ha)	25 (ha)	Total No. Parcelas	Total Área (ha)
Amazonia		239			32	2	1	274	84,5
Andina	87	183		12	38		1	321	88,65
Insular	74				1			75	4,7
Llanura del Caribe		16	3		3			22	5,2
Orinoquia		213						213	21,3
Pacífico		495			14			509	63,5
San Andrés Islas		46						46	4,6
Total	161	1.192	3	12	88	2	2	1.460	272,45

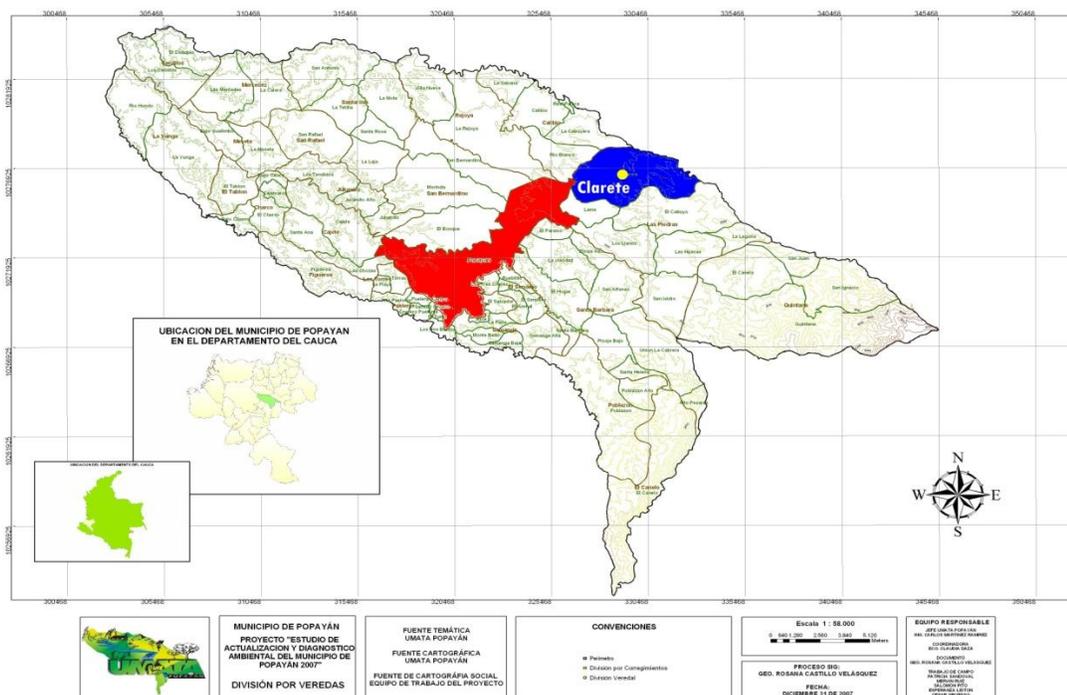
Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2010.

2. METODOLOGIA

2.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en una parcela permanente ubicada en un bosque de la Vereda Clarete Alto (Figura 1), con coordenadas 2°29'56.13"N - 76°31'39.72"O, a 1986 m.s.n.m., situada en la zona norte del Municipio de Popayán, en el Departamento del Cauca. Según Bravo y López (2008), el área total del bosque de Clarete Alto es de 103.17 has.

Figura 1. Localización general del área de estudio en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca.

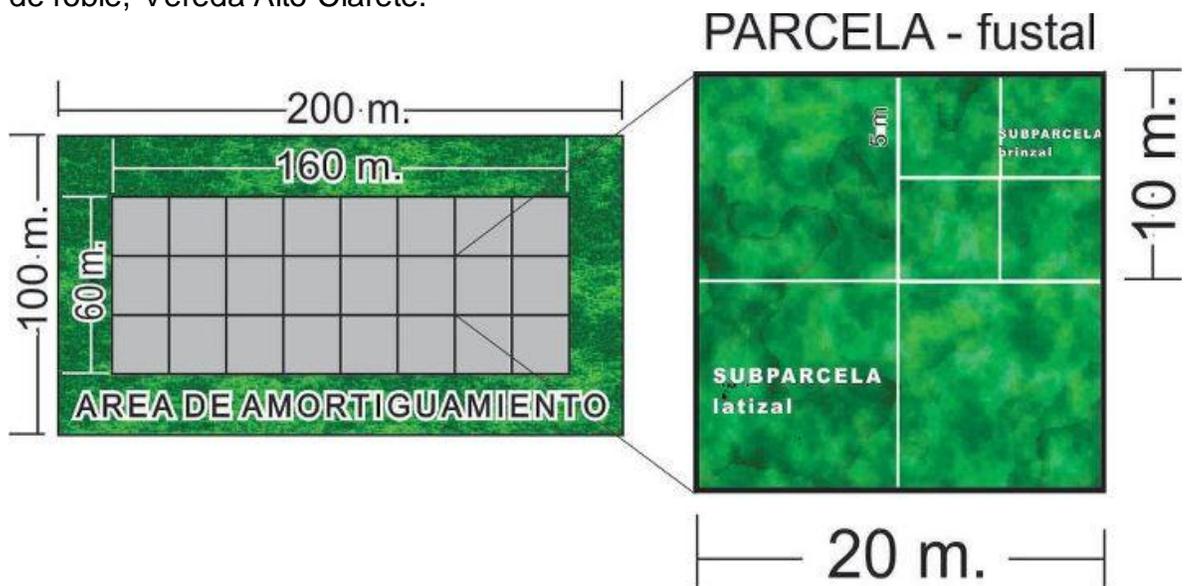


Fuente: adaptado de Alvis, 2009

La parcela permanente se estableció en el año 2008 por la Universidad del Cauca con el fin de estudiar la dinámica de estos bosques (Paz y Ospina, 2006). Esta unidad de investigación tiene forma rectangular de 100x200 metros (2 ha), de los cuales 60x160 metros (0.96 ha.), corresponden al área efectiva de medición, el resto (1.04ha) corresponde a la zona de amortiguamiento de la parcela como se muestra en la figura 2. El sitio se encuentra localizado geográficamente y

caracterizado topográficamente, la parcela se halla dividida en 24 subparcelas de 20x20 metros (0.04 ha) para registrar la información de los individuos ≥ 10 centímetros de diámetro a la altura del pecho (dap) y en cada una de estas se encuentran inscritas sub-parcelas de 10x10 metros, para registrar los individuos ≥ 1.5 metros de altura y ≤ 10 cm de dap, incluyendo árboles, arbustos, palmas y helechos arborescentes y una de 5x5 metros donde se evaluó la regeneración establecida, herbáceas grandes como helechos, heliconias y anturios (Bravo y López, 2008).

Figura 2. Diseño de la parcela empleada para el estudio de la dinámica del bosque de roble, Vereda Alto Clarete.



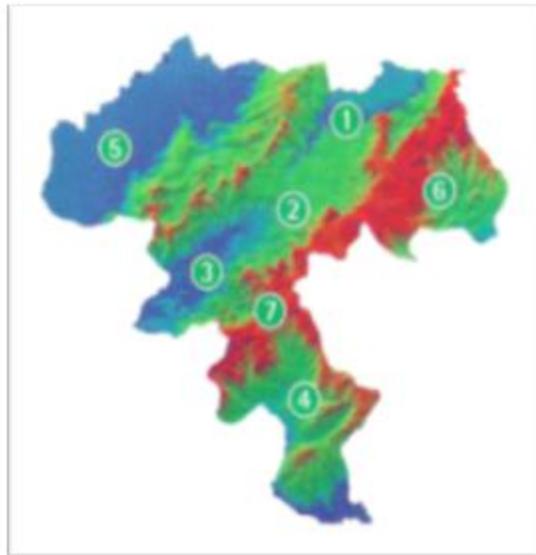
2.2 GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Departamento del Cauca está integrado por grandes eco regiones (Figura 3) como las siguientes: (1) Valle del Cauca, (2) Meseta de Popayán, (3) Valle del Patía, (4) Bota Caucana, (5) Llanura del Pacífico, (6) Corredor Andino, y (7) Macizo Colombiano. Además se caracteriza por su gran heterogeneidad desde el punto de vista biológico, social, cultural y económico (CRC, 2007).

La presente investigación se desarrolló en la eco región **(2) meseta de Popayán**, la cual se caracteriza por presentar pequeñas colinas redondeadas moldeadas por la presencia de mantos de ceniza volcánica originadas por erupciones de los volcanes Puracé y Sotará y entre cruzada 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 (CRC, 2007).

Figura 3. Distribución de las eco regiones en el Departamento del Cauca.



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

La presente investigación se desarrolló en la eco región **(2) meseta de Popayán**, la cual se caracteriza por presentar pequeñas colinas redondeadas moldeadas por la presencia de mantos de ceniza volcánica originadas por erupciones de los volcanes Puracé y Sotará y entre cruzada 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 (CRC, 2007).

La situación actual ambiental rural, refleja problemas en cuanto a la subutilización de los suelos, ganadería extensiva, tala de bosques para leña, carbón y expansión de la frontera agropecuaria, perdida de la fauna asociada, contaminación al agua por uso de agroquímicos, bebederos, actividad minera e industrial; es de destacar la producción agrícola, principalmente de cafés orgánicos especiales, además cultivos de plátano, cebolla, ajo, caña de azúcar, yuca, hortalizas, lulo, mora, guayaba, maíz, entre otros (CRC, 2007).

2.3 GENERALIDADES DE LA ZONA DE CLARETE ALTO

2.3.1 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 (López y Bravo, 2008).

2.3.2 Vegetación. De acuerdo con López y Bravo (2008), se nota gran intervención antrópica que ha llevado a la destrucción de esta. Paz y Ospina (2006), expresan que la vegetación original fue destruida; existen fragmentos de roble (*Quercus humboldtii*), yarumo (*Cecropia peltata*), mortiño (*Escallonia paniculata*), 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 son 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).

El relieve es fuertemente quebrado, tiene cimas ligeramente redondeadas y pendientes rectas e irregulares, de 25 a 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 continua (López y Bravo, 2008).

2.4 TRABAJO DE CAMPO

Inicialmente se realizó un recorrido de la zona de estudio observando características generales del estado actual del robledal, se localizaron los vértices de la parcela que se encuentran delimitados por mojones establecidos en el año 2007. Se continuó con la reinstalación de la parcela, con la orientación y la localización de árboles anteriormente marcados para ayudar a definir el borde de la parcela, demarcándola con estacas y cintas reflectivas.

Para el registro de los individuos, marcación y numeración de las parcelas, se tuvo en cuenta la base de datos del año 2008; se procedió a dar una nueva codificación a los individuos, se enumeraron las 24 subparcelas, luego se procedió a identificar y registrar los individuos, incluyendo los no registrados en el estudio anterior y los

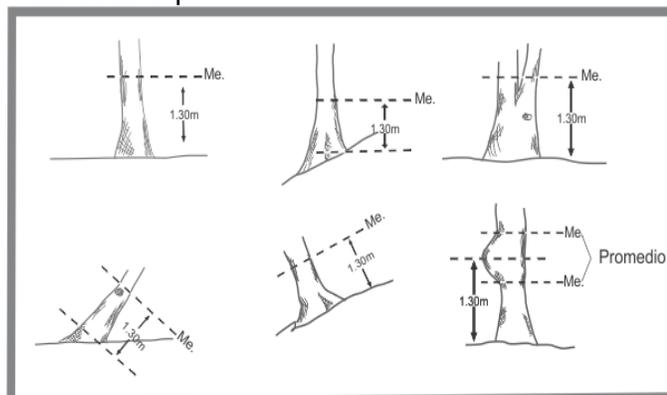
nuevos individuos que ingresaron a la categoría de ≥ 10 cm; se marcaron con una placa de aluminio y para la fijación de la placa al árbol se utilizó una cuerda de polipropileno lo suficiente mente larga, con el fin de evitar que se rompa con el incremento diamétrico. (Figura 4)

Figura 4. Placa con numeración empleada en la marcación de los individuos para la Parcela Permanente de Crecimiento.



2.4.1 Recolección de la información. Para cada una de las 24 subparcelas inscritas se registró la vegetación ≥ 10 cm de dap; para lo cual se tuvo en cuenta los parámetros utilizados en la primera medición. Para la medición del diámetro normal o diámetro a la altura del Pecho (dap).se utilizó como punto de referencia el diámetro del árbol medido a 1.30 m de la superficie del suelo; en la medición del diámetro para árboles deformados, bifurcados e inclinados se emplearon las recomendaciones que se muestran en la Figura 5. Para la medición del diámetro se utilizó como instrumento la cinta diamétrica.

Figura 5. Formas de medir el dap.

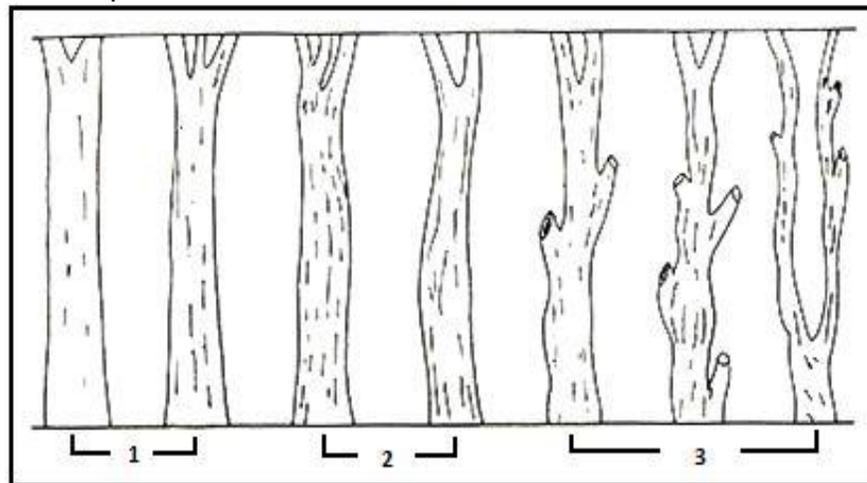


Fuente: Guía para la instalación y Evaluación de Parcelas permanentes de Muestreo BOLFOR; PROMOBOSQUES.1999.

La medición de alturas se realizó con estimaciones indirectas; se utilizó como instrumento un hipsómetro que recurre a principios trigonométricos para su obtención; se registró la altura total y la altura hasta la base de la copa.

Para estimar la forma del fuste se basó en la adaptación hecha por López y Bravo (2008) en la primera medición en la cual valoran la forma del fuste en tres tipos; 1 para arboles con fuste completamente recto y circular en las secciones, cilíndrico, sin defectos; 2 en árboles con fuste regular, casi recto en algunos metros, más o menos circular, sin defectos importantes y 3 para arboles con fuste de crecimiento espiralado, torcido, muy bifurcado, achaparrado (Figura 6).

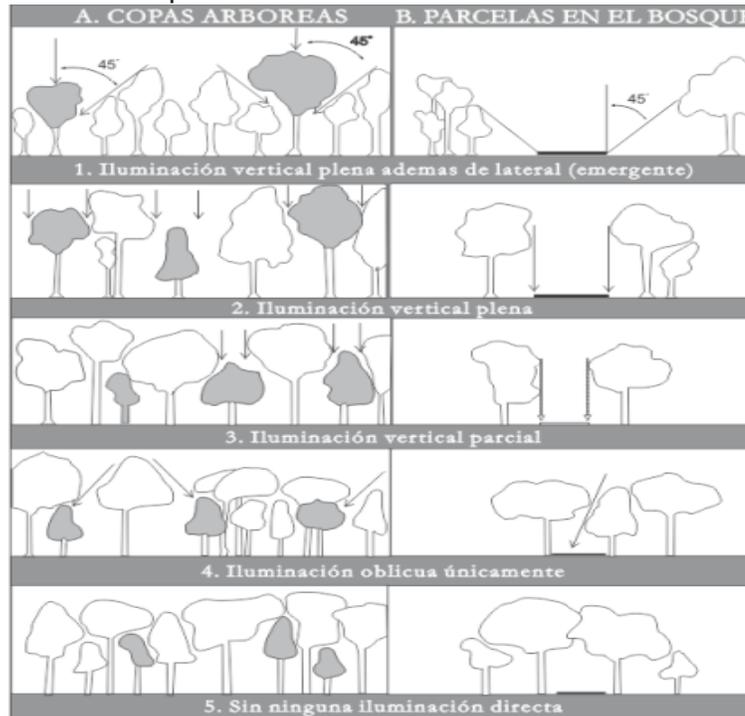
Figura 6. Método para la evaluación de calidad de fuste.



Fuente: Adaptado de López y bravo, 2008.

Para evaluar la condición de luz se trabajó con el método utilizado en la primera medición; donde la condición de la iluminación se estimó mediante la posición de copa; el sistema de calificaciones establecido por Dawkins y modificado por Hutchinson (1993) como se ilustra en la figura 7. Los criterios establecidos para la evaluación de la condición de iluminación fueron 1 para árboles "**Emergentes**" de copa con plena exposición a la luz, tanto en la parte superior como lateral; 2 para "**Plena luz superior**", arboles con plena iluminación en la parte superior de la copa, pero con copas que impiden la llegada de la luz lateral; 3 "**Luz superior parcial**" arboles con una copa con iluminación parcial en la parte superior; 4 "**Luz lateral parcial**" con una copa con iluminación en solo un lado; 5 para "**Ausencia de luz directa**" árboles que presentan una copa sin iluminación directa.

Figura 7. Posición de la copa de los árboles.



Fuente: Manzanero y Pinelo, 2004.

2.5 AJUSTE DE LA ECUACIÓN DE VOLUMEN PARA EL BOSQUE

Para determinar el volumen se adaptó un factor de forma falso, para ello se seleccionaron al azar 19 individuos a los cuales se les registró el diámetro a la altura del pecho, diámetro a un tercio de la altura total y la altura total en metros. Estas variables se midieron utilizando cinta diamétrica y el hipsómetro.

Para estimar el volumen del bosque, se determinó la relación entre el factor de forma falso (f) y el coeficiente de forma (C_f), asumiendo que podemos describir el volumen del fuste a través de la ecuación de Huber (Ecuación 6) y calculando el factor de forma en referencia a un cilindro de base igual al dap y de altura igual a H como se indica en la ecuación 7 (Lema, 1979; Corvalán y Hernández, 2010)

$$v_{fuste} = v_{cilindro} \cdot f = G \cdot H \cdot f \quad \text{Ecuación 6.}$$

$$f = \frac{d_{H/3}^2}{Dap^2} = \left[\frac{d_{H/3}}{Dap} \right]^2 = C_f^2 \quad \text{Ecuación 7.}$$

Dónde f expresa el factor de forma falso, C_f expresa el cociente de forma falso; $d_{H/3}$ se refiere al diámetro de fuste a 1/3 del árbol; G al área basal y $d_{H/3}$ es el

diámetro a $1/3$ del árbol. Esto es, el factor de forma es equivalente al coeficiente de forma al cuadrado.

2.6 ANÁLISIS DE DATOS

En esta etapa se elaboró y organizó la base de datos de la información de campo, las tablas obtenidas se procesaron en los programas Excel[®] y SPSS[®].

Para determinar el estado actual del bosque, se utilizaron parámetros (riqueza, composición, frecuencia, dominancia, abundancia, MI) manejados por López y Bravo en la primera medición, se elaboraron gráficos y tablas que fueron comparadas y analizadas con la información del primer censo. El área basal por hectárea se determinó en base a la sumatoria de esta, en todos los individuos de la parcela.

Al evaluar la dinámica se cuantificaron parámetros de mortalidad y reclutamiento y para valorar el crecimiento en la parcela se confrontaron los datos de dap, área basal y volumen establecidos en la base de datos anterior, donde se excluyeron del análisis algunos datos ya que al revisar la información, algunos registros presentaban errores de medición en el dap, generando inconsistencias durante su posterior análisis.

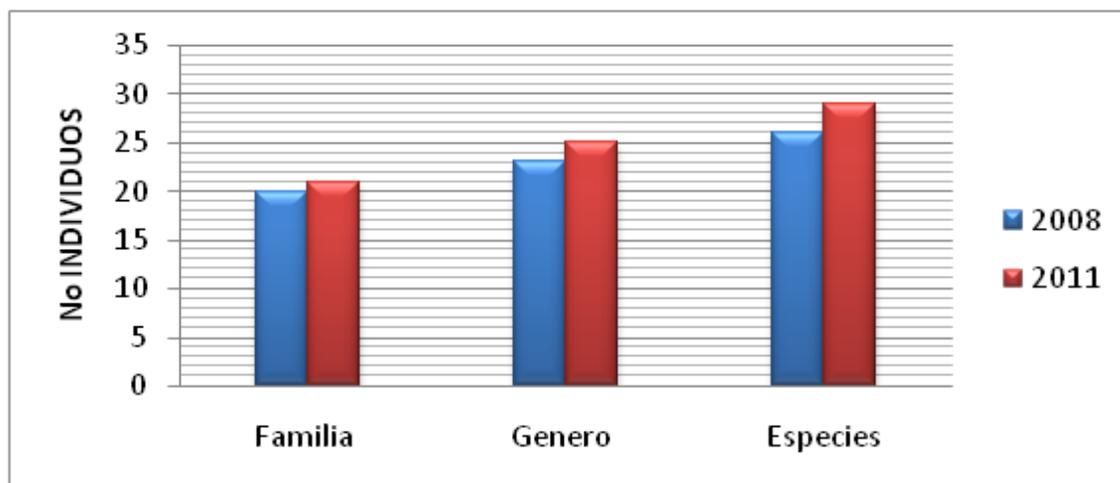
3 RESULTADOS

3.1 RIQUEZA, COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL BOSQUE

3.1.1 Riqueza y composición. Para el censo de la parcela se registraron un total de 513 individuos con $dap \geq 10\text{cm}$, representados en 21 familias, 25 géneros y 29 especies (Figura 8 y Anexo A). Las familias más representativas en número de individuos fueron Fagaceae con el 63%, Clethraceae con 10.7% y Lauraceae con 5.7 %. Con respecto a la primera medición ingresaron dos familias, Cunoniaceae y Tiliaceae y no se reportó la familia Caprifoliaceae presente en el primer inventario.

Se registraron cuatro especies que no fueron reportadas en el primer inventario, *Eugenia jambos*, *Heliocarpus popayanensis*, *weinmannia heterophylla* y *Nectandra reticulata* y para, las tres primeras, sus géneros no habían sido reportados para el bosque.

Figura 8. Distribución de individuos reportados de acuerdo a la Familia, género y especie, para el bosque de Clarete Alto, en los años 2008 y 2011.



3.1.2 Estructura horizontal. Para el Robledal de Clarete se presentaron 534 individuos por hectárea, con un promedio de 21 ± 5.3 individuos por subparcela. Encontrando 3 individuos más en promedio por subparcela en comparación con lo reportado durante el año 2008.

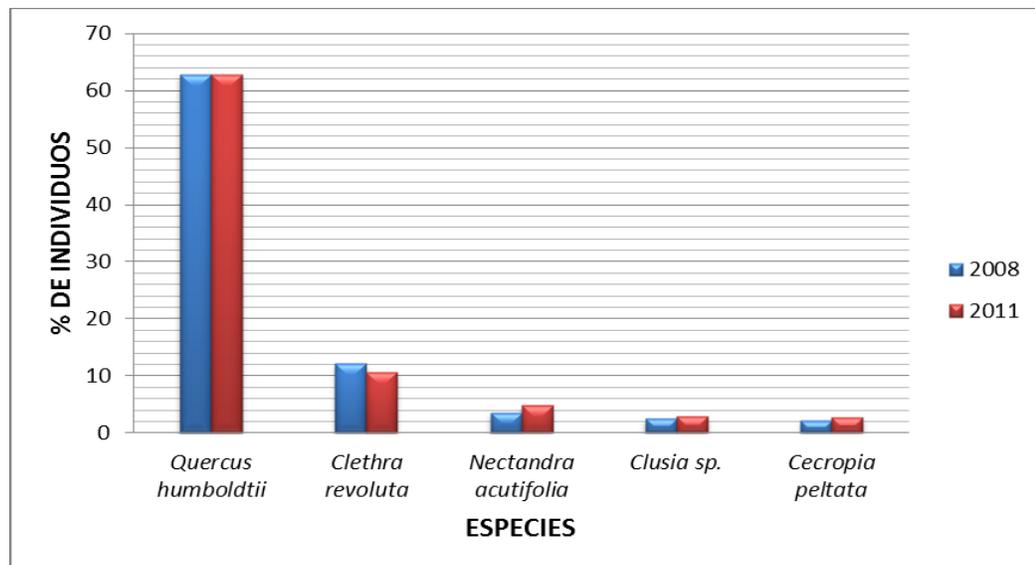
Comparando los resultados de abundancia reportados por López y Bravo en el año 2008, la especie *Quercus humboldtii*, mantuvo una misma abundancia dentro de la parcela mientras que la segunda especie *Clethra revoluta*, disminuyó en un

1.4 %, y caso contrario ocurrió con la especie *Nectandra acutifolia* que aumentó en 1.2%, de igual forma ocurrió con la especie *Clusia sp* con un aumento en 0.4% y para la especie *Cecropia peltata* con un aumento en 0.7% (Cuadro 2 y Figura 9).

Cuadro 2. Especies más abundantes del bosque de roble (*Quercus humboldtii*) para los años 2008 y 2011, en la Vereda Clarete Alto.

Nombre científico	% Individuos	
	2011	2008
<i>Quercus humboldtii</i>	62,9	62,9
<i>Clethra revoluta</i>	10,7	12,1
<i>Nectandra acutifolia</i>	4,8	3,6
<i>Clusia sp</i>	2,9	2,5
<i>Cecropia peltata</i>	2,7	2,2

Figura 9. Especies más abundantes del bosque de roble (*Quercus humboldtii*) para los años 2008 y 2011 en la Vereda Clarete Alto.



En cuanto a la abundancia de las familias, se encontró que la familia Fagáceae mantuvo igual porcentaje que en la medición anterior, mientras que las familias Lauraceae y Cecropiaceae aumentaron en un 0.7%; y las familias Clethraceae y

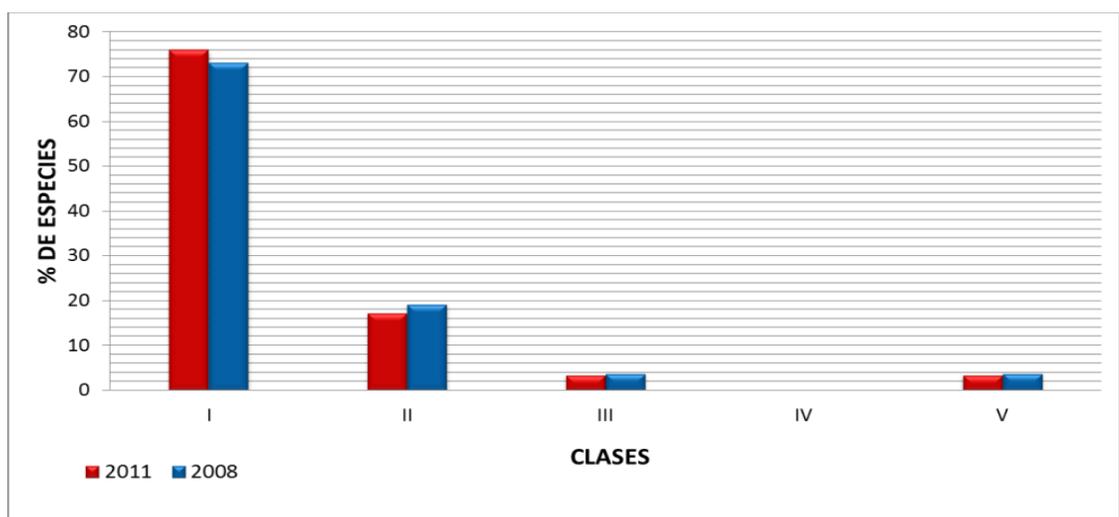
Clusiaceae presentaron una disminución de 0.3% y 0,1% respectivamente con relación a la primera medición (Cuadro3).

Cuadro 3. Familias más abundantes del bosque de roble (*Quercus humboldtii*) para los años 2008 y 2011, en la Vereda Clarete Alto.

Familia	2008		2011	
	Individuos	%	Individuos	%
FAGACEAE	280	63	323	63
CLETHRACEAE	54	12	55	11
LAURACEAE	20	4	29	6
CLUSIACEAE	11	2	15	3
ANONACEAE	11	2	12	2
CECROPIACEAE	10	2	14	3
CHLORANTACEAE	9	2	11	2

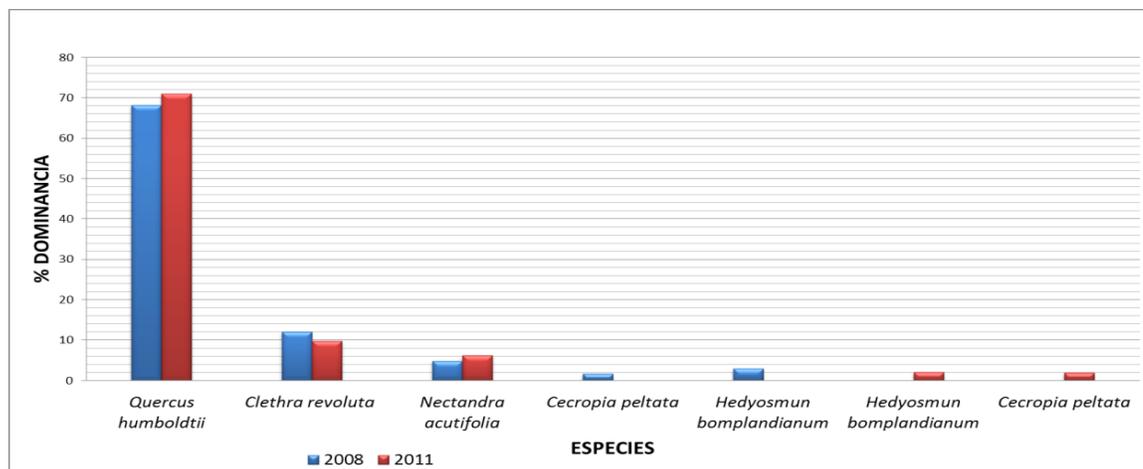
Con respecto a la frecuencia de las especies (Figura 10), se puede decir que se ha mantenido la heterogeneidad del bosque, esto se puede corroborar observando que el mayor porcentaje de especies se concentraron en las dos primeras clases y un bajo valor para las demás.

Figura 10. Clases frecuencia para las especies reportadas en el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) entre los años 2008 y 2011 en la Vereda Clarete Alto.



El área basal (G) fue 19.2 m²/ha presentado un incremento de 2,7 m²/ha, en comparación con la primera medición (Figura 11), de igual manera el área basal de la especie más representativa, *Quercus humboldtii*, fue de 13,046 m²/ha, 2.02 m²/ha más que para el año 2008.

Figura 11. Distribución del área basal para dos inventarios en un bosque de roble (*Quercus humboldtii*) años 2008 y 2011, Vereda Clarete Alto.



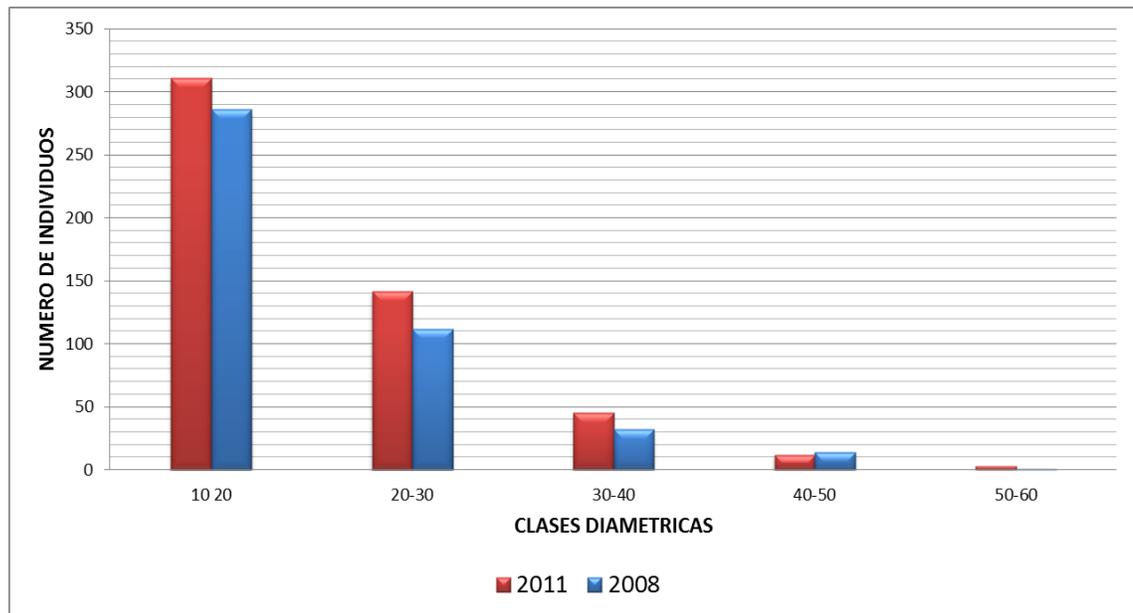
El Índice de Valor de Importancia (IVI) para la especie *Quercus humboldtii*, *Clethra revoluta* y *Nectandra acutifolia* fueron similares para las dos mediciones. Mientras que la especie *Clusia sp.* Reportó un incremento en este parámetro quedando por encima de *Cecropia peltata* y *Hedyosmun bomplandianum* las cuales reportaron un mayor valor en el primer inventario (Cuadro 4).

Cuadro4. Índice de Valor de Importancia para el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) entre los años 2008 y 2011 en la Vereda Clarete Alto.

Nombre Científico	IVI	
	2008	2011
<i>Quercus humboldtii</i>	153,27	153,11
<i>Clethra revoluta</i>	36,65	32,14
<i>Nectandra acutifolia</i>	14,24	17,75
<i>Clusia sp.</i>	-	11,51
<i>Cecropia peltata</i>	10,65	11,32
<i>Hedyosmun bomplandianum</i>	9,76	10,04
<i>Clusia sp.</i>	9.4	-

La distribución diamétrica del bosque conservó la tendencia de “J invertida” registrada en el primer inventario, como se muestra en la figura 12; sin embargo para la clase diamétricas (10-20) se reportó un incremento de 38 individuos, para la clase (20-30) y (30-40) este fue de 36 y 15, respectivamente, en tanto que para la clase (40-50) disminuyó en 2 individuos; finalmente para la clase (50-60) ingresaron 2 individuos nuevos.

Figura 12. Clases diamétricas, para los años 2008 y 2011 para el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la Vereda Clarete Alto.



3.2 DINAMICA DEL BOSQUE

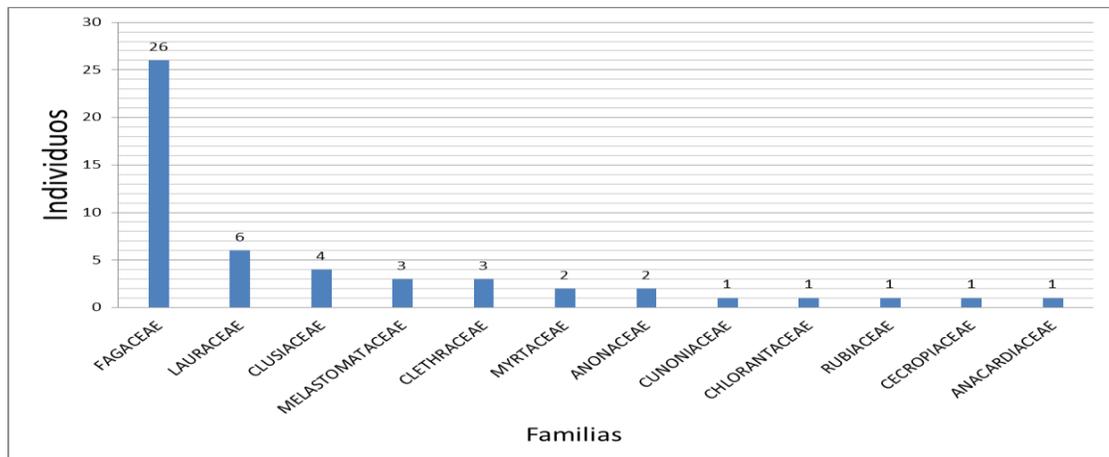
3.2.1 Mortalidad y reclutamiento. Se encontró que el 10% de los árboles con $dap \geq 10$ cm reportados en la primera medición murieron durante los 3 años siguientes (15.6 árboles muertos/ha/año), los valores estimados para el coeficiente exponencial de mortalidad (λ_m) y la tasa de mortalidad anual (r_m) fueron similares luego de 3 años con de 3.5% y 3.4% respectivamente, el tiempo de vida media promedio para el robledal se estimó en 19 años, indicando que en 19 años, habrán muerto la mitad de los árboles registrados en esta investigación; la tasa de reclutamiento anual fue de 3.4% y el coeficiente de reclutamiento exponencial fue de 3.5 %; cabe mencionar que la similaridad entre la tasa de reclutamiento y de mortalidad en términos de la cantidad de individuos, muestra un posible equilibrio dinámico de este bosque. (Cuadro 5 y Anexo B).

Cuadro 5. Tasas de mortalidad y reclutamiento para el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la Vereda Clarete Alto.

MORTALIDAD Y RECLUTAMIENTO EN LA PARCELA (0,96 ha)	
Tiempo entre los censos	3
Tamaño de Parcela	0,96 ha
Número de Árboles en el 2008	445
Número de Árboles en el 2011	513
Número de individuos muertos	45
Número de individuos reclutados	50
Número de individuos sobrevivientes	400
Coefficiente de mortalidad exponencial (%)	3,55
Tasa anual de mortalidad (%)	3,49
Vida media del bosque (años)	19,5
Coefficiente de reclutamiento exponencial (%)	3,54
Tasa anual de reclutamiento (%)	3,48

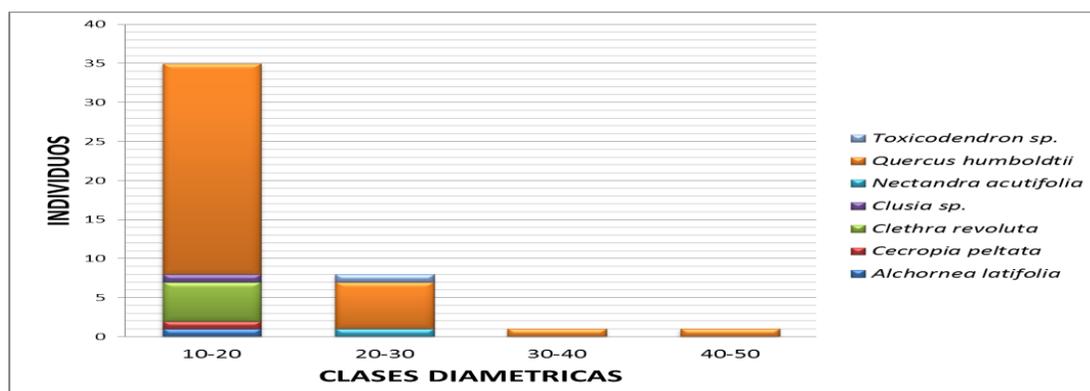
La familia FAGACEAE presentó el mayor porcentaje de individuos reclutados (51%) seguida por las familias LAURACEAE (11,8%), CLUSIACEAE (7,8%). (Figura 13). *Quercus humboldtii* presentó una mayor tasa anual de mortalidad con respecto al resto de las especies con 4.3% y una tasa anual de reclutamiento 2.9%. Según Londoño y Álvarez (1997), la tasa anual de mortalidad y el coeficiente de mortalidad exponencial en la parcela indican que se presenta una mortalidad de trasfondo.

Figura 13. Reclutamiento por familias para el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la Vereda Clarete Alto.



El número de individuos muertos para *Quercus humboldtii* fue de 35 (77.8%), seguida por *Clethra revoluta* con 5 individuos (11.1%); las especies *Alchornea latifolia*, *Cecropia peltata*, *Clusia sp.*, *Nectandra acutifolia* y *Toxicodendron sp.* presentaron 1 individuo muerto cada una; además, la clase diamétrica en donde se presentó una mayor mortalidad para todas las especies fue entre 10 a 20 cm (Figura 14).

Figura 14. Mortalidad por clase diamétrica y especies para el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la Vereda Clarete Alto.



En cuanto a los tipos de mortalidad, se encontró que el tipo más frecuente fue tronco partido (40%), seguido por los tipos muerto en pie y cortado o aprovechado (22% y 16% respectivamente), por último encontramos los tipos desaparecido y caído de raíz (11% cada uno). De los 7 árboles que presentaron el tipo de muerte, aprovechado, y que además solo se observó en la clase mínima de registro (10-20), se encontró un individuo para *Clethra revoluta* y los restantes para *Q. humboldtii* (Cuadro 6, Figura 15 y Figura 16).

Cuadro 6. Tipos de mortalidad por especie para el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la Vereda Clarete Alto.

Nombre Científico	Tipo de mortalidad					Total
	CR	DE	MP	TP	COR	
<i>Quercus humboldtii</i>	2	5	6	16	6	35
<i>Clethra revoluta</i>			3	1	1	5
<i>Cecropia peltata</i>				1		1
<i>Nectandra acutifolia</i>	1					1
<i>Toxicodendron sp.</i>	1					1
<i>Alchornea latifolia</i>			1			1
<i>Clusia sp.</i>	1					1
Total	5	5	10	18	7	45

Figura 15. Mortalidad y tipos de mortalidad por especie para el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la Vereda Clarete Alto.

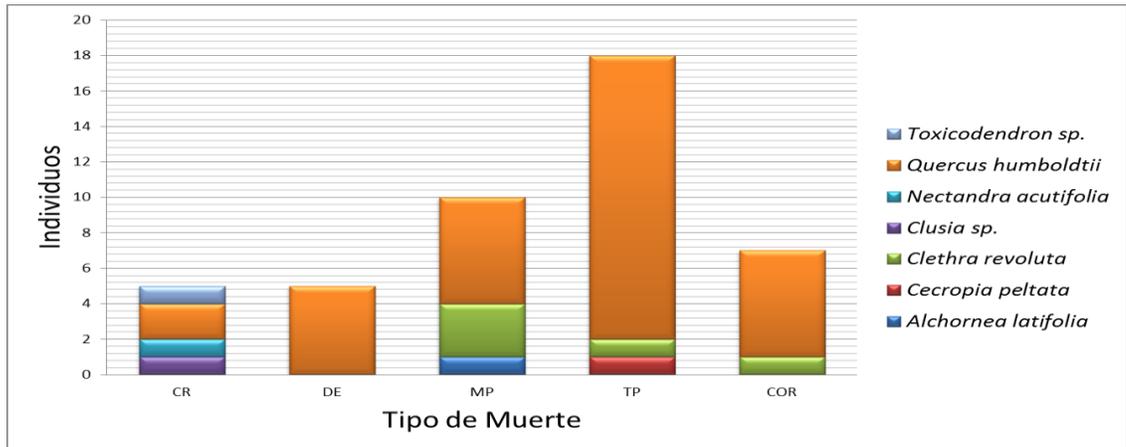
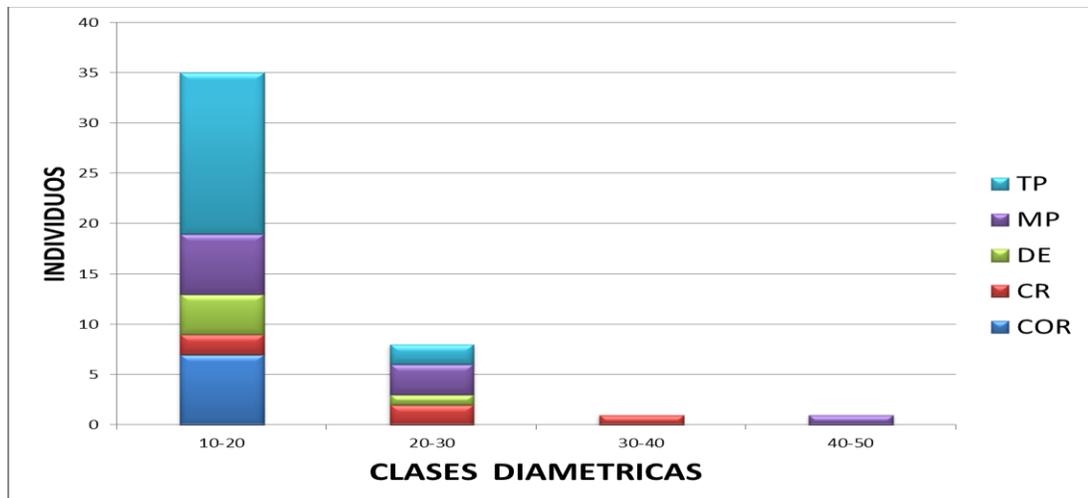


Figura 16. Mortalidad y tipos de mortalidad por clase diamétrica para el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la Vereda Clarete Alto.

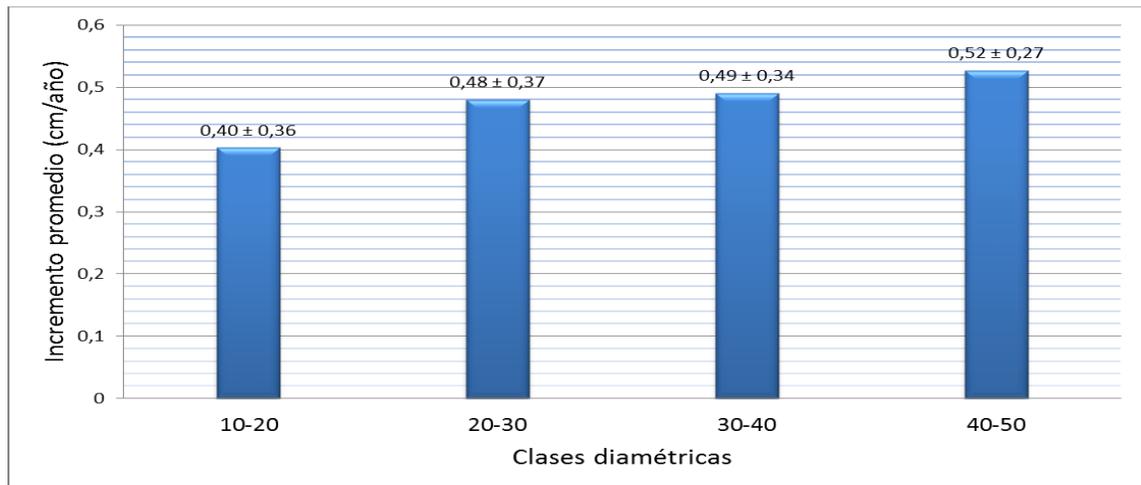


3.3 CRECIMIENTO DEL RODAL

3.3.1 Incremento en diámetro. Se encontró que para el bosque de roble el incremento promedio anual fue de 0.43 ± 0.36 cm en el periodo de 3 años donde las especies que presentaron mayor incremento para el mismo periodo fueron *Escallonia paniculata*, *Nectandra acutifolia* y *Goudotiana tulasne* con 0.88 ± 0 cm, 0.77 ± 0.58 cm y 0.69 ± 0.39 cm/año de dap respectivamente, mientras que para el *Q humboldtii* fue de 0.49 ± 0.36 cm/año. En cuanto a la distribución diamétrica,

la clase (40-50) fue la que manifestó un mayor crecimiento promedio anual y la que menos incremento presento fue la clase (10-20) (Cuadro 7 y figura 17).

Figura 17. Crecimiento promedio anual por clase de diámetro para el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la Vereda Clarete Alto.



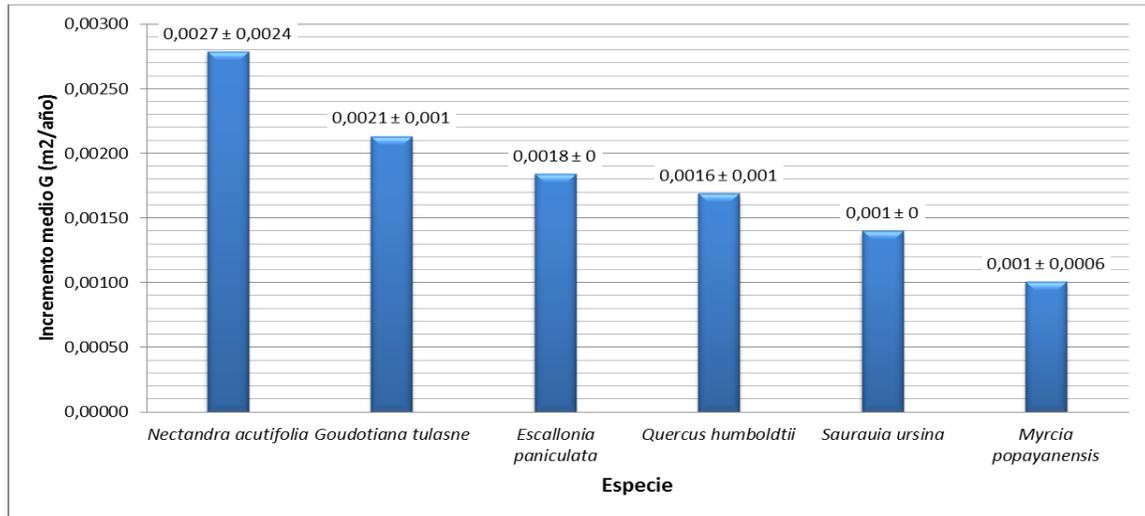
Cuadro 7. Crecimiento diamétrico promedio anual para las 10 especies con mayor incremento en dap para el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la Vereda Clarete Alto.

Especie	Incremento promedio (cm/año)
<i>Escallonia paniculata</i>	0,88 ± 0
<i>Nectandra acutifolia</i>	0,77 ± 0.58
<i>Goudotiana tulasne</i>	0,69 ± 0.39
<i>Saurauia ursina</i>	0,64 ± 0
<i>Quercus humboldtii</i>	0,50 ± 0.36
<i>Alchornea latifolia</i>	0,47 ± 0.37
<i>Myrcia popayanensis</i>	0,42 ± 0.26
<i>Tibouchina lepidota</i>	0,39 ± 0.23
<i>Hedyosmun bomplandianum</i>	0,33 ± 0.21
<i>Cecropia peltata</i>	0,31 ± 0.24

3.3.2 Incremento en área basal. El bosque de *Q humboldtii* en Clarete Alto presento un incremento anual de 0.75 m²/ha para tres años de medición, las especies *Nectandra acutifolia*, *Goudotiana tulasne* y *Escallonia paniculata*

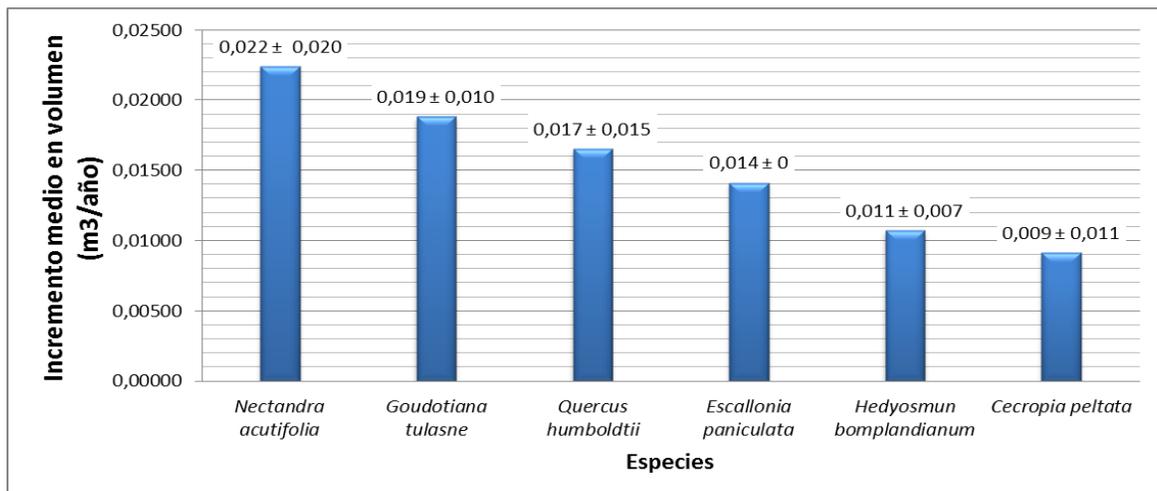
presentaron los mayores crecimientos por año en la parcela durante los 3 años (Figura 18).

Figura 18. Crecimiento promedio anual en área basal para las 6 especies con mayor incremento para un bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la Vereda Clarete Alto.



3.3.3 Incremento en Volumen. El bosque mostro un incremento medio anual en volumen de 7.22 m³/ha durante los 3 años, donde las especies que presentaron el mayor crecimiento anual fueron *Nectandra acutifolia*, *Goudotiana tulasne* y *Q. humboldtii* (Figura 19).

Figura 19. Crecimiento promedio anual en volumen para las 6 especies con mayor incremento para el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la Vereda Clarete Alto.



4. DISCUSION

Las diferencias que se presentaron en esta investigación entre los dos censos para el bosque de Clarete Alto en cuanto al número de individuos, familias y especies, no obedecieron a un cambio en la composición florística del robledal, sino más a posibles errores durante la primera medición, esto se dedujo al encontrar un aumento considerable en el número individuos registrados durante el corto periodo entre los dos censos. Además, varios de los individuos registrados para esta investigación, de los cuales no se tenía reporte alguno superaban la primera clase de distribución diamétrica (10-20); por esta razón se cree que existe una diferencia notable entre los dos censos para el número de individuos por hectárea y por subparcela; sin embargo, estos cambios no afectaron significativamente los parámetros para evaluar el estado del bosque, reportándose las mismas tendencias reportadas por López y Bravo en el 2008; afirmando que 3 años es corto tiempo para observar cambios significativos en la estructura y composición florística del bosque. La abundancia reportada en esta investigación presenta una mayor similitud con los datos reportados por los mismos autores en la hacienda Las Guacas en el año 2008 (cuadro 8).

Aunque aumentó el número de individuos por unidad de área para la parcela de Clarete Alto, esta cifra es relativamente baja si se compara con el promedio reportado para bosques montanos tropicales que esta por el orden de los 866 ind/ha ≥ 10 dap (Losos & CTFS citados por Ángel y Ávila, 2009). De acuerdo con Álvarez *et al*, (2007) para los bosques naturales en Colombia el número de individuos por hectárea varía entre 383 y 865 y las especies entre 20 y 209 por ha; comparando con la evaluación por cordilleras, realizada por el mismo autor, la Central con 660 ind/ha, presenta valores más cercanos al robledal evaluado, pero difiere de las cordilleras Oriental con 809 ind/ha y Occidental 717 ind/ha (Ángel y Ávila, 2009); igualmente Samper y Vallejo (2007) reportan datos superiores para La Planada, Nariño (600 ind/ha).

En trabajos realizados para bosques de roble (*Q. humboldtii*), en Charalá, Santander se reportaron entre 562 y 869 ind/ha datos superiores a los reportados en Clarete (Cortes, 2008). Caso contrario pasó con los resultados de Ángel y Ávila (2009), para la reserva biológica de Cachalú donde se reportaron 453 ind/ha, datos inferiores al bosque de Clarete pero muy similares en cuanto a familias, géneros, y especies (Cuadro 8).

La diferencia significativa entre las dos mediciones para el área basal (2,9 m²/ha) puede estar sustentada en que para el inventario del año 2008 no fueron registrados 68 individuos que estaban por encima de la categoría mínima de registro. Sin embargo, el resultado de esta investigación es similar al dato reportado para bosque de roble de la Hacienda Las Guacas (19.54 m²/ha) en

Bravo y López (2008), y superior al reportado por Ángel y Ávila (2009), en la reserva biológica de Cachalú, Santander (13.77 m²/ha).

Cuadro 8. Estudios de riqueza florística en bosques de Colombia y relacionados con roble para individuos con dap \geq 10 cm.

Autor	Localización	Altitud	Ind/ha	Familias	Géneros	Sp.	Familias mas importantes	Especies mas importantes
Samper y Vallejo, 2007	Nariño ,La Planada	1800-2300	600,76			86		
Álvarez <i>et al</i> , 2007	Cordillera Occidental	2030-2600	717	47	70	76	Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae	<i>Miconia leemani</i> , <i>Catoblastus calbreyeri</i>
Álvarez <i>et al</i> , 2007	Cordillera Central	2030-2601	660	35	57	63	Melastomataceae, Lauraceae, Chloranthaceae, Clusiaceae	<i>Hedyosmum sp</i> , <i>Clethra fagifolia</i> , <i>Quercus humboldtii</i>
Álvarez <i>et al</i> , 2007	Cordillera Oriental	2030-2602	809	34	35	34	Melastomataceae, Lauraceae, Burseraceae, Fagaceae	<i>Protium hebetatum</i> , <i>Alfaroa colombiana</i> , <i>Quercus humboldtii</i>
Chaparro, 2009	S/der ,Charala	1800		19	26	67	Euphorbiaceae, Rubiaceae, Lauraceae	
Rangel, 1997	Boyacá	2500-3000					Melastomataceae, Cunoniaceae, Chloranthaceae	
Cancino & Ocaña, 2005	Santander- Encino	2400-3200	270	41		128	Clusiaceae, Myrsinaceae, Rubiaceae	
Cortés, 2009	S/der, Encino- Patios & Canadá	2500-3200	562-869	21-37	25-45	36-68	Rubiaceae, Lauraceae, Ericaceae	
Avila <i>et al</i> , 2009	S/der, Encino- RB Cachalú	2100- 2200	453	24	28	34	Clusiaceae, Melastomataceae, Theaceae	<i>Quercus humboldtii</i> , <i>C. alata</i> , <i>B. cuatrecasii</i>
Bravo y Lopez, 2008	Cauca, Las Guacas(Had. Rio Blanco)	1850	528	17	21	24	Fagaceae, Clethraceae, Euforbiaceae	<i>Quercus humboldtii</i> , <i>Clethra revoluta</i> , <i>Alchornea latifolia</i> , <i>Cinnamomum triplinerve</i>
Bravo y Lopez, 2009	Cauca, Vereda Clarete	1986	464	20	23	26	Fagaceae, Clethraceae, Lauraceae	<i>Quercus humboldtii</i> , <i>Clethra revoluta</i> , <i>Nectandra acutifolia</i>
Beltran y Rivera, 2011	Cauca, Clarete Alto	1986	534	21	25	29	Fagaceae, Clethraceae, Lauraceae	<i>Quercus humboldtii</i> , <i>Clethra revoluta</i> , <i>Nectandra acutifolia</i>

Fuente: Adaptado de Ángel y Ávila, 2009.

La especie *Q. humboldtii* influyo significativamente en tasa de reclutamiento expresada para el bosque, esto puede estar justificado por el hecho de que los

robledales se mantienen por la presencia de ectomicorrizas, impidiendo el crecimiento de otras especies y la alta competitividad (Devia y Arenas, 2000).

Con respecto a la tasa de mortalidad anual reportada para Clarete, esta coincide con lo sugerido por Sheil en Londoño y Jiménez (1999), quien argumenta que cuando los porcentajes de mortalidad son bajos esta no debe diferir significativamente con la tasa de reclutamiento. De acuerdo al estudio se observa un aparente equilibrio para el bosque de Clarete entre las tasas anuales de mortalidad y reclutamiento (3.4% cada una); sin embargo el roble presenta gran diferencia entre estas; en comparación, estas fueron superiores a las reportadas por Ángel y Ávila (2009), 0.96% y 1% respectivamente, igualmente en nueve parcelas permanentes en Colombia donde los máximos valores reportados fluctúan entre 0.5% y 3% anuales (Vallejo *et al*, 2005), otros datos reportados para el bosque andino de La Planada, Nariño por Samper y Vallejo, (2007) para individuos con $dap \geq 10$ cm, muestran que la mortalidad fue inferior (1.98%/año) a la encontrada en este trabajo, aunque la tasa de reclutamiento (3.12%/año) se asemeja mucho más a la definida para el bosque de Clarete Alto; este alto dinamismo que se presenta en el robledal puede estar sustentado en lo expresado por Phillips en Quinto (2009), donde las tasas de mortalidad y reclutamiento han aumentado en las últimas décadas debido al cambio climático y a procesos como la fragmentación de hábitats.

La mortalidad reportada para el bosque al ser menor al 5% anual, se considera como una mortalidad de trasfondo, indicando que la mortalidad presentada ocurre a una baja frecuencia y a una escala espacial pequeña ocasionando cambios graduales, esto puede ser debido a que los tipos de muerte más frecuente encontrados durante el estudio fueron tronco partido seguido de muerto en pie, manifestando que la mortalidad de estos puede ser el resultado de patógenos, herbívoros, senescencia, competencia por los recursos o la combinación de estas (Londoño y Álvarez, 1997), otra característica frecuente que se evidenció en el parámetro, tronco partido, afectando a las clases diamétricas inferiores, son individuos muertos por daño mecánico, causado por el volcamiento de árboles de gran tamaño. Además, el tercer tipo de mortalidad más frecuente para el robledal y que afectó considerablemente esta categoría y por lo tanto la tasa de mortalidad del bosque, fueron los individuos aprovechados durante los tres años entre las mediciones, representando el 15% del total de la mortalidad (13% *Quercus humboldtii* y 2% *Clethra revoluta*) y afectando considerablemente esta variable; una posible causa de la extracción de la madera de roble, es que la comunidad la sigue utilizando como postes o leña. Este aprovechamiento selectivo puede ser la razón por la cual se presenta la diferencia entre las tasas anuales de mortalidad y reclutamiento para el roble y la pérdida de importancia ecológica con respecto a la primera medición para la especie *C. revoluta*.

Las familias de los individuos muertos (*Fagáceae* y *Clethraceae*) y reclutados (*Fagáceae*, *Lauráceae*, *Clethraceae*) se encuentran dentro de las más importantes indicando como el bosque se va renovando y sus especies mantienen la importancia a pesar de las altas tasas de mortalidad; Aunque el bosque de Clarete muestra un equilibrio dinámico y presenta un gran dinamismo en comparación con otros estudios realizados. Se debe tener en cuenta lo expuesto por Londoño y Jiménez (1999), donde afirman que las estimaciones de la mortalidad y el reclutamiento en períodos cortos, como en el caso de este estudio (3 años) pueden ser, en promedio, muy superiores a aquellas que se derivan de censos efectuados en periodos mayores de tiempo.

El crecimiento diamétrico promedio anual para los individuos del bosque de Clarete (0.43 cm/año) es menor al valor registrado por Ángel y Ávila (2007) (0.73cm/año) en la reserva biológica Cachalú, Encino (Santander) y presenta un valor mayor al registrado en La Planada (0.14cm/año) por Samper y Vallejo, (2007), Giraldo y León (2000), reportan los valores de crecimiento menores para dos robledales en Antioquia (0.12 y 0.21cm/año). El crecimiento diamétrico alto en especies como *E. paniculata*, *N. acutifolia* y *G. tulasne*, indican el gran potencial de este bosque para aumentar los esfuerzos de restauración aumentando la productividad de estos bosques naturales. Por otro lado, el incremento diamétrico aumenta a medida que diámetro arbóreo es mayor, según Hernández y Castellanos (2006), este hecho puede ser el resultado de que los arboles con mayores diámetros, lograrían tener copas más grandes, por lo tanto disfrutar de una mayor iluminación total y así obtener una mayor producción neta.

5. CONCLUSIONES

Es importante tener en cuenta de que aunque el bosque de Clarete Alto ha mantenido estable sus características estructurales generales a lo largo del tiempo como una característica general de los bosques disetáneos, la comparación de la composición florística y de la composición estructural, entre el primer y el último levantamiento permitió establecer los pocos cambios que se han presentado en estos niveles.

El registro de un número mayor de individuos por hectárea que en la primera medición se asemeja más al reporte hecho para el relicto de bosque de la hacienda Rio Blanco y a los comparados con otros estudios en ecosistemas andinos o de roble en Colombia.

Aunque se presentan cambios muy rápidos en los parámetros que determinan la dinámica del bosque (mortalidad y reclutamiento), se observa un aparente equilibrio dinámico para el bosque de Clarete Alto.

Una característica clara de la dinámica del bosque se puede observar con la especie *Q. humboldtii* donde esta se reporta con el mayor porcentaje de muertes y a su vez es la especie con mayor número de ingresos indicando como esta especie se va renovando manteniendo su importancia para el bosque.

Los tipos de mortalidad más frecuente que se encontraron fueron tronco partido y muerto en pie, seguido por los individuos aprovechados, siendo más afectadas las clases diamétricas inferiores.

El aprovechamiento selectivo afecto significativamente las tasas anuales de mortalidad y reclutamiento para la especie *Quercus humboldtii*.

Se logró determinar que la especie *Q. humboldtii* es aprovechada por la comunidad cuando se encuentra entre 10 a 20 cm de dap, este tipo de muerte afecta considerablemente las tasas que se reportan para determinar mortalidad anual, hecho que si aumenta la frecuencia con que se presenta, afectara significativamente en la dinámica del bosque impidiendo que este logre recuperarse en un corto periodo de tiempo.

El crecimiento diamétrico promedio presento resultados medio altos con respecto a otros estudios en bosques andinos, identificándose especies de gran potencial para reforestación y que con un adecuado manejo silvicultural pueden aumentar la productividad del bosque.

6. RECOMENDACIONES

Es necesario continuar con las mediciones para ir ajustando más las tasas de mortalidad y reclutamiento, ya que en un periodo de 3 años estas pueden ser sobrestimadas.

Es importante dar continuidad al proyecto de investigación en la parcela ubicada en Clarete Alto, ya que esta ayuda a conocer y entender los interrogantes de los procesos que ocurren a largo plazo sobre la dinámica y la función de este ecosistema y el papel que cumplen las especies que integran la meseta de Popayán.

Es pertinente realizar investigaciones en los robledales de la Meseta de Popayán en los que se pueda determinar la biomasa del bosque ya que sirven de base, en el momento de tomar decisiones en el manejo, conservación y aprovechamiento de recursos.

La información obtenida en los inventarios debe ser sistematizada y almacenada, en bases de datos para evitar la pérdida de la información y poder adelantar las futuras investigaciones.

Por la característica del rodal de no estar bajo ninguna figura de protección, más que la voluntad misma del propietario y con el objetivo de estimular esta acción, se propone la creación de una Reserva Natural de la Sociedad Civil.

Considerar la mortalidad del rodal con el fin de realizar un aprovechamiento ecológico y comercial.

BIBLIOGRAFIA

ACEVEDO, Miguel; ATAROFF, Michele; RAMÍREZ ANGULO, Hirma y TORRES LEZAMA, Armando. Crecimiento diamétrico de especies arbóreas en un bosque estacional de los llanos occidentales de Venezuela. EN: ECOTRÓPICOS, Sociedad Venezolana de Ecología. Julio - Diciembre 2009. Volumen 22, Núm. 2. P 46-63. ISSN 1012-1692

AGUDELO GUINAND, María Isabel. Biomasa aérea y contenido de carbono en bosques de *Quercus humboldtii* y *Colombobalanus excelsa*: corredor de conservación de robles Guantiva – La Rusia – Iguaque (Santander – Boyacá) Trabajo de grado de Administrador del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales. Santiago De Cali: Universidad Autónoma De Occidente. 2009. 110p.

AGUILAR AMAYA, Elvira María y VENEGAS, Huber Alexander. Estudio de la dinámica de la sucesión vegetal como herramienta para la formulación de modelos de rehabilitación en áreas afectadas por la minería. En: Revista Virtual Redesma. Marzo, 2009 - Vol. 3 (1). 6p.ISSN: 1995-1078. [En línea] <http://revistavirtual.redesma.org/vol6/investigacion.php>

ÁLVAREZ, E.; BENÍTEZ, D.; COGOLLO, Á.; GALEANO, G.; JIMÉNEZ, E.; LONDOÑO, A. C.; MELO, O., ROJAS, E.; SÁNCHEZ, D.; SARRIA, E.; STEVENSON P. y VELÁSQUEZ, O. Estructura y dinámica del bosque natural en Colombia: Un estudio a largo plazo para evaluar los efectos del cambio climático. Pp. 550. En: RANGEL, J. O.; AGUIRRE, J. y ANDRADE, M. G. (eds.). Libro de resúmenes: VIII Congreso Latinoamericano y II Congreso Colombiano de Botánica. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 608 p. 2002.

ÁLVAREZ DÁVILA, E; CAMACHO, R.; DEVIA ÁLVAREZ, W; LONDOÑO VEGA, A.C.; LÓPEZ GALEANO G. y VALLEJO JOYAS, M.I.; Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia. Bogotá D. C, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, (Serie: Métodos para estudios ecológicos a largo plazo; No. 1) 2005. 310 p. ISBN: 958-8151-59-7

ALVIS GORDO, José Franco. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. En: Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Enero – Junio, 2009, Vol.7 No.1., p. 115-122.

ÁNGEL HUERTAS, Sonia Patricia y ÁVILA CASTILLO, Fabio Andrés. Diversidad y estructura de un robledal, en la reserva biológica Cachalú, encino (Santander - Colombia). Trabajo de grado de Ingeniero Forestal. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José De Caldas. 2009. 61p.

ARIZA CORTÉS, William; GELTVEZ BERNAL, Johanna; GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, Johanna; HUERTAS GARCÍA, Claudia; HERNÁNDEZ ORTIZ, Astrid; y LÓPEZ GUTIÉRREZ, Laura. Caracterización y usos tradicionales de productos forestales no maderables (pfnm) en el corredor de conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque. En: Revista Colombia Forestal. Junio, 2010. Vol. 13 (1): p117-140.

AVELLA MUÑOZ, Andrés. Lineamientos para la conservación y el uso sostenible de los bosques de roble del corredor Guantiva-La Rusia-Iguaque: Proyecto “Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y el manejo forestal en Colombia”. 2008 [c.a.]: Fundación Natura, s.f.108p. [En línea.]. http://www.natura.org.co/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=19&tmpl=component&format=raw&Itemid=174

AVELLA MUÑOZ, Andrés y CÁRDENAS CAMACHO, Luis Mario. Conservación y uso sostenible de los bosques de roble en el corredor de conservación Guantiva – La Rusia – Iguaque, Departamentos de Santander y Boyacá, Colombia. En: Revista Colombia Forestal. Junio, 2010, Vol. 13 (1), p. 5-30.

BRAVO JOJOA, Yazmín Adriana y LÓPEZ VÁSQUEZ, Andrés Felipe. Estructura y composición florística de dos bosques de roble (*Quercus humboldtii*), en el municipio de Popayán, Cauca. Trabajo de grado de Ingeniero Forestal. Popayán: Universidad del Cauca. 2008. 145p.

CABA, Carlos; CONTRERAS, Freddy; DAUBER Erhard; GUNNAR Lars; HAGER Nils; LEAÑO Claudio; LICONA Juan Carlos; Guía para la instalación y Evaluación de Parcelas permanentes de Muestreo (PPMs). Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR PROMOBOSQUES. 1999. 52 p.

CABEZAS GAVIRIA, Alexander. Análisis del paisaje y de su influencia sobre la regeneración del roble (*Quercus humboldtii*), en el municipio de Popayán. Trabajo de grado de Ingeniero Forestal. Popayán: Universidad del Cauca. 2008. 59p.

CANCINO C, Jorge O. Dendrometría básica. Proyecto Dirección de Docencia. Concepción: Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento manejo de Bosques y Medio Ambiente, 2006. 171p. ISBN: 9568029672, 9789568029678

CORTES BALLEEN, Lorena Andrea. Caracterización de la vegetación de cuatro bosques de roble ubicados en las veredas de Patios Altos y Canadá, municipio de Encino, Santander. Trabajo de grado Ecóloga. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2008. 128p.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA-CRC. 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.

CORVALÁN VERA, Patricio; HERNÁNDEZ PALMA, Jaime. 3.5 Factores y Coeficientes de Forma. EN: Apuntes de Dendrometría Universidad De Chile. [En línea].
https://www.ucursos.cl/forestal/2010/2/EF024/1/material_docente/objeto/7460

DIAZ POVEDA, Johana. Estudio de la diversidad genética del roble (*Quercus humboldtii*) en el gradiente altitudinal del corredor biológico Guantiva-La Rusia-guaque, y área natural única Los Estoraques. Trabajo de investigación para optar al título de Ingeniero Forestal. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José De Caldas. 2009. 72p.

DEVIA, C. & ARENAS H. Evaluación del estatus ecosistémico y de manejo de los bosques de fagáceas (*Quercus humboldtii* y *Trigonobalanus excelsa*) en el norte de la Cordillera Oriental (Cundinamarca, Santander y Boyacá). En: Cárdenas, F. Ed. Desarrollo Sostenible en los Andes de Colombia. (Provincias de Norte, Gutiérrez y Valderrama) Boyacá, Colombia. Bogotá D.C.: IDEADE – Universidad Javeriana con el apoyo de la Unión Europea. 2000 ISBN: 958-683-235-x. 301p.

DOMINGO, Sánchez, *et al.* Composición florística de la regeneración natural en áreas de aprovechamiento forestal, Estación Experimental Caparo, Barinas-Venezuela. En: Revista Forestal Latinoamericana. Octubre, 2009, Vol. 023 (1), N° 43. Semestral. P. 35-52. ISSN 0798-2437.

FINEGAN, Bryan. Bases ecológicas para la producción sostenible. Curso maestría: Bases ecológicas para la producción sostenible. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. 2000.

HERNANDEZ, Lionel y CASTELLANOS, Hernán. Crecimiento Diamétrico Arbóreo en Bosques de Sierra de Lema, Guayana Venezolana: primeras evaluaciones. INCI. nov. 2006, vol.31, no.11, p.787-793. [citado 20 Septiembre 2011] ISSN 0378-1844. [en línea] http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006001100003&lng=es&nrm=iso

HIGUERA, Diego. Las altas copas de los bosques, Dosel. Reserva el Macanal. Colombia. Sur América. Corporación Sentido Natural. 2005. [En línea]. <http://waste.ideal.es/neotropico.htm>

IDEAM. Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia - Bosques 2009. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C. 2010. 236 p. ISBN: 978-958-8067-28-5

JIMENEZ RODRIGUEZ, María Alexandra. Caracterización florística y estructural de la vegetación natural en claros de roble, en la reserva biológica Cachalú Municipio de Encino (Santander). Trabajo de grado realizado para optar al título de Ingeniero Forestal. BOGOTA D.C.: Universidad Distrital Francisco José De Caldas. 2009. 100p.

JIMÉNEZ SÁENZ, Fausto. Plan de investigaciones: Prioridades de investigación para el manejo forestal sostenible de los bosques de roble, Proyecto “Corredor de conservación de robles, una estrategia para la conservación y manejo forestal en Colombia”. Bogotá: Fundación Natura, 2008. 67p.

LEMA TAPIAS, Álvaro Introducción a la dasometría. Documento de trabajo. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Departamento de recursos forestales 1979. (No publicado). [En línea]: <http://www.bdigital.unal.edu.co/125/>

LEON, Juan D; VELEZ, Gladys y YEPES, Adriana P. Estructura y composición florística de tres robledales en la región norte de la cordillera central de Colombia. EN: Revista Biología Tropical. [Online]. Volumen 57. Número, 4. 2009 [citado 2011-02-23], pp. 1165-1182. pp. 1165-1182. ISSN 00347744.

LONDOÑO, A.C. & ÁLVAREZ, E. Mortalidad y crecimiento en bosques de tierra firme y várzea, Amazonia Colombiana: Reporte interno. Bogotá: Fundación Tropenbos Colombia. 1997. 30p

LONDOÑO V., Ana Catalina y JIMÉNEZ R., Eliana M. Efecto del tiempo entre los censos sobre la estimación de las tasas anuales de mortalidad y de reclutamiento de árboles (períodos de 1, 4 y 5 años). En: Crónica Forestal y del Medio Ambiente. Diciembre, 1999, vol. 14, n° 1., p. 41 – 58. [En línea] <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=11314103>

LOUMAN, Bastiaan; QUIROS, David y NILSSON, margarita. Bases Ecológicas: Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba: CATIE, 2001. 265p.

LOZADA DÁVILA, José Rafael. Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales. EN: Revista Forestal Venezolana, Enero-Junio, 2010. Número 54, Volumen 1, pp. 77-88. ISSN: 0556-6606.

MATEUCCI, S & COLMA, A. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington D.C.: Secretaría general de la organización de los Estados Americanos. 1982.

MANZANERO, M. y 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 CRUZ, Omar A. y VARGAS RÍOS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: UNIVERSIDAD DEL TOLIMA, CRQ., CARDER., CORPOCALDAS., CORTOLIMA. 2003. p. 235. ISBN 956-9243-03-07.

NIETO V.M. Y RODRÍGUEZ, J. *Quercus humboldtii* Bonpl. Corporación Nacional de Investigación Forestal. EN: Vozzo, J.A (ed). Manual de semillas de árboles tropicales. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal. 2010. 887p.

OTÁLORA ARDILA, Aida. Mamíferos De Los Bosques De Roble. EN: Acta Biológica Colombiana, ed.: Facultad De Ciencias Universidad Nacional. Vol. 8 No. 2. p. 57-71. 2003. ISSN 0120-548X.

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. Costa Rica: CATIE. Informe técnico (No. 176). 1991.

PARRADOROSSELLI, Ángela y CÁRDENAS, Luis Mario. (eds.) Libro de Resúmenes II Simposio Internacional de Bosques de Roble y Ecosistemas Asociados. Bogotá: Fundación Natura Colombia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2009. 80p.

PAWLOWSKI WOLFGANG G. y MARIACA H, M. Rosnely. Estructura, composición y dinámica del bosque seco Chiquitano. San Ignacio de Velasco, Bolivia: Centro De Investigación Agrícola Tropical-CIAT, Servicio Alemán De Cooperación Social-Técnica. 2007. 93p.

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. Informe final. Popayán: Universidad del Cauca, CRC. 2006. 18p.

QUINTO MOSQUERA, Harley; RENGIFO IBARGÜEN, Reimer y RAMOS PALACIOS, Yan Arley. MORTALIDAD Y RECLUTAMIENTO DE ÁRBOLES EN UN BOSQUE PLUVIAL TROPICAL DE CHOCÓ (COLOMBIA). Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín [en línea] 2009, vol. 62, núm. 1, 2009, pp. 4855-4868[citado 2011-02-16]. ISSN: 0304-2847. [En línea]: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=179915377013>

RAMÍREZ, Héctor E. y PÉREZ, Weimar A. Mamíferos de un fragmento de bosque de roble en el departamento del Cauca, Colombia. En: Boletín Científico del centro de museos, Museo de historia natural, Vol. 11, enero - diciembre, 2007, pág. 65 – 79. [En línea.]. http://boletincientifico.ucaldas.edu.co/downloads/Revista11_5.pdf

RAMÍREZ A., Hirma; SERRANO, Julio y TORRES L., Armando. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque nublado de la cordillera de los Andes, Venezuela. EN: ECOTRÓPICOS, Sociedad Venezolana de Ecología. 2002 Volumen 15, Núm. 2.p177-184.ISSN 1012-1692.

RED NACIONAL DE JARDINES BOTÁNICOS. *Nectandra acutifolia* (Ruiz & Pav.) Mez. 2008. Elaborada: jueves, 23 octubre 2008, Actualizada: Jueves, 19 marzo 2009. [En línea]: www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=1005&method=displayAAT. [Citado en 9 de septiembre de 2011]

REY, Bernard. Consideración de la dinámica forestal en el marco de la gestión multifuncional de los espacios arbolados. En: XI Congreso Forestal Mundial, (Volumen 2: Tema 7: 1997: Antalya). Actas del XI Congreso Forestal Mundial. p 97-104. [En línea]: <http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/PUBLI/V2/T7S/9-3.HTM#TOP>

RODRÍGUEZ ERASO N.; PABÓN CAICEDO, J.D.; BERNAL SUÁREZ N.R. y MARTÍNEZ COLLANTES J. Cambio climático y su relación con el uso del suelo en los Andes Colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Universidad Nacional de Colombia y Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Bogotá, D. C., Colombia, 2010. p80. ISBN: 978-958-8343-42-6.

ROJAS, Ángel. Guía Técnica para la Elaboración del Plan de Manejo Forestal. En: Guías Técnicas para la Ordenación y el Manejo Sostenible de los Bosques Naturales. Bogotá, 2002.p.47.

ROZAS, Vicente. Dinámica forestal y tendencias sesionales en un bosque maduro de roble y haya de la zona central de la cornisa cantábrica. En: Ecología. 2001, N° 15. Anual. p. 179-212. ISSN 0214-0896.

SAMPER, C. y VALLEJO, M. I. Estructura y dinámica de poblaciones de plantas en un bosque andino. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y naturales. Volumen, 31 número, 118. P 57-68, 2007. ISSN 0370-3908. SINCHI. Libro rojo de plantas de Colombia, Especies maderables amenazadas I Parte. CÁRDENAS D. y SALINAS N. Editores. BOGOTA, D. C.: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2006. 169p.

SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE COLOMBIA. Inventario de parcelas de vegetación en Colombia. SIAC. [en línea]. www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=693&conID=1066 [citado en 18 de septiembre de 2011]

VEBLEN, T.T. Regeneration dynamics. En: D.C. Gleen-Lewin, R.K. Peet& T.T. Veblen (eds.). Plant Succession: Theory and Prediction, p. 152-187. Chapman & Hall. London. 1992.

VARGAS, William G. Guía Ilustrada de las Plantas de las Montañas del Quindío y los Andes Centrales. Manizales: Centro Editorial Universidad de Caldas. 2002. 813 p. ISBN 958-8041-38-4

WADSWORTH, Frank H. Producción Forestal para América Tropical. Washington, DC.: Departamento de Agricultura de los EE.UU (USDA), Servicio Forestal., Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza- CATIE., Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal- IUFRO. 2000. 603p. ISBN: 3-901347-28-3.

ANEXOS

Anexo A. Especies reportadas para Individuos ≥ 10 cm dap en 24 subparcelas de 20x20m para el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la Vereda Clarete Alto.

Especie	Familia
<i>Alchornea latifolia</i>	EUPHORBIACEAE
<i>Cecropia peltata</i>	CECROPIACEAE
<i>Cedrelinga sp</i>	MELIACEAE
<i>Cinnamomun triplinerve</i>	LAURACEAE
<i>Clethra revoluta</i>	CLETHRACEAE
<i>Clusia sp.</i>	CLUSIACEAE
<i>Escallonia paniculata</i>	GROSSULARIACEAE
<i>Eugenia jambos</i>	MYRTACEAE
<i>Goudotiana tulasne</i>	ANONACEAE
<i>Guatteria latisepala</i>	ANONACEAE
<i>Hedyosmun bomplandianum</i>	CHLORANTACEAE
<i>Heliocarpus popayanensis</i>	TILIACEAE
<i>Inga sp.</i>	MIMOSACEAE
<i>Myrcia popayanensis</i>	MYRTACEAE
<i>Myrsine coriacea</i>	MYRSINACEAE
<i>Nectandra acutifolia</i>	LAURACEAE
<i>Nectandra reticulata</i>	LAURACEAE
<i>Palicourea heterochroma</i>	RUBIACEAE
<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	RUBIACEAE
<i>Phyllonoma ruscifolia</i>	GROSSULARIACEAE
<i>Quercus humboldtii</i>	FAGACEAE
<i>Rapanea guianensis</i>	MYRSINACEAE
<i>Roupala pachypoda</i>	PROTEACEAE
<i>Saurauia ursina</i>	ACTINIDACEAE
<i>Tibouchina lepidota</i>	MELASTOMATAACEAE
<i>Toxicodendron sp.</i>	ANACARDIACEAE
<i>Toxicodendron striata</i>	ANACARDIACEAE
<i>Vismia ferruginea</i>	HYPERICACEAE
<i>weinmannia heterophila</i>	CUNONIACEAE

Anexo B. Resumen de área basal, volumen, mortalidad y reclutamiento por subparcelas para el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la Vereda Clarete Alto.

Parcela	Ab 1 (m2)	Ab (m2)	Vol. 1(m3)	Vol. 2 (m3)	M	M Ab (m2)	M Vol. (m3)	R	R Ab (m2)	R Vol. (m3)
1	0,845	1,049	9,18	11,78	5	0,098	0,89			
2	0,878	0,971	9,03	10,14	7	0,117	1,08			
3	0,811	0,838	7,82	8,13	5	0,137	1,36	1	0,009	0,060
4	0,714	0,969	7,51	10,29				2	0,019	0,138
5	0,637	0,514	5,78	4,36	2	0,243	2,30	3	0,026	0,112
6	0,502	0,689	4,21	6,87	2	0,079	0,62	1	0,009	0,045
7	0,348	0,412	3,89	4,43	1	0,047	0,33	4	0,043	0,283
8	0,657	0,838	5,61	7,16	1	0,024	0,23	10	0,090	0,711
9	1,013	0,995	9,74	9,63						
10	0,539	0,974	5,28	9,71	5	0,122	1,20			
11	0,377	0,762	3,70	6,96	1	0,012	0,09	1	0,009	0,071
12	0,844	0,883	8,41	8,89	1	0,042	0,35	1	0,008	0,057
13	0,566	0,602	5,09	5,53	2	0,021	0,17			
14	0,588	0,607	4,63	4,90	4	0,074	0,82	4	0,041	0,246
15	0,412	0,460	3,71	4,12	1	0,012	0,12	1	0,009	0,051
16	0,595	0,678	4,88	5,27	4	0,070	0,85	3	0,025	0,127
17	0,887	0,838	10,58	9,83	2	0,066	0,69	1	0,008	0,044
18	0,189	0,762	2,08	8,22				1	0,010	0,050
19	1,460	0,986	13,25	10,50				1	0,010	0,073
20	0,878	1,346	9,20	14,72	1	0,012	0,09	6	0,057	0,404
21	0,413	0,538	6,20	7,67	1	0,011	0,06	5	0,046	0,387
22	0,435	0,543	4,17	5,32				2	0,016	0,151
23	0,410	0,562	4,18	5,24				1	0,008	0,062
24	0,472	0,571	3,85	4,59				2	0,017	0,162
Total	15,47	18,39	151,97	184,25	45	1,19	11,24	50	0,46	3,23

Anexo C. Incrementos promedio por especie para el bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la Vereda Clarete Alto.

Especie	Incremento promedio dap(cm/año)	incremento promedio V(m3/año)	Incremento promedio G(m2/año)
<i>Alchornea latifolia</i>	0,471319	0,005099	0,000924
<i>Cecropia peltata</i>	0,305025	0,009138	0,000959
<i>Cedrelinga sp</i>	0,105611	0,004344	0,000454
<i>Cinnamomun triplinerve</i>	0,245916	0,004644	0,000555
<i>Clethra revoluta</i>	0,155680	0,004694	0,000507
<i>Clusia sp.</i>	0,160945	0,002905	0,000394
<i>Escallonia paniculata</i>	0,880752	0,014134	0,001843
<i>Goudotiana tulasne</i>	0,692759	0,018852	0,002134
<i>Hedyosmun bomplandianum</i>	0,332391	0,010729	0,000980
<i>Inga sp.</i>	0,180394	0,005122	0,000668
<i>Myrcia popayanensis</i>	0,422841	0,006052	0,001008
<i>Nectandra acutifolia</i>	0,772687	0,022414	0,002386
<i>Palicourea heterochroma</i>	0,297099	0,003231	0,000579
<i>Phyllonoma ruscifolia</i>	0,141674	0,001636	0,000293
<i>Quercus humboldtii</i>	0,496072	0,016542	0,001691
<i>Rapanea guianensis</i>	0,222817	0,002107	0,000432
<i>Roupala pachypoda</i>	0,150317	0,003643	0,000435
<i>Saurauia ursina</i>	0,636630	0,007812	0,001401
<i>Tibouchina lepidota</i>	0,387277	0,002836	0,000719
<i>Toxicodendron sp.</i>	0,212207	0,002597	0,000414
<i>Vismia ferruginea</i>	0,291790	0,005969	0,000671