

**Fenología Del Roble Blanco (*Quercus Humboldtii*) En Bosques Naturales
Del Macizo Colombiano, Municipio De Pitalito**

AUTOR;

AMALIA BURGOS NAÑEZ

DIRECTOR

Ing. CESAR AUGUSTO PARRA ALDANA

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS PECUARIAS Y MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA INGENIERÍA AGROFORESTAL
CEAD PITALITO
Pitalito 2015**

Contenido

INTRODUCCIÓN	7
1. ANTECEDENTES	9
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	11
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	12
1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	13
2. HIPOTESIS	14
3. JUSTIFICACIÓN	14
3.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA:.....	14
3.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	16
4. OBJETIVOS	18
4.1 GENERAL.....	18
4.2 ESPECÍFICOS	18
5. MARCO DE REFERENCIA	18
5.1 MARCO TEÓRICO.....	18
5.2 MARCO CONTEXTUAL	19
5.3 MARCO CONCEPTUAL.....	20
5.4 MARCO LEGAL	21
6. METODOLOGÍA	22
6.1 ESQUEMA METODOLÓGICO.....	22
6.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	25
6.3 EL MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.	25
6.4 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	26
6.5 VARIABLES.....	26
6.6 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	26
6.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	27
7. RESULTADOS	28
8. RECOMENDACIONES	40
BIBLIOGRAFÍA	41

LISTADO DE FIGURAS

<i>Figura 1. Insectos que habitan en el dosel del bosque de Quercus humboldtii..</i>	9
<i>Figura 2. Trampa ubicada bajo la copa del árbol</i>	16
<i>Figura 3. Trabajo en laboratorio, separación en fracciones y pesada.</i>	17
<i>Figura 4. Mapa, ubicación del Municipio de Pitalito dentro del territorio Colombiano.</i>	20
<i>Figura 5. Producción total de hojarasca fina durante el ciclo fenológico de la especie Quercus h.</i>	28
<i>Figura 6. Comportamiento de la fracción hojas del roble blanco, en bosques del Macizo Colombiano.....</i>	30
<i>Figura 7. Distribución porcentual de las fracciones de la hojarasca.....</i>	30
<i>Figura 8. Producción de estructuras reproductivas (Flores Masculinas y Femeninas) en bosques de roble del Macizo Colombiano durante el periodo (Febrero 2013-Enero 2014).....</i>	31
<i>Figura 9. Producción de frutos en bosque de robles del macizo Colombiano ..</i>	32
<i>Figura 10. Relación de la precipitación con la producción total de Hojarasca en boques Naturales del Macizo Colombiano</i>	33
<i>Figura 11. Relación de la precipitación con la producción de frutos en bosques de Roble del Macizo Colombiano.....</i>	33
<i>Figura 12. Relación de la precipitación con la fenofase flores de bosques Naturales del Macizo Colombiano.....</i>	34
<i>Figura 13. Relación de la precipitación con la producción de la fracción hojas.</i>	35

LISTADO DE TABLAS

<i>Tabla 1. Sistema de Coordenadas de los árboles seleccionados de los bosques de Quercus humboldtti en el Macizo Colombiano</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 2. Formato mensual de reelección de la muestra en campo</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 3. Codificación de los árboles para la recolección de las muestras durante el ciclo fenológico</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 4. Producción total de hojarasca durante el año de muestreo en los bosques de roble del Macizo Colombiano, municipio de Pitalito Huila durante el año de estudio (Febrero 2013-Enero 2014).</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 5. Producción porcentual de la hojarasca.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 6. Valores reportados para producción de hojarasca fina en diferentes regiones del mundo (ton⁻¹ año⁻¹).....</i>	<i>36</i>

RESUMEN

En un bosque natural andino de Colombia, se evaluó la producción de hojarasca de la especie *Quercus humboldtii*, ubicado en el corregimiento de Bruselas (veredas el Pensil, Miraflores y Kennedy) en el municipio de Pitalito Huila, al cual se hizo un seguimiento fenológico por un año (Febrero 2013 a Enero 2014), para cuantificar su producción de hojarasca. Se utilizaron 44 trampas recolectoras de hojarasca de 1m² colocadas a un metro de altura del suelo debajo del dosel de 11 árboles de la especie, que fueron medidos sus diámetros y altura, cada árbol fue georreferenciado y codificado para facilitar su ubicación; las muestras fueron recogidas semanalmente y llevadas a laboratorio para ser secadas y separadas en fracciones (hojas, ramas, frutos maduros, frutos inmaduros, flores femeninas, flores masculinas y no identificables), y posteriormente pesadas por fracciones. La producción se relacionó con la precipitación mensual promedio de tres estaciones climatológicas (Palestina, Montecristo y Tabor), cuyos registros fueron consultados en el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales). La producción total de hojarasca fue de 11ton ha⁻¹ año⁻¹; representadas en: 70% Hojas, 17% Leños, 7% Otros, 4% frutos Inmaduros, 1% Frutos Maduros, 1% flores Masculinas y 0% flores femeninas; siendo la fracción hojas la que mayor representación tuvo en la producción total y flores femeninas la de menor representación. Los resultados mostraron que hay relación entre los factores climáticos y la producción, existe una respuesta en la producción que se relaciona con la precipitación la cual se evidencia uno o dos meses después de presentado el evento. Los resultados en esta investigación muestran que el bosque natural de la zona estudiada se encuentra en buen estado de desarrollo, este resultado corresponde entonces a un bosque en desarrollo vegetativo (crecimiento), lo cual explica el valor alto en la producción total de hojas.

Palabras clave: Robledal, Productividad Primaria Neta, Hojarasca, Fenología, Ciclo de nutrientes, Macizo colombiano:

ABSTRACT

In an Andean natural Colombian forest, leaf litter production of *Quercus humboldtii*, was evaluated. It is located in the small town of Bruselas (Paths *El Pensil*, *Miraflores* and *Kennedy*) in the town of *Pitalito-Huila*, in which a phenological monitoring for one year (from February 2013 to January 2014) was conducted in order to quantify the leaf litter production. Forty-four collecting leaf litter of 1 m² were placed one meter above the ground below the canopy of 11 trees of the specie. Its diameters and heights were measured. Each tree was georeferenced and coded to facilitate its location. Samples were collected weekly and taken to the laboratory to be dried and separated into fractions (leaves, branches, mature fruit, immature fruit, female flowers, male flowers and unidentifiable) and after that, they were weighed by fractions. The production was related to the average monthly rainfall from three weather stations (*Palestina*, *Montecristo* and *Tabor*), which records were consulted in the *IDEAM* (*Instituto de Hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales*). Total leaf litter production was 11 ton ha⁻¹ year⁻¹, where 70% were leaves, 17% logs, 7% other, 4% immature fruit, 1% mature fruit, 1% male flowers and 0% female flowers, where leaves fraction had the greatest representation and female flowers the lowest. The results showed that there is a relationship between climatic factors and production; there is an answer in the production that relates to precipitation, which can be evident one or two months after the event. Finally, the results showed that the natural forest of the studied area is in a good state of development, this means the forest is in a vegetative development (growth), which explains the high value of total production of leaves.

Keywords: Oak grove, Net primary productivity, leaf litter, phenology, nutrient cycling, Colombian Massif.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas naturales como los bosques tropicales de roble (*Quercus*) son de gran importancia ecológica para los ecosistemas andinos ya que son reconocidos como uno de los principales centros de diversidad y especiación en el mundo (García, et al., 2010). Estos bosques son muy antiguos, diversos y ecológicamente complejos (Whitmore, 1997), además brindan servicios ambientales como la captación de agua, el mantenimiento del suelo, la fijación de CO₂; además de contener innumerables especies con valor real o potencial (Meli, 2003), otro punto importante dentro de los servicios ambientales que brindan los ecosistemas boscosos, es la respiración del suelo que se considera como el segundo flujo de carbono (C) más importante que se establece entre la biosfera y la atmósfera, jugando un papel crítico en la dinámica del ciclo global del C (Murcia R & Ochoa, 2012). Para conocer el estado actual de estos bosques es necesario recurrir a la fenología, la cual trata del estudio de las diferentes fases o actividades periódicas del ciclo de vida de las plantas y su variación temporal a lo largo del año. La fenología, por consiguiente puede entenderse como el estudio de las respuestas de los organismos vivos a los diferentes cambios y estímulos originados por el medio externo, principalmente el clima y las interacciones con las otras formas de vida (Pérez, et al 2013; y Fournier, 1975).

La fenología para esta investigación aporta la comprensión de las diferentes fases fenológicas del roble blanco (*Quercus humboldtii*) puesto que se aporta conocimiento sobre la relación de la especie y el medio ambiente; además este conocimiento contribuye con la conservación y manejo de este recurso forestal ya que se informa sobre el estado actual y sobre todo muy importante, se informa sobre la temporada de mayor producción de material reproductivo (semillas) necesarias para adelantar proyectos de reforestación de la especie.

El roble es una especie forestal de alta importancia por los múltiples beneficios que ofrece a las comunidades humanas las cuales han llevado a la sobre explotación de la especie; la deforestación de los bosques tropicales amenaza con desaparecerlos, en especial los bosques naturales, de la cordillera de los andes de Colombia, que son ecosistemas boscosos que guardan gran biodiversidad de especies tanto en fauna como en flora; estos bosques dominados por la especie (*Quercus humboldtii Bonpland*) están siendo fragmentados y con ellos está desapareciendo el hábitat de muchas especies más. Este es un árbol nativo de América tropical, el cual sólo se conoce en las montañas de Colombia y Panamá. En Colombia presenta una amplia distribución en la zona andina, de donde es originario. Se encuentra en las tres

cordilleras y en la serranía de San Lucas, entre los 1.200 y los 3.200 msnm. (Cuatrecasas, 1958); (Pacheco *et al.*, 1997); (Palacios y Fernández, 2006).

Dentro del estado fenológico se encuentra la producción de hojarasca, es uno de los elementos de gran valor en un bosque, debido a que la hojarasca constituye la principal fuente de nutrientes para la vegetación, fauna y microorganismos (Valenzuela, *et al.*, 2001; Zapata *et al.*, 2007).

La producción de hojarasca anual en estos bosques es un temas a tratar de gran interés en esta investigación, pues ayuda a incrementar la información sobre el ciclaje de nutrientes, viabilidad de las semillas, eventos reproductivos, animales que habitan en el dosel de los árboles, la depredación pre-dispersiva, entre otros. La producción y velocidad de descomposición de los residuos orgánicos aportados por el dosel del bosque condicionan el espesor del mantillo u hojarasca acumulada sobre el suelo (León *et al.*, 2008., León, *et al.*, 2009), es por esto que la cantidad de hojarasca aportada por los bosques de roble es muy importante para mantener la fertilidad del suelo de ahí que cuantificar su producción anual se convierta en una muy buena fuente de comprensión de los bosques de (*Quercus*).

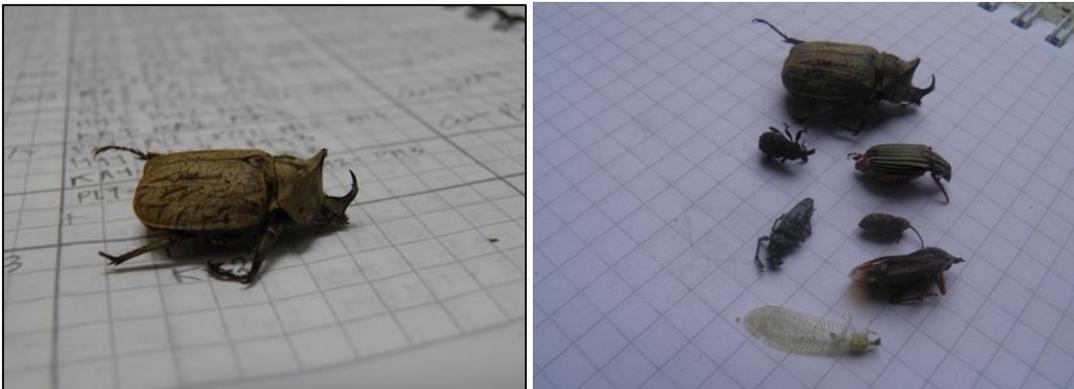
El objetivo de este trabajo es presentar de forma detallada la producción de hojarasca mes a mes en un intervalo de un año para un bosque de roble blanco (*Q. humboldtii*) ubicado en el corregimiento de Bruselas municipio de Pitalito Huila, en tres veredas; El Pensil, Kennedy y Miraflores, ubicadas estratégicamente dentro del Parque Natural Corredor Biológico el cual sirve de conexión entre el Parque Natural Cueva de los Guácharos y el Parque Natural Puracé; igualmente la recolección de hojarasca permite cuantificar la producción de frutos y verificar en qué estado se encuentran, igualmente para las flores, el material leñoso y el compartimento denominado no identificables; dentro de este se encuentra el material que no hace parte estructural del árbol, entre los cuales se encuentran los insectos que habitan en el árbol. Todos los anteriores son vitales en la cuantificación de la información para poder hacer las comparaciones con otros estudios hechos a bosques sobre la periodicidad en la producción y su relación cuantitativa con el bosque en estudio y así proporcionar información más detallada para su manejo y conservación.

1. ANTECEDENTES

Los bosques de roble *Quercus humboldtii* son uno de los ecosistemas más vulnerables de la región andina en Colombia, se encuentran en 18 departamentos entre 750 y 3200 msnm, los cuales brindan gran importancia en aspectos biológicos y socioeconómicos (Avella y Cárdenas., 2010). Como se mencionó anteriormente los bosques de *Quercus humboldtii* se distribuye en las tres cordilleras de Colombia y en una localidad del Darién panameño.

Gracias a las condiciones de humedad y sombra generadas por las densas copas de estos bosques permiten la presencia de un alto porcentaje de especies de flora y fauna; al interior de los robledales existe una rica biodiversidad de flora que supera las 550 especies de plantas vasculares entre las especies de flora se encuentra gran variedad de familias como: Melastomataceae, Rubiaceae, Clusiaceae, Lauraceae, Orchidaceae (Avella M & Cárdenas C, 2010). En cuanto a especies de fauna se tiene conocimiento de diferentes especies de aves, reptiles, roedores, mamíferos pequeños, innumerables especies de insectos y entre otras especies más que viven gracias a la gran diversidad de plantas que se encuentran en estos bosques de roble y mantiene una abundante oferta alimenticia de frutos y semillas para aves y mamíferos.

Figura 1. Insectos que habitan en el dosel del bosque de Quercus humboldtii



Fuente: El autor

Estos bosques los cuales, a pesar de su gran potencial ecológico y florístico, se encuentran actualmente sometidos a fuertes presiones de origen antrópico (León et al., 2009) como son la explotación desmedida para la utilización de su madera, la producción de carbón vegetal y el consumo de su corteza para la curtiembre de cueros; así mismo, la deforestación y la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, que han traído como consecuencia que la especie esté desapareciendo de forma gradual por la deforestación para el aprovechamiento de su madera y para ampliar las zonas de cultivo (Palacios, y Fernández.

2006), provocando de esta manera el deterioro físico y químico del suelo, alteración del balance hídrico y desestabilización de cuencas (Meli 2003).

Según estudios realizados antes del año 2002 para los periodos 1987-1997 y 1996-2002 la tasa anual de deforestación de bosque natural superaba las 4.000 Has, (CAM, 2007). Por lo cual durante el primer periodo de análisis el bosque Andino registró una reducción de 10.193 Has., pasando de 472.407 a 462.214 Has.; y para el año 2003 la cobertura en Bosque Andino bajó a 448.704 Has., con una reducción notable de 13.510 Has en apenas 7 años. En consecuencia, la tasa anual de deforestación del bosque natural se habría incrementado de 1.019 a 1.930 Has entre los dos periodos de análisis. Por consiguiente se estima que la tasa de deforestación del bosque natural en el Huila está entre las 1.500 y las 2.000 Has/año (CAM, 2007).

De acuerdo a los antecedentes mencionados, el anterior Instituto Nacional de Recursos Naturales INDERENA en 1974 publicó la resolución 0316, en la que se prohíbe cortar robles y comercializar su madera, excepto en Cauca, Nariño y Antioquia, después el Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial estableció para la especie *Q humboldtii*, la veda para su aprovechamiento forestal, lo cual resuelve en su artículo primero: Establecer en todo el territorio nacional y por tiempo indefinido, la veda para el aprovechamiento forestal de la especie Roble (*Quercus humboldtii*), (INDERENA, 1974, Aguilar G, 2009).

En Colombia son muy pocos los estudios que se han hecho sobre estos bosques de roble en especial a la fenología, según (Pérez *et al.*, 2013), en su estudio fenología del roble (*Quercus humboldtii bonpland*) en Popayán (cauca, Colombia) encontró que la floración femenina se presentó entre finales de marzo y finales de agosto con un pico máximo a mediados de mayo. La fructificación se registró desde finales de marzo hasta mediados de septiembre con máximo a finales de junio. Estas dos fenofases presentaron correlación positiva con la temperatura durante todo el año.

En Pitalito son pocos los estudios que se han adelantado sobre las especies de roble (blanco y negro) los cuales corresponden a: Regeneración Natural del Roble (Parra, *et al.*, 2011). Los robles como objeto de conservación del proyecto corredor Biológico PNN (Manchola y Parra, 2006) y Producción y viabilidad en semillas de roble blanco (Fernández, 2014).

Debido a que es muy poca la información que se tiene disponible sobre la fenología de la especie roble blanco *Quercus humboldtii*, es necesario hacer esta investigación que brinde nuevos conocimientos sobre el estado actual de estos sistemas boscosos teniendo en cuenta que se encuentran en estado vulnerable según el libro rojo de especies maderables amenazadas.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A pesar de su gran potencial ecológico y florístico estos bosques de robles se encuentran actualmente sometidos a fuertes presiones de origen antrópico (León *et al.*, 2009), para la ampliación de la frontera agrícola, carbón vegetal, madera para la construcción entre otras. Según el libro rojo de especies maderables amenazadas; “a pesar de ser una especie de amplia distribución, abundante y conformar grandes bosques, la mayoría de las corporaciones autónomas regionales del país la reportan como una especie con un grado avanzado de amenaza debido a la extracción de madera. De acuerdo a las corporaciones casi el 42% de sus poblaciones han sufrido un intenso proceso de disminución llevando al roble a la categoría vulnerable (VU A2 cd)”.

Actualmente en el sur del departamento del Huila la tala y quema de estos bosques naturales han causado deforestación de estos sistemas boscosos los cuales han sido reemplazados para uso agrícola; como cultivos de café, granadilla (postes para tutorado de cultivos), cultivos ilícitos, entre otros y para ganadería extensiva.

A la afectación producida por la tala debe añadirse la colonización de zonas de reserva forestal, por parte de familias provenientes de departamentos vecinos como el Caquetá y Putumayo, la cual transforma los ecosistemas, arrasa la biodiversidad y altera el ciclo del agua en las cuencas que dependen de dichas reservas forestales. La colonización trae consigo el desarrollo de cultivos, incluidos los de uso ilícito, en zonas que sólo están en capacidad de sostener actividades de protección, conservación y producción hídrica (Síntesis Ambiental CAM 2007).

Respecto a la problemática expuesta, el estudio fenológico de estos bosques permite conocer y dar respuesta a los diferentes cambios que sufren estos sistemas, los cuales pueden presentarse principalmente por estímulos externos como el clima y las interacciones con otros organismos vivos. Debido a las amplias zonas de deforestación en la región la CAM, adelanta procesos de reforestación de la especie; por lo cual contar con los conocimientos fenológicos que brindan información precisa en cuanto a la dinámica vegetal de la especie en un tiempo determinado, en el cual se aprecian los fenómenos visibles de su vida, estos se relacionan al clima donde habiten estos robledales.

Con este estudio fenológico se puede conocer el tiempo de la producción de semillas, caída de hojarasca, floración y las diferentes especies de insectos que habitan en el dosel de los árboles de roble blanco *Quercus humboldtii*. De tal manera que para adelantar planes de reforestación en la zona, la fenología nos brinda información puntual del estado actual en que se encuentra el bosque de roble en dicha zona específica; así se pueden predecir, planificar y

disponer estos recursos para su sostenimiento y para adelantar programas de reforestación.

La caída de hojarasca dentro de la fenología representa una importante aproximación hacia la comprensión de los ecosistemas forestales dado que la hojarasca constituye la principal entrada de nutrientes al suelo (Zapata 2007).

Espacio: El proyecto se ejecutó en bosque de Roble blanco *Quercus humboldtii*, localizados en el macizo colombiano; municipio de Pitalito, zona rural del corregimiento de Bruselas, veredas El Pensil en finca del señor Libardo Muñoz y del señor Marino Imbachí, vereda Miraflores en finca del señor Yesid Montenegro y vereda Kennedy en finca del señor Alirio Jiménez, en alturas entre 1.800 y 1.950 msnm, los usos del suelo en estas localidades están destinados principalmente a cultivos de café y frutales. Los sitios de estudio se encuentran ubicados entre 7 y 9 Km por carretera y 30 minutos por camino; tomando como punto de partida el centro poblado de Bruselas (Fernández, 2014).

Tiempo. La selección e instalación de trampas se adelantó en el mes de enero, la recolección de muestras y trabajos de laboratorio (secado en horno) se adelantó entre Febrero del 2013 y Febrero del 2014; entre Marzo y Abril tabulación de la información, de Abril a Agosto análisis de resultados y en Septiembre entrega para revisión de información.

En este estudio el trabajo de recolección de datos en campo se adelantó durante un año o ciclo fenológico, tiempo que se estimó prudencial para la realización del proyecto, más 7 meses en los cuales se analizó y organizó la información.

Universo. El proyecto se ejecuta en bosque de Roble blanco *Quercus humboldtii*, en la parte alta del macizo colombiano; municipio de Pitalito, zona rural del corregimiento de Bruselas

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Según la CAM 2007, la principal causa de fragmentación del corredor Biológico y la pérdida de cobertura forestal es la tala del bosque alto andino y de niebla, por la ampliación de la frontera agrícola y ganadera en zonas de alta montaña. Según estudios realizados antes del año 2002 para los periodos 1987-1997 y 1996-2002 la tasa anual de deforestación de bosque natural superaba las 4.000 Has (CAM 2007). Por lo cual durante el primer periodo de análisis el bosque Andino registró una reducción de 10.193 Has., pasando de 472.407has a 462.214 Has.; y para el segundo periodo de análisis del año 2003 la cobertura en Bosque Andino bajó a 448.704 Has., con una reducción notable de 13.510 Has en apenas 7 años. En consecuencia, la tasa anual de

deforestación del bosque natural se habría incrementado de 1.019 a 1.930 Has entre los dos periodos de análisis (CAM 2007). Por consiguiente se estima que la tasa de deforestación del bosque natural en el Huila está entre las 1.500 y las 2.000 Has/año (CAM 2007).

El roble blanco *Quercus humboldtii* hace parte del bosque natural del Macizo Colombiano, el cual se ha deforestado considerablemente por lo cual la especie ha sido calificada en categoría Vulnerable según el libro rojo de especies maderables amenazadas de (Cárdenas & Salinas, 2006), por lo que tiene tendencia a desaparecer en mediano plazo.

Otro punto importante dentro de la problemática para la especie es que existe carencia de información de la especie roble blanco (*Quercus humboldtii*) para la zona de estudio con énfasis en su dinámica, y funcionalidad dentro del ecosistema andino.

Al constituirse en una formación vegetal casi exclusiva de Colombia y debido a su estado de desaparición e iniciativas de restauración, es necesario conocer sus procesos funcionales, a la vez de contribuir con información asociada a la dinámica del carbono en éste tipo de bosque, por lo que la convierte en una información útil en temas de cambio climático, adaptación y mitigación en la producción de hojarasca en bosques del departamento del Huila.

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Los procesos fenológicos del roble blanco (*Q. humboldtii*), están más fuertemente correlacionados a la condición climática regional, que a las características intrínsecas de la especie u otras características del ambiente?

Los procesos fenológicos del roble blanco *Quercus Humboldtii*, para esta investigación demuestra tener relación con el factor externo en este caso el clima de la zona de estudio, ya que las diferentes fenofases responden al evento ya sea positiva o negativamente; aunque los registros arrojados durante el año de estudio para este bosque no son muy representativo para afirmar que ese sea el comportamiento de la especie durante todos los ciclos biológicos del roble a lo largo de su vida.

Estudio hecho en el Choco Colombia (Quinto *et al.*, 2007) demuestra que la mayor producción de hojarasca se presentó entre Octubre y Diciembre periodos donde se registró una leve disminución en la precipitación y con los menores valores de precipitación la producción fue más estable; contrario a lo encontrado en esta investigación donde los picos mayores se registran en Abril y Junio periodo semestral de mayor precipitación. Estudios en Boyacá y Santander encontraron que la producción de frutos mostro sus máximos en

Febrero y Julio a comienzos de las precipitaciones (González y Parrado, 2010) y para esta investigación sus máximas se mostraron en Junio y Octubre meses antecedentes de grandes precipitaciones. Por lo cual se evidencia que la especie asocia su fructificación con las épocas de lluvias como estrategia para asegurar condiciones de humedad en el suelo que le favorezca la germinación de las semillas.

2. HIPOTESIS

La fenología vegetativa y reproductiva anual del bosque de roble blanco (*Quercus humboldtii*) es condicionada a los diferentes variables climáticas y sus variables están dentro de los parámetros de normalidad establecidos para un bosque de esta especie en Colombia.

3. JUSTIFICACIÓN

Los bosques de roble son formaciones forestales de gran potencial biológico, en estos bosques se alberga un alto porcentaje de especies de flora y fauna del macizo Colombiano. Entre las especies de flora encontramos gran variedad de orquídeas, musgos, helechos y otras especies forestales nativas de la región. En cuanto a especies de fauna se tiene conocimiento de diferentes especies de aves, reptiles, roedores, mamíferos pequeños, innumerables especies de insectos y entre otras especies más. En relación a lo anterior se tiene conocimiento de un alto porcentaje de especies de fauna y flora asociado a estos sistemas boscosos de roble y que se encuentran en vía de extinción si no se toman medidas urgentes para su conservación.

Con la presente investigación se busca proporcionar datos reales y bien sustentados en cuanto a la información requerida por entidades encargadas de formular y ejecutar proyectos de restauración y reforestación, al igual que sentar un precedente de la importancia en la investigación sobre la fenología del roble blanco, dado que es muy limitada la investigación al respecto, además se entiende que la información existente no se ha dado a conocer en su totalidad; razón por la cual existen vacíos en la información publicada.

3.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA:

Cerca del 45% del territorio colombiano ha sido transformado debido al cambio en el uso del suelo (Etter, *et al.*, 2006). Actualmente en los andes colombianos los bosques andinos ocupan el 10% y los bosques alto andinos el 2.9% los cuales de acuerdo con Etter *et al.* (2006) han sido severamente degradados al punto que en algunas zonas solamente permanecen en forma de pequeños relictos (Avella y Cárdenas 2010).

Entre los bosques andinos más vulnerables de Colombia se encuentran los robledales, dominados por *Quercus humboldtii*, especie neo-tropical que se encuentra en las tres cordilleras, desde los 750 m hasta los 3450 m de altitud, en los departamentos de Antioquia, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Chocó, Cundinamarca, Huila, Quindío, Risaralda, Nariño, Norte de Santander, Santander, Tolima, Valle del Cauca, Cesar y Córdoba. De acuerdo con la Resolución 096/2006 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2006) la amplia distribución del roble (*Q. humboldtii*) en la región andina la convierte en una especie muy importante a nivel biológico y socioeconómico, con posibilidades de restauración, manejo y uso sostenible de bienes y servicios ambientales (Avella y Cárdenas 2010).

En Colombia son muy pocos los estudios que se han hecho sobre estos bosques de roble en especial a la fenología, según (Pérez *et al.*, 2013), en su estudio fenología del roble (*Quercus humboldtii bonpland*) en Popayán (cauca, Colombia) encontró que la floración femenina se presentó entre finales de marzo y finales de agosto con un pico máximo a mediados de mayo. La fructificación se registró desde finales de marzo hasta mediados de septiembre con máximo a finales de junio. Estas dos fenofases presentaron correlación positiva con la temperatura durante todo el año.

En Pitalito son pocos los estudios que se han adelantado sobre las especies de roble (blanco y negro) los cuales corresponden a: Regeneración Natural del Roble (Parra *et al.*, 2011) y Producción y viabilidad en semillas de roble blanco (Fernández, 2014).

Este estudio se hizo de forma conexas con otro proyecto de producción y biomasa en bosques de Roble y busca afianzar expectativas de proyectos propios de científicos interesados en la conservación de la especie. Dentro de las medidas de conservación propuestas está utiliza la información obtenida por diversos estudios para generar planes de manejo para la conservación y el aprovechamiento sostenible de las especies. Incentivar el enriquecimiento con plántulas de la especie en áreas degradadas de su hábitat natural. Desarrollar programas de propagación en jardines botánicos, (Cárdenas y Salinas. 2006).

3.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Para adelantar esta investigación se tiene en cuenta a (Fournier, 1975) sobre el tamaño de la muestra y frecuencia de recolección según el autor citado, cuando se adelanten procesos de investigación fenológica de especies forestales se recomienda seleccionar la muestra de acuerdo al orden de aparición de los individuos en el bosque entre 5 y 10 individuos por especie; en cuanto a la frecuencia de recolección de la muestra recomienda hacer quincenal o mensualmente ya que el resultado no muestran mayores variaciones entre una y otra.

Para esta investigación en primera instancia se realizó la selección de la zona y los bosques en los cuales se desarrolló el proyecto, la ubicación de las veredas y los arboles seleccionados para tal fin los cuales fueron 11 seleccionados de acuerdo al orden de aparición dentro del bosque; posteriormente se ubicaron las trampas recolectoras las cuales consisten en un cuadro de 1m² con polisombra y tabletas de guadua de 5cm de ancho y de 1m de largo. Las mayas se codifican de acuerdo al nombre de la vereda, el nombre del dueño de la finca, el número del arbol y por último la referencia de la trampa. Esto se realiza con el fin de facilitar la sistematización de los datos obtenidos en campo.

Figura 2. Trampa ubicada bajo la copa del árbol



Fuente: El autor, 2014.

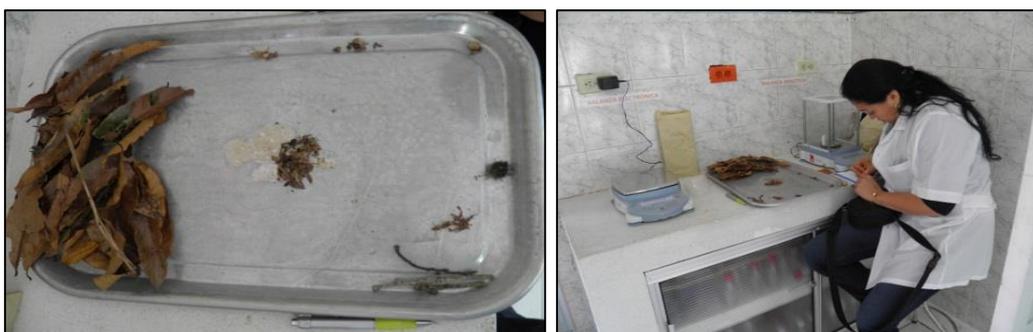
La colección del material vegetal se realizó cada ocho días, con la intención de evitar pérdida del material por daño en las trampas o cualquier otro factor que causara daño a la muestra; la recolección estuvo a cargo de Ever Antonio Fernández, quien es vecino de la zona en estudio y además trabajo en el proyecto de producción y viabilidad de las semillas de Roble blanco, con el cual obtuvo el título de Ingeniero Agroforestal.

Las muestras colectadas de cada trampa que en total son 44, fueron colocadas inicialmente en bolsas plásticas y llevadas a la persona encargada de realizar el secado en horno; las muestras que llegaron en bolsas plásticas debidamente codificadas se pasaron a bolsas de papel donde fueron selladas, se codifican

con la referencia con que llegaron, se les colocó la fecha de colección y posteriormente se llevaron al horno de secado.

Posteriormente después de secadas las muestras, se tomó una por una y se llevaron a una bandeja donde se separaron por compartimentos (hojas, flores femeninas, flores masculinas, leños, frutos maduros, frutos inmaduros y los no identificables) esto con el fin de registrar el peso por individual de cada compartimento y poder sistematizar cada uno en una base de datos en Excel.

Figura 3. Trabajo en laboratorio, separación en fracciones y pesada.



Fuente: El autor, 2014

3.3 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Con la presente investigación se busca proporcionar datos reales y bien sustentados en cuanto a la información requerida por entidades encargadas de formular y ejecutar proyectos de restauración, reforestación y conservación, al igual que sentar un precedente de la importancia en la investigación sobre la fenología del roble blanco, dado que es muy limitada la investigación al respecto, además se entiende que la información existente no se ha dado a conocer en su totalidad; razón por la cual existen vacíos en la información publicada.

Además, de optar al título de ingeniero agroforestal contribuyendo a avanzar en la consolidación de la información en cuanto al roble se refiere.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Evaluar los procesos fenológicos de la especie *Quercus humboldtii* en un bosque de robles en el sur del macizo Colombiano, municipio de Pitalito Huila.

4.2 ESPECÍFICOS

- Evaluar la producción de hojarasca fina en un bosque de robles durante un ciclo fenológico.
- Evaluar la relación existente entre los eventos fenológicos de la especie y las características climáticas de la región.
- Describir algunos de los procesos y funciones del bosque de roble que permitan definir estrategias para su conservación.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1 MARCO TEÓRICO

Los ecosistemas naturales como los bosques tropicales de roble (*Quercus*) son de gran importancia ecológica para los ecosistemas andinos ya que son reconocidos como uno de los principales centros de diversidad y especiación en el mundo (García *et al.*, 2010). Estos bosques son muy antiguos, diversos y ecológicamente complejos (Witmore 1997), además brindan servicios ambientales como la captación de agua, el mantenimiento del suelo, la fijación de CO₂; además de contener innumerables especies con valor real o potencial (Meli 2003) otro punto importante dentro de los servicios ambientales que brindan los ecosistemas boscosos, es la respiración del suelo que se considera como el segundo flujo de carbono (C) más importante que se establece entre la biosfera y la atmósfera, jugando un papel crítico en la dinámica del ciclo global del C (Murcia y Ochoa, 2012; (Gómez *et al.*, 2012).

Se presenta un grave problema que restringe el óptimo desarrollo de estos sistemas, la deforestación de los bosques tropicales amenaza con

desaparecerlos, en especial los bosques naturales de (roble común), de la cordillera de los andes de Colombia, que son ecosistemas boscosos que guardan gran biodiversidad de especies tanto en fauna como en flora; estos bosques dominados por la especie *Quercus humboldtii* Bonpland están siendo fragmentados y con ellos está desapareciendo el hábitat de muchas especies más. Este es un árbol nativo de América tropical, el cual sólo se conoce en las montañas de Colombia y Panamá. En Colombia presenta una amplia distribución en la zona andina, de donde es originario. Se encuentra en las tres cordilleras y en la serranía de San Lucas, entre los 1.200 y los 3.200 msnm (Cuatrecasas, 1958; Pacheco *et al.*, 1997; Palacios y Fernández 2006).

Dentro del estado fenológico encontramos la producción de hojarasca es uno de los elementos de gran valor en un bosque, debido a que la hojarasca constituye la principal fuente de nutrientes para la vegetación, fauna y microorganismos (Valenzuela *et al.*, 2001; Zapata *et al.*, 2007). En estudios recientes se ha demostrado que, las Hojas hicieron la mayor contribución de elementos. Así, en términos de C retornado hasta el mantillo del bosque, los órganos foliares constituyeron el 72% del total (León *et al.*, 2008). Todos estos asociados a la fertilidad del suelo.

La producción de hojarasca anual en estos bosques es uno de los temas a tratar de gran interés en esta investigación, pues ayuda a incrementar la información sobre el ciclaje de nutrientes, viabilidad de las semillas, eventos reproductivos, animales que habitan en el dosel de los árboles, la depredación pre-dispersiva, entre otros. La producción y velocidad de descomposición de los residuos orgánicos aportados por el dosel del bosque condicionan el espesor del mantillo u hojarasca acumulada sobre el suelo (León *et al.*, 2011) es por esto que la cantidad de hojarasca aportada por los bosques de roble es muy importante para mantener la fertilidad del suelo de ahí que cuantificar su producción anual se convierta en una muy buena fuente de comprensión de los bosques de (*Quercus*).

5.2 MARCO CONTEXTUAL

La localización del proyecto se encuentra dentro de la cuenca del río Guachicos en bosques continuos; en las micro cuencas de la quebrada El Cerro, Agua Negra y Miraflores, rodeados por cultivos de café y frutales. En algunos sitios de las veredas Kennedy, El Pensil y Miraflores donde se ha ejercido una fuerte presión en los bosques de Roble Blanco por la ampliación de la frontera agrícola. Principalmente en cultivos que requieren uso de tutorado; como frijol y granadilla; además de la necesidad del combustible vegetal para usos domésticos.

Figura 4. Mapa, ubicación del Municipio de Pitalito dentro del territorio Colombiano.



Fuente: <http://espanol.mapsofworld.com/continentes/mapa-de-sur-america/colombia/huila.html>

5.3 MARCO CONCEPTUAL

Descripción Botánica del *Q. humboldtii*

Es un árbol de “lento” crecimiento y gran porte que alcanza alturas de 40 m. Su fuste es recto y cilíndrico, con diámetro a la altura del pecho entre 40 a 70 cm, su corteza de color negruzca, en estado juvenil es lisa y en estado adulto exfoliable, (Pacheco *et al.*, 1997., (Galindo *et al.*, 2003). La madera es dura y pesada duramen de color amarillo oscuro o grisáceo, los radios conspicuos, en los cortes longitudinales son de color marrón claro, olor y sabor no distintivos. Grano recto. Textura gruesa. Veteado acentuado por los radios conspicuos. Lustre bajo. Resistente a la pudrición en contacto con el suelo. Densidad 0.9 a 1.0 gr / cm. Su copa es globosa y densa, y presenta yemas vegetativas de posición lateral, protegidas por catafilos o escamas ciliadas. Las hojas son simples, alternas, enteras, lanceoladas, coriáceas y delgadas, ápice agudo, base cuneada 10 a 20 cm de largo. El haz glabro y un poco lustroso y la base de la nervadura central algo tomentosa. Las flores son de color crema, presenta inflorescencias masculinas amentoides, con estambres numerosos, cada uno con dos sacos polínicos. Las flores femeninas tienen el cáliz cauliforme, que una vez formado el fruto lo recubre en forma parcial. (Aguilar G, 2009).

Robledal: Formación vegetal constituida principalmente por especies arbóreas denominadas robles correspondientes al género *Quercus*.

Productividad Primaria Neta: Es la tasa de energía realmente incorporada a los tejidos de la planta, o sea es la cantidad de biomasa producida por los organismos autótrofos.

Hojarasca: Es el conjunto de hojas secas que caen de un árbol y cubren el suelo.

Fenología: Es el estudio de los eventos periódicos naturales involucrados en la vida de las plantas.

Ciclo de nutrientes: Es el movimiento e intercambio de materia orgánica e inorgánica para regresar a la producción de la materia viva.

Macizo colombiano: Es la estrella hídrica más importante de Colombia, constituido por el sistema montañoso de los Andes colombianos y cubre los departamentos de Cauca, Huila y Nariño. Al sur se encuentra en Nudo de los Pastos y al Norte se desprenden las cordilleras Central y Oriental.

5.4 MARCO LEGAL

El Instituto Nacional de Recursos Naturales, Renovables y del Ambiente (INDERENA), en el año 1974 publicó la resolución 0316, en la que se prohíbe cortar robles y comercializar su madera, excepto en Cauca, Nariño y Antioquia (INDERENA, 1974). En 2006, el Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, publica la resolución 0096, la cual modifica la anterior resolución, ampliando la veda en los departamentos excluidos (MAVDT, 2006). Según el Libro Rojo de Plantas de Colombia, el roble *Q. humboldtii* es valorado como una especie en la categoría UICN, Vulnerable (VU). La resolución 383 del 2010, del Ministerio de Ambiente Vivienda Desarrollo Territorial, declara el Roble blanco como especie amenazada; por lo tanto veda su uso y explotación debido a la fuerte presión que existe sobre sus bosques (MAVDT, 2010).

6. METODOLOGÍA

La investigación se realizó con el método de selección de árboles para la recolección de las muestras; los individuos se encontraban distribuidos entre las tres veredas mencionadas y fueron seleccionados de acuerdo a las características físicas del roble, altura, diámetro y copas amplias; para este caso se tomaron 11 árboles se instalaron 4 trampas de 1 M² en cada uno de ellos; con el objetivo de determinar la caída de hojarasca por área.

Se recolectaron semanalmente 44 muestras las cuales en campo se codificaron y empacaron en bolsa plástica, posteriormente se pasaron a bolsa de papel con el código y fecha de colección que se tomó en campo y se llevaron al horno de secado. Luego de dos días de secado las muestras pasan una por una a la clasificación por compartimento para ser pesados en balanza electrónica por individual y sistematizar la información.

6.1 ESQUEMA METODOLÓGICO

Con asesoría del director, el ingeniero Cesar Augusto Parra Aldana se ubicó y seleccionaron los bosques en los cuales se adelantó el proyecto de investigación dentro del corredor biológico en el cual existen áreas de protección. Se seleccionaron tres veredas diferentes con potencial para el proyecto, estas pertenecen al municipio de Pitalito Huila, después de la selección se ejecutaron los debidos permisos con los propietarios de los predios para el ingreso, ubicación de trampas y recolección de muestras; se seleccionaron 11 árboles geo referenciados y medido su DAP cada uno los cuales se identificaron con un código de letras y números; en orden de izquierda a derecha la primera letra corresponde al nombre de la vereda, la segunda al nombre del propietario del predio, un numero de 1 a 3 que indica el número de arbol en ese predio y por ultimo otra letra que va de la A a la D que indican la posición de la trampa.

La recolección del material fenológico se hizo con base a la recomendación de Fournier, 1975, con malla polisombra con ojo de 60% el marco de la trampa construido con tabletas de guadua de 5 cm de ancho por 1m de largo haciendo un marco de 1M², en cada árbol se colocarán 4 trampas procurando que estas queden ubicadas dentro del ancho de la copa de cada uno de los árboles seleccionados.

Las muestras colectadas de cada trampa fueron colocadas inicialmente en bolsas plásticas y llevadas a la persona encargada de realizar el secado en horno; las muestras que llegan en bolsas plásticas debidamente codificadas se pasaron a bolsas de papel donde fueron selladas, codificadas y marcadas con

la fecha de colección y se llevaron al horno de secado. Después de secadas las muestras, se toman una por una y se llevan a una bandeja donde se separaran por compartimentos (hojas, flores femeninas, flores masculinas, leños, frutos maduros, frutos inmaduros y los no identificables) esto con el fin de registrar el peso por individual de cada compartimento y poder sistematizar cada uno. Los códigos se describen así.

Tabla 1. Sistema de Coordenadas de los árboles seleccionados de los bosques de Quercus humboldtti en el Macizo Colombiano

IDENTIFICACIÓN ARBOL	COORDENADAS		D A P
KA1	N 01°46'31.1"	W 76°13.10.2"	86 Cm
KA2	N 01°46'32.9"	W 76°13.4.7"	55,7 Cm
KA3	N 01°46'32.4"	W 76°13.01"	63 Cm
MY1	N 01°46'44.5"	W 76°12.25.0"	58, 5 Cm
MY2	N 01°47'07.1"	W 76°12.34.2"	40,7 Cm
MY3	N 01°46'27.1"	W 76°13.19.2"	55 Cm
PM1	N 01°46'11.9"	W 76°12.04.2"	50, 9 Cm
PM2	N 01°46'16.3"	W 76°12.00.4"	46, 7 Cm
PM3	N 01°46'11.9"	W 76°12.04.2"	55, 7 Cm
PL1	N 01°46'12.3"	W 76°12.05.2"	76, 3 Cm
P12	N 01°46'12.9"	W 76°12.05.5	32, 7 Cm
	"		

Fuente: Fernández. 2014

PL1 va de la letra "A a la D" la "P" corresponde al nombre de la vereda; el Pénsil, letra "L" al nombre del propietario es el señor Libardo, el número "1" indica la posición del árbol respecto a la llegada. En este predio se marcaron solo dos árboles PL1 Y PL2.

PM1, vereda el Pensil, propietario Marino Imbachí Gaviria; en este predio se marcaron 3 árboles PM1, PM2 y PM3.

KA1, la vereda Kennedy propietario el señor Alirio Jiménez y en este predio se marcaron 3 árboles KA1, KA2 y KA3. Por ultimo

MY1, vereda Miraflores, propietario Yesid Montenegro y en este predio fueron seleccionados un total de 3 árboles.

Tabla 2. Formato mensual de reelección de la muestra en campo.

FECHA	CODIGO	HOJAS	F.INM	F.MAD	LEÑOS	F.MAS	F.FEM	OTROS
	PL1A							
	PL1B							
	PL1C							

PL1D								
PL2A								
PL2B								
PL2C								
PL2D								
PM1A								
PM1B								
PM1C								
PM1D								
PM2A								
PM2B								
PM2B								
PM2C								
PM2D								
PM3A								
PM3B								
PM3C								
PM3D								
KA1A								
KA1B								
KA1C								
KA1D								
KA2A								
KA2B								
KA2C								
KA2D								
MY1A								
MY1B								
MY1C								
MY1D								
MY2A								
MY2B								
MY2C								
MY2D								
MY3A								

	MY3B							
	MY3C							
	MY3D							

Fuente. El Autor.

El formato de campo es una herramienta indispensable en las labores de investigación, para este caso fue diseñado un cuadro en el que se pudiese plasmar la información mes a mes; con el fin de que de sistematizar y consolidar en una base de datos en Excel.

6.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación es descriptiva ya que se busca llegar a conocer la situación actual del bosque de robles en estudio, mediante la recolección de muestras de las diferentes fases fenológicas de la especie, la investigación no solo se limita a la recolección de datos si no que también busca identificar la relación existente entre las variables, las cuales se analizan los resultados de los datos obtenidos con el fin de brindar respuestas que contribuyan con el fortalecimiento del conocimiento sobre el desarrollo e importancia del roble en los ecosistemas Andinos.

6.3 EL MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.

El método para desarrollar la investigación consta de cuatro fases que van de acuerdo a lo pertinente del desarrollo investigativo; fase de campo corresponde a todo lo concerniente a la consecución de las muestras fenológicas; es un proceso largo (un año) y de mucha dedicación puesto que cada semana se debe adelantar la recolección de las muestras y hacer la reparación de las trampas averiadas.

En la fase dos de laboratorio se realiza lo concerniente al secado y pesaje del material vegetal recolectados en campo, cuyos datos se registran en la tabla diseñada para tal fin.

En la tercera fase sistematización se ingresan los resultados al sistema en una base en Excel con el fin de consolidar los resultados de la investigación.

En la última fase se hacen los respectivos análisis de los resultados planteados en el objetivo general de acuerdo a los resultados obtenidos.

6.4 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación está basada en el enfoque descriptivo ya que el desarrollo de la investigación se basa en la observación y recolección de datos.

Universo o población: lo constituyen los bosques de Roble Blanco *Quercus humboldtii*, presentes en el territorio sur del macizo colombiano.

Muestra. Consiste en el material vegetal recolectado en campo, debidamente secado en horno y pesadas en balanza analítica por compartimentos (hojas, frutos inmaduros, frutos maduros, leños, flores masculinas, flores femeninas y otros). Corresponden a 44 unidades recolectadas semanalmente.

6.5 VARIABLES

Las variables son dependientes e independientes; la independiente que es aquella que puede estar determinada por algún fenómeno como por ejemplo la producción de hojarasca con respecto al comportamiento del clima. La variable dependiente es la característica que se estudió, puesto que es aquella que puede manipular para la consecución de los resultados de la investigación esperados como son:

Peso en Kilogramos de hojarasca mensual

Peso en Kilogramos de hojarasca total por hectárea

Peso en Kilogramos de frutos maduro e inmaduros por hectárea.

Distribución de la cantidad de hojarasca y frutos a través del tiempo

6.6 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

En cuanto al método de las trampas utilizado para la captura de hojarasca que se utilizó en esta investigación se puede afirmar que es de alta confiabilidad ya que permite de forma práctica cubrir un área considerable de muestreo para obtener buenos datos, además con este método de trampa permite la evacuación eficaz de agua lluvia y permite la captura de material vegetal en diferentes tamaños.

Esta metodología ha sido empleada ampliamente por otros investigadores como son (Huber y Oyarzún, 1983., Palacios B, 2002, Zapata, *et al.*, 2007, León *et al.*, 2008, Murcia y Ochoa 2012, Pérez *et al* 2013, entre otros.

La producción de hojarasca se recolectó con trampas de 1m² identificada con el código del árbol seleccionado lo cual corresponde de la siguiente manera, la primera letra corresponde al nombre de la vereda, la segunda al nombre del propietario del predio, un número de 1 a 3 que indica el número de árbol en ese predio y por último otra letra que va de la A a la D, que indican la posición de la trampa. Los datos obtenidos inicialmente son registrados en libreta de campo, posteriormente se sistematizaron en un formato de clasificación en Excel, en este se registraron los pesos en gramos de cada compartimento (hojas, frutos maduros e inmaduros, flores femeninas y masculinas, leños y los no identificables).

Tabla 3. Codificación de los árboles para la recolección de las muestras durante el ciclo fenológico

IDENTIFICACIÓN DEL ÁRBOL	LOCALIZACIÓN	PROPIETARIO
PM1	Vereda el Pénsil	Marino Imbachi
PM2	Vereda el Pénsil	Marino Imbachi
PM3	Vereda el Pénsil	Marino Imbachi
PL1	Vereda el Pénsil	Libardo Muñoz
PL2	Vereda el Pénsil	Libardo Muñoz
KA1	Vereda Kennedy	Alirio Jiménez
KA2	Vereda Kennedy	Alirio Jiménez
KA3	Vereda Kennedy	Alirio Jiménez
MY1	Vereda Miraflores	Yesid Montenegro
MY2	Vereda Miraflores	Yesid Montenegro
MY3	Vereda Miraflores	Yesid Montenegro

Fuente: El autor, 2014

6.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

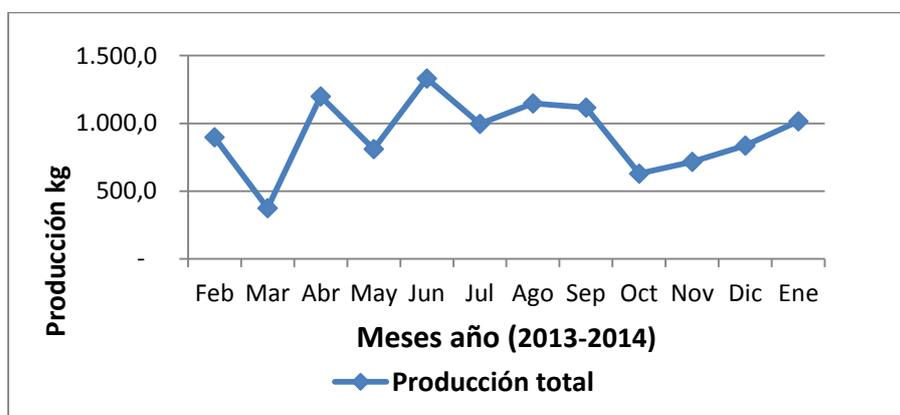
El proyecto tuvo por objeto la recolección de 44 muestras semanales obtenidas de los 11 árboles seleccionados, las cuales fueron secadas en horno y posteriormente separadas por compartimento en los cuales se registraron datos de cada uno en un formato en Excel, cuyos resultados se compararon con los promedios de las precipitaciones del año de estudio, con el fin de dar respuestas a los interrogantes planteados.

7. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del seguimiento al comportamiento fenológico de la especie roble blanco (*Quercus humboldtii*) en bosques naturales del municipio de Pitalito (Huila), localizados en la región del macizo colombiano. El periodo de evaluación y seguimiento está comprendido entre los meses de febrero del 2013 y enero del 2014, en el cual se identificaron y registraron las fenofases: Foliación, floración y fructificación a través del método de trampas de caída. Estas fenofases fueron relacionadas y comparadas con algunos factores climáticos disponibles para las estaciones meteorológicas de la región, a partir de la cual se evaluó la existencia de algún tipo de interacción entre las distintas variables, con las cuales se buscó aportar información para el conocimiento del ciclo biológico de la especie en la zona de estudio.

Producción de hojarasca fina. La producción total de hojarasca fina, que incluyó los compartimentos: hojas, flores, frutos, material leñoso y otros, fue de 11 Ton ha⁻¹ año⁻¹ para el periodo evaluado (febrero 2013 – enero 2014). El comportamiento de las fases evaluadas indica una distribución irregular durante todo el año, registrándose periodos de gran cantidad de aporte de hojarasca fina al suelo y periodos de menor aporte. Todos los eventos de senescencia demostraron la presencia de las fenofases vegetativas y reproductivas de la especie roble blanco, durante el periodo evaluado. Sin embargo, el comportamiento de cada uno de los componentes de la hojarasca fina analizados de forma individual, demuestran no ser coincidentes y cada uno de las fases de senescencia de hojas, flores y frutos demuestra comportamientos diferenciables entre sí.

Figura 5. Producción total de hojarasca fina durante el ciclo fenológico de la especie Quercus h.



Fuente: El autor, 2014

Los resultados de la producción de hojarasca fina durante el periodo, demuestra su irregularidad a través del año. Se distinguen dos periodos de duración semestral, que indican que en el primer semestre la producción fue muy irregular, teniendo combinación de meses de mayor producción intercalados con meses de menor producción, pero con una tendencia al aumento hasta alcanzar su máximo nivel en el mes de junio con 1.332 kg ha⁻¹ año⁻¹. De manera contraria, para el segundo semestre, se observa un descenso constante y sostenido en la producción hasta alcanzar su valor más bajo, para luego comenzar nuevamente el aumento en su producción. El comportamiento en general de la producción de hojarasca fina exhibe una tendencia de tipo bimodal para el año evaluado y una sincronía en las fenofases, pues todos los árboles evaluados exhibieron los mismos estados fenológicos. En la tabla 4 se presenta la producción anual de hojarasca fina total, durante un periodo comprendido entre Febrero de 2013 a Enero de 2014. La figura 5 establece el ritmo en el cual se presenta la producción de hojarasca fina.

Tabla 4. Producción total de hojarasca durante el año de muestreo en los bosques de roble del Macizo Colombiano, municipio de Pitalito Huila durante el año de estudio (Febrero 2013-Enero 2014).

	Hojas	Leños	Frutos Inmaduros	Frutos Maduros	Flores Masculinas	Flores Femeninas	Otros	Total	Meses
Feb	627,1	143,0	23,2	-	45,1	5,0	55,2	898,6	
Mar	253,6	43,1	26,0	1,5	4,6	6,9	38,9	374,7	
Abr	831,4	249,7	22,6	0,7	10,0	9,4	76,0	1.199,8	
May	501,3	200,3	29,9	1,4	3,1	7,2	66,0	809,1	
Jun	1.081,8	129,6	48,3	18,9	0,3	3,8	49,2	1.332,0	
Jul	804,8	105,2	20,4	1,2	10,0	2,1	51,7	995,4	
Ago	727,4	252,7	46,7	3,4	6,1	2,6	107,9	1.146,7	
Sep	599,9	283,0	67,5	13,1	3,2	8,2	141,2	1.116,1	
Oct	336,4	131,0	50,9	18,2	1,0	3,2	88,8	629,6	
Nov	448,9	156,5	31,7	11,2	3,5	2,0	61,9	715,7	
Dic	710,2	62,4	18,0	0,4	1,4	1,0	43,9	837,3	
Ene	806,5	106,4	30,9	4,8	5,4	1,7	58,7	1.014,3	
TOTAL	7.729,4	1.863,0	416,2	74,8	93,6	53,0	839,3	11.069,3	

Fuente: El autor, 2014

El análisis por cada uno de las fracciones en que se dividió la hojarasca, establece que el principal componente de la hojarasca fina, corresponde a la fracción hojas (H), con un total de 7.729 kg ha⁻¹ año⁻¹, el cual se distribuyó de forma irregular durante todo el año. De forma contraria, la fracción que menor representación tuvo durante el periodo, correspondió a Flores Femeninas (FFEM), que alcanzó tan solo 53 kg ha⁻¹ año⁻¹ del total de la producción,

representando la menor proporción en aporte dentro de las fracciones evaluadas. Los otros compartimentos que mostraron una importante producción, correspondieron al material leñoso (L) con 1.863 kg ha⁻¹ año⁻¹, seguida por la fracción Otros (material no identificable), con 839,3 kg ha⁻¹ año⁻¹ y la fracción de Frutos Inmaduros (F INM) con 416,2 kg ha⁻¹ año⁻¹. Las demás fracciones presentaron producciones bajas como es el caso de la fracción Flores Femeninas (F FEM) con 53 kg ha⁻¹ año⁻¹, Frutos Maduros (F MAD) con 74,8 kg ha⁻¹ año⁻¹ y Flores Masculinas (F MAS) con 93,6 kg ha⁻¹ año⁻¹.

Figura 6. Comportamiento de la fracción hojas del roble blanco, en bosques del Macizo Colombiano

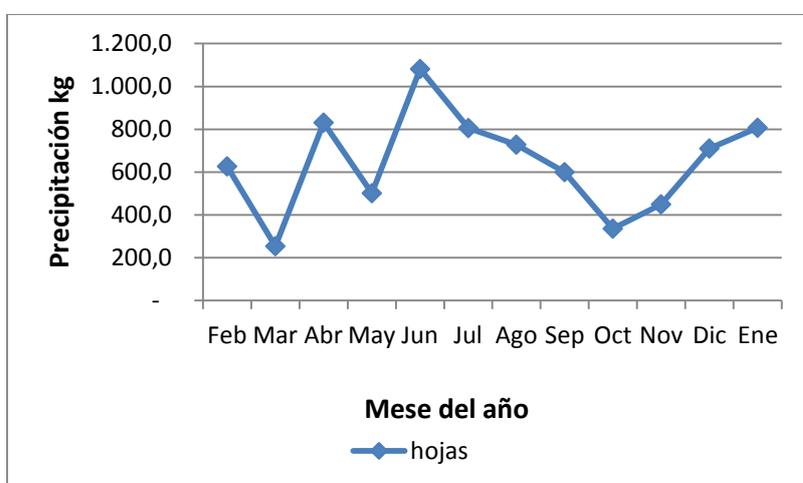
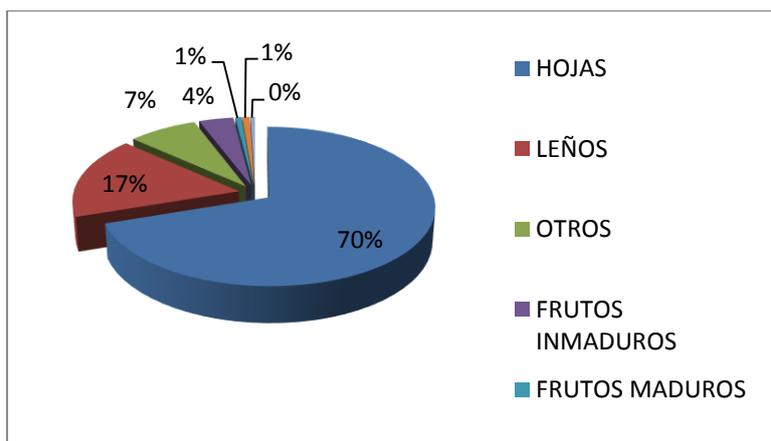


Figura 7. Distribución porcentual de las fracciones de la hojarasca.



Fuente: El autor, 2014

Tabla 5. Producción porcentual de la hojarasca

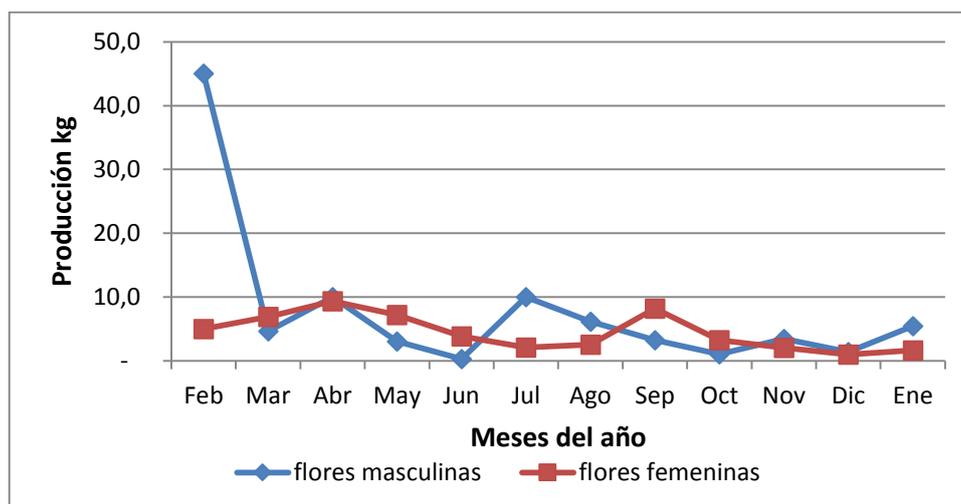
**PRODUCCION DE HOJARASCA EN BOSQUE NATURAL DEL
MACIZO COLOMBIANO**

COMPARTIMENTO	PRODUCCIÓN (kg ha ⁻¹ año ⁻¹)	%
HOJAS	7729,4	69,8
LEÑOS	1863,0	16,8
OTROS	839,3	7,6
FRUTOS INMADUROS	416,2	3,8
FRUTOS MADUROS	74,8	0,7
FLORES MASCULINAS	93,6	0,8
FLORES FEMENINAS	53,0	0,5
TOTAL	11.069,31	100,00

Fuente: El autor, 2014

Producción de flores: A pesar de la baja producción de material reproductivo, se evidencia una mayor producción de flores masculinas en periodos previos a la máxima producción de flores femeninas, los cuales alcanzan una diferencia en tiempo de dos meses. La gran producción de flores masculinas en el primer mes evaluado, indica que hacia el final del año anterior a la evaluación 2012 y principios del 2013, se presentó una masiva producción de flores masculinas, si se considera que durante el primer mes de seguimiento, la producción alcanzó la mitad de lo que se registró para todo el año de estudio. Entre tanto, las flores femeninas indican su presencia durante todo el periodo de evaluación con unos leves incrementos, que permiten identificar un comportamiento bimodal, al igual que sucedió con la fracción hojas (H).

Figura 8. Producción de estructuras reproductivas (Flores Masculinas y Femeninas) en bosques de roble del Macizo Colombiano durante el periodo (Febrero 2013-Enero 2014)



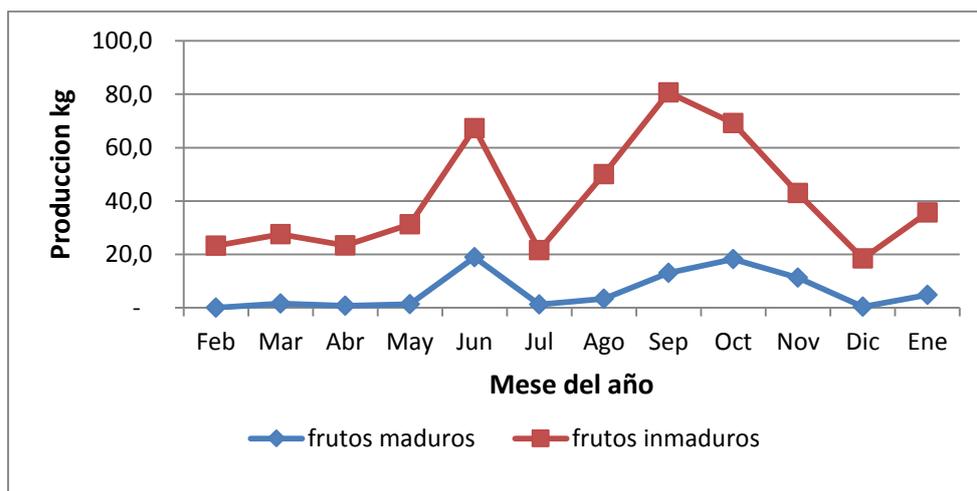
Fuente: El autor, 2014

Producción de frutos: Tal como ocurrió con los otros compartimentos, los frutos de la especie (bellotas maduras e inmaduras), exhiben dos momentos de

mayor producción con respecto al resto del periodo (distribución bimodal), siendo los meses de septiembre y octubre, los tiempos en que hubo una mayor producción, es decir cinco y seis meses después de que se produjo la máxima producción de flores masculinas. Para el resto del periodo, los resultados indican que la producción de bellotas inmaduras es mucho mayor a la producción de bellotas maduras, pero mantienen una regular en los momentos de mayor producción, con los de menor producción.

En términos generales, la producción de frutos se da en un periodo donde la caída de hojas es menor, pues este evento fenológico ocurrió de manera más contundente en el tiempo en que las flores eran fecundadas y los frutos comenzaban a desarrollarse. Sin embargo al final de periodo, los fenómenos de senescencia de hojas, flores y frutos parecen estabilizarse y llegar a niveles mínimos de producción.

Figura 9. Producción de frutos en bosque de robles del macizo Colombiano

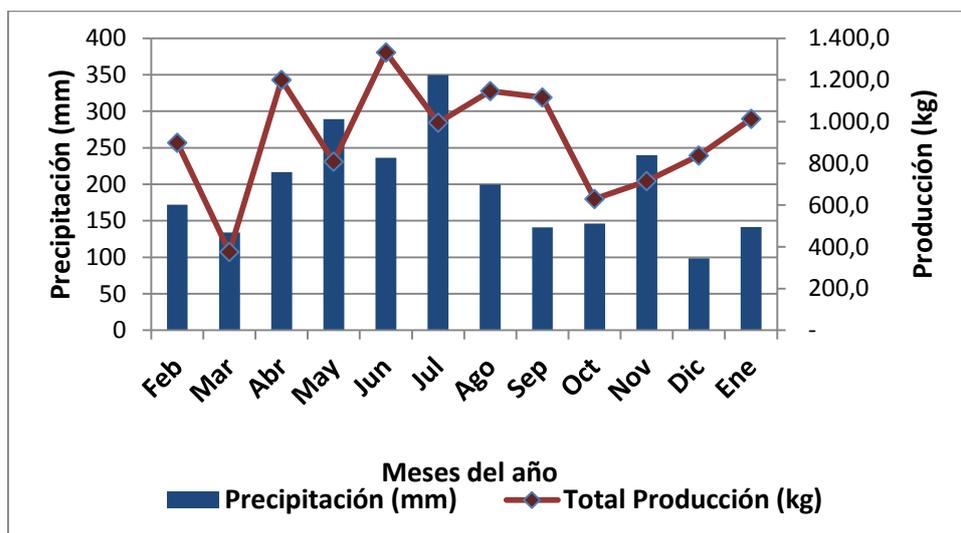


Fuente: El autor, 2014

Correlación de las fenofases con los factores climáticos. Para conocer el clima que acompañó este año de investigación en la zona de estudio, se consultan los registros del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y de Estudios Ambientales), el cual lleva los registros de precipitación de tres estaciones climatológicas que se encuentran ubicadas cerca de la zona de estudio las cuales corresponden a: la estación Palestina (21010100) con elevación de 1.530 msnm ubicada en el municipio de Palestina Huila, la estación Montecristo (21010210) con elevación de 1674 msnm ubicada en Pitalito Huila y la estación Tabor (21010180) con elevación de 1700 msnm ubicada en el municipio de Palestina (IDEAM, 2015).

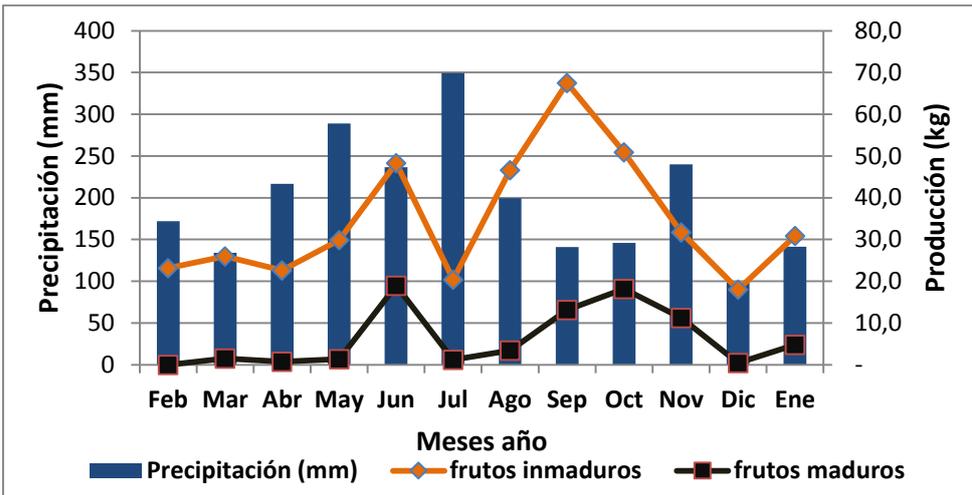
Según registros del IDEAM (2013-2014) en las tres estaciones la precipitación promedio para la zona, nos muestran un comportamiento irregular durante todo el año de estudio registrando periodos de gran precipitación como Mayo, Julio y Noviembre y otros de menor presencia de lluvias como Diciembre. Los resultados de la precipitación en el periodo evaluado se distinguen dos periodos de duración semestral igual que la producción total de hojarasca (figura 9), en esta grafica se muestra que en el primer semestre la precipitación mostro un comportamiento irregular combinando meses de mayo precipitación y meses de menor precipitación pero con tendencia al aumento hasta alcanzar su máximo en Julio. De manera contraria para el segundo semestre se observa un descenso constante en la precipitación hasta Octubre, para luego en Noviembre mostrar un aumento en la presencia de lluvias.

Figura 10. Relación de la precipitación con la producción total de Hojarasca en boques Naturales del Macizo Colombiano



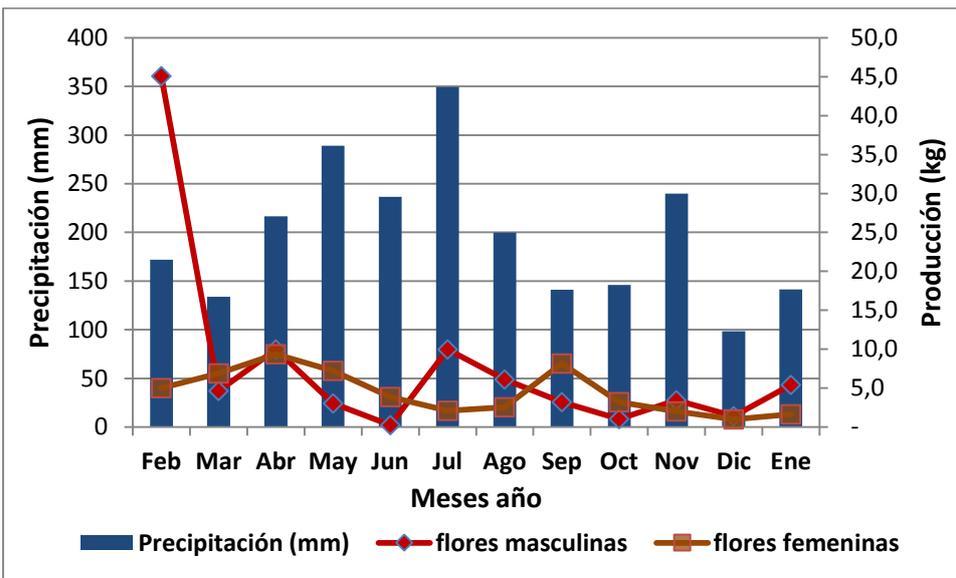
Fuente: El autor, 2014

Figura 11. Relación de la precipitación con la producción de frutos en bosques de Roble del Macizo Colombiano



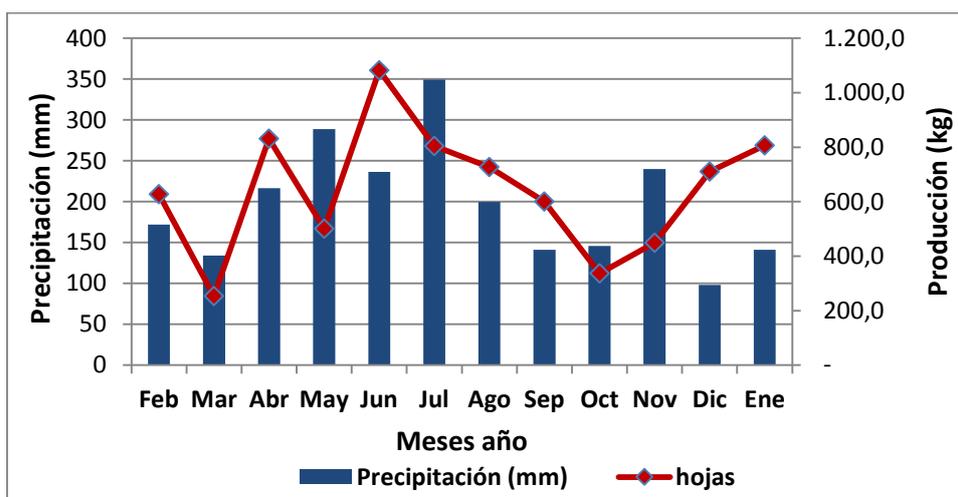
Fuente: El autor, 2014.

Figura 12. Relación de la precipitación con la fenofase flores de bosques Naturales del Macizo Colombiano



Fuente: El autor, 2014

Figura 13. Relación de la precipitación con la producción de la fracción hojas



Fuente: El autor, 2014

7.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Producción de hojarasca: La producción total de hojarasca fina en términos de peso seco mostraron una variación irregular durante todo el año, en el cual se presentaron meses de gran producción y otros de menor presencia de hojarasca, el mes de mayor actividad fenológica se registró en junio periodo que se encuentra antecedido y precedido por periodos de mayor precipitaciones en la zona de estudio, actividad que pudo haber influido positivamente en la caída de material vegetal debido al efecto mecánico que la lluvia puede ejercer sobre el bosque, ya que la lluvia siempre está acompañada por fuertes vientos, motivo por el cual se incrementa la producción de las diferentes fenofases de la especie. Hay que resaltar que en el estudio fenológico del roble blanco en esta zona se registró presencia de material vegetal y reproductivo en todos los meses del año, este comportamiento se puede deber principalmente a la biología natural de la especie y por otra parte a la interacción con el clima de la región en el cual para este estudio registro periodos de mayor y menor precipitaciones durante todo el año. Las diferentes fenofases de la especie muestran correlación con el clima de la zona. Para las fracciones frutos se evidencio que conforme hay presencia de frutos maduros tambien hay un gran porcentaje de abortos 4%, este es un sistema natural de la especie ya que el arbol trata de hacer un gasto innecesario de energía en producir muchos frutos irregulares, y por eso los elimina y se concentra en producir menos frutos pero saludables que le garanticen su regeneración. Para la fracción flores masculinas la mayor producción se presenta en la época más seca y la fenofase flores femeninas se comienzan a observar uno o dos meses después de registrado el evento floración masculina, este aspecto es muy importante tenerlo en cuenta ya que para adelantar programas de reforestación

de la especie en base a semillas, se debe atender primero el evento floración masculina como indicador del tiempo de recolección del fruto maduro el cual se evidencio en el estudio su presencia cinco o siete meses después de la floración masculina.

La producción de hojarasca fina durante el periodo de evaluación para el bosque de roble blanco al sur del macizo Colombiano fue de 11ton ha⁻¹ año⁻¹; esta producción es superior comparada con la de Zapata *et al* 2007 de 7.9 ton ha⁻¹ año⁻¹ en bosque alto Andino de roble en Antioquia y con la de Quinto *et al* 2007 en bosque Pluvial tropical en Choco que fue de 7.2 ton ha⁻¹año⁻¹ (Quinto, *et al.*, 2007). Esta situación de superioridad en la producción de hojarasca al sur del macizo Colombiano puede deberse a que en Antioquia y Choco estos bosques naturales pueden presentar un grado de intervención más severo comparados con los del Huila que presentar una mayor densidad de árboles por hectárea por ello la diferencia en la producción. La producción de 11ton ha⁻¹ año⁻¹ encontrada en esta investigación se encuentra dentro del rango de producción en bosques húmedos tropicales la cual oscila entre 7 y 15 ton ha⁻¹ año⁻¹ de materia seca según Zapata *et al* 2007.

Los valores más bajos reportados en producción de hojarasca fina según los datos reportados en la tabla 7, se han encontrado en bosque de tierras altas, mientras que los valores más altos se reportan en bosques de tierras bajas de tal manera que este último concuerda con la cifra aquí encontrada para este robledal ya que el bosque en estudio presenta altura entre los 1.700 msnm y los 1.900 msnm. Que corresponden a un rango altitudinal que se podría asociar a un bosque pre-montano. Los robles son una especie caducifolia botan sus hojas como una estrategia para poder competir en un ecosistema de composición mixta; esta condición genera una alelopatía que impide que otras especies se desarrollen en sus alrededores de esta manera se evita la competencia por nutrientes, así se explica por qué se presentan picos elevados en la producción de hojarasca, para esta investigación su mayor pico se encuentra en el mes de Junio (figura 5).

Tabla 6. Valores reportados para producción de hojarasca fina en diferentes regiones del mundo (ton⁻¹ año⁻¹).

BIOMA	TIPO DE BOSQUE O ESPECIE	VALORES REPORTADOS	FUENTE
	Bosque húmedo, Colombia	10,1	Jenny et al. 1949
	Bosque húmedo, Zaire	12,3 a 15,3	Laudelot y Meyer 1954
	Bosques mixtos, Ghana	10,5	Nye 1961
	Bosque amazónico de tierra firme, Brasil	7,3	Klinge y Rodrigues 1968

BOSQUES TROPICALES DE TIERRAS BAJAS	Bosques húmedos, Panamá	11,4	Golley et al. 1975
	Bosque húmedo, Costa de Marfil	8,3 a 11,3	Bernhard-Reversat 1975
	Bosque húmedo, Guatemala	9,0	Ewel 1976
	Bosques húmedos, Panamá	11,1	Haines y Foster 1977
	Plantaciones de Pinus caribaea, Nigeria	5,8 a 6,0	Egunjobi y Onweluzo 1979
	Bosques secos, Bélize	12,6	Lambert et al. 1980
	Plantaciones de Araucaria cunninghamii, Australia	5,1 a 12,7	Brassell et al. 1980
	Bosque húmedo, Australia	8,7 a 10,6	Brassell et al. 1980
	Bosques húmedos, Australia	8,7 a 10,6	Brasell y Sinclair 1983
	Bosques húmedos, Australia	7,3 a 10,5	Spain 1984
	Bosques húmedos, India	3,4 a 4,2	Rai y Proctor 1986
	Bosques húmedos, Camerún	13,6 a 13,9	Songwe et al. 1988
	Bosque húmedo, Brasil	8,9 a 9,5	Scott et al. 1992
	Plantaciones de Pinus caribaea, Brasil	10,3	Smith et al. 1998
	Bosque húmedo, Brasil	9,7	Smith et al. 1998
	Plantaciones de Pinus pinnata, India	2,3	Singh et al. 1999
	Bosques húmedos, India	5,6 a 9,2	Sundarapandian y Swamy 1999
	Bosques dominado por Peltogyne gracilipes, Brasil	7,9	Villela y Proctor 1999
	Bosque húmedo, Colombia	9,1 a 15,6	Del Valle 2003
	BOSQUES TROPICALES DE TIERRAS ALTAS	Bosque natural, Tanzania	8,8
Plantaciones forestales de Pinus patula, Tanzania		6,2	Lundgren 1978
Plantaciones forestales de Cupressus lusitanica, Tanzania		5,2	Lundgren 1978
Bosque húmedo, Guatemala		9,1 a 10,1	Kunkel-Westphal y Kunkel 1979
Bosque húmedo, Jamaica		5,5 a 6,5	Tanner 1980
Bosque húmedo, Venezuela		7,0	Fassbender y Grimm 1981
Bosque húmedo, Nueva Guinea		7,2 a 7,9	Edwards 1982
Bosques húmedos, Sarawak		3,6	Proctor et al. 1983
Bosques húmedos, Colombia		4,3 a 7,0	Veneklaas 1991
Bosque húmedo, Australia		5,6	Herbohn y Congdon 1993
Bosques húmedos, Puerto Rico		9,1	Zou et al. 1995
Plantaciones de Pinus caribaea, Puerto Rico		14,3	Cuevas y Lugo 1998
Plantaciones de Pinus elliotti, Puerto Rico		11,4	Cuevas y Lugo 1998
Bosque húmedo premontano, Venezuela		5,0 a 6,3	Priess et al. 1999
Bosque húmedo secundario, Jamaica		9,1 a 9,5	McDonald y Healey 2000

	Bosque natural, Colombia	7,9	Zapata <i>et al</i> 2007
	Plantaciones de Pinus patula, Colombia	8,4	Zapata <i>et al</i> 2007
	Plantaciones de Cupressus lusitanica, Colombia	3,7	Zapata <i>et al</i> 2007
	Bosque de Quercus humboldtii, Colombia	11,0	Este estudio

Fuente: Adaptado de Zapata et al 2007

Se encontró en esta investigación que la fracción de mayor representación fue el componente Hojas, el cual aportó un 70% del total de la hojarasca, porcentaje que se encuentra dentro del rango de producción citado por Quinto *et al* 2007 de Libret *et al* 2001, el cual manifiesta que el rango oscila entre el 60% y el 80% de acuerdo a la edad del árbol, donde la mayor producción corresponde a árboles jóvenes y la menor producción a árboles adultos; lo cual muestra que el bosque natural de esta investigación se encuentra en buen estado de desarrollo. Este resultado corresponde entonces a un bosque en desarrollo vegetativo (crecimiento) lo cual explica el valor alto en la producción de hojas.

Fenología reproductiva

Producción de Flores: A pesar de la baja producción de esta fase reproductiva, las flores en el año de estudio presenta fluctuaciones a través del tiempo de gran significancia. La fenofase de floración femenina (F FEM) (figura 7) no fue muy representativa en esta investigación se presentó casi constante durante todos los meses de la investigación, los meses que sobresalieron fueron los de Abril y septiembre, resultados muy similares a los reportados por Pérez *et al* 2013 en bosque de *Quercus humboldtii* en Popayán Colombia donde la producción en ese estudio se presentó a finales de Marzo y finales de Agosto. Para esta investigación se reportó un 0,5% (tabla 6) del total de la producción para la fracción (F FEM). La fracción (F MAS) reportó un 1% (tabla 6) del total de la producción, encontrándose aquí que el mes de mayor representación fue Febrero y el de menor significancia Junio (figura 5).

La fenofase de fructificación para frutos inmaduros (F INM) mostró una representación de 3,7% (tabla 6), con picos mayores en los meses de Junio y Septiembre. Para la fracción (F MAD) su representación fue de 0,7% (tabla 6), con picos superiores en Junio y Octubre; los F INM precipitaron al suelo durante todo el ciclo fenológico en tanto que los F MAD se hicieron evidentes en Junio y entre Agosto y Noviembre (figura 8); hay que destacar que para los meses de junio y julio en el sur del Huila se registraron periodos de intensas lluvias lo cual pudo haber afectado significativamente la producción de F INM, debido a los fuertes vientos y golpe directo de las gotas de lluvia.

Estudios realizados a Fagáceas *Quercus pirenaica* y *Castanea sativa* en España, encontraron que la fracción Hojas fue del 65% para *Quercus pirenaica* y un 60,1% para *Castanea sativa* (Santa R y Gallardo L, 1985), en mi investigación para bosques tropicales, este mismo componente registró 70%.

CONCLUSIONES

Puedo decir que todas las diferentes fases fenológicas de esta especie, se hicieron presentes durante todo el año de estudio, encontrando una producción total de 11ton ha⁻¹ año⁻¹; de las cuales la de mayor representación fue la fracción hojas con el 70% del total con 7.729 kg ha⁻¹ año⁻¹, siendo el mes de Junio el de mayor representación el cual está dentro del periodo de mayor precipitación, la cual mostró un promedio de 2363,3 mm durante el año de estudio.

El estudio mostró que a medida que se presentan frutos maduros, también hay presencia de frutos inmaduros o abortos lo cual demuestra que tan solo el 1% de frutos adultos alcanzan a llegar al suelo, esta fenofase también mostró relación con las precipitaciones. Los frutos maduros se hicieron presentes cinco a siete meses después de manifestado la fenofase de flores masculinas, información que es importante para la recolección de frutos para adelantar proyectos de reforestación de la especie.

La conservación del bosque de roble es un propósito nacional, en consideración a su estado de amenaza y pérdida, que acarrea con síglo la afectación a los aportes en bienes y servicios ambientales. La producción de hojarasca en estos bosques de la región premontana, indican no solo una importante dinámica en el ciclo del carbono en la zona media de los Andes, si no que su cantidad es comparable con bosques de tierras bajas, por lo que sus aportes en servicios ambientales de regulación ratifican la necesidad de conservarlos.

Los procesos reproductivos de la especie están estrechamente relacionados con otros organismos biológicos que verían alterado su hábitat. Evidencias de las interacciones con insectos y animales frugívoros indican el gran aporte energético que presentan estos para este tipo de especies. La alteración de estos bosques desencadenaría una alternación de las cadenas tróficas, en consideración a que los robles constituyen la especie dominante de éste tipo de formación vegetal.

Al encontrarse interacción entre el clima y los procesos fenológicos de la especie roble, puede preverse una alteración en los ciclos reproductivos conforme se alteren los factores climáticos, particularmente la precipitación. Aunque se conoce que la especie se localiza en un amplio rango de ecosistemas y rangos climáticos, la incertidumbre sobre su capacidad de adaptación al cambio genera nuevas preguntas sobre su conservación y necesidad de seguir trabajando en temas de adaptación al cambio climático y la protección de áreas naturales.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir adelantando estudios sobre los bosque naturales del corredor Biológico del Macizo Colombiano con el ánimo de conocer más sobre la fenología de estos y así comprender y adelantar proyectos que nos permitan gozar de este ecosistema, de tal manera que no se pierda la conectividad natural de los PNN Puracé-Cueva de los guacharos.

Para adelantar planes de reforestación en base a la reproducción sexual del roble blanco se debe tener en cuenta a la fenofase flores masculinas ya que en esta investigación mostro una relación con la presencia de los frutos maduros cinco o siete meses después de presentado el evento.

Se recomienda unir fuerzas de las diferentes entidades gubernamentales y demás, para asegurar la conservación de estos magníficos bosques, ya que estos además de tener un potencial económico alto, también tienen un mayor valor ambiental; la conservación del *Quercus humboldtii* asegura también la conservación de otras especies de fauna y flora que habitan o transitan por estos bosque.

No se deberían permitir las intervenciones en estos bosques en cuanto a procesos máximos de exploración porque se disminuiría su potencial de producción, lo cual afectaría la biodiversidad que albergan estos bosque perjudicando tanto a fauna como a flora de estos sistemas, además la misma especie se vería afectada en su proceso de regeneración.

BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

- Aguilar G, M. (2009). *PLAN DE RESTITUCIÓN POBLACIONAL DE Quercus humboldtii Bonpl. EN LA RESERVA FORESTAL PROTECTORA EL ROBLEDAL, CUNDINAMARCA-COLOMBIA*. Recuperado el 21 de Marzo de 2014, de <https://reintroduction.wikispaces.com/file/view/Din%C3%A1mica+Poblacional+de+Quercus+humboldtii+en+la+Reserva+Forestal+Protectora+El+Robledal+5-13.pdf>
- Avella M, A., & Cárdenas C, L. M. (2010). *CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES DE ROBLE EN EL CORREDOR DE CONSERVACIÓN GUANTIVA – LA RUSIA – IGUAQUE, DEPARTAMENTOS DE SANTANDER Y BOYACÁ, COLOMBIA*¹. Recuperado el 3 de 05 de 2014, de <http://www.natura.org.co/general/corredor-de-conservacion-de-robles-guantiva-la-rusia-iguaque-fase-ii.html>
- Cárdenas, D. L., & Salinas, N. R. (2006). *Libro Rojo de Plantas de Colombia. Especies maderables amenazadas*. Recuperado el 15 de 04 de 2014, de <https://senaintro.blackboard.com/bbcswebdav/users/1130585219/LibroRojoMaderables.pdf>
- Corporacion Autonoma Regional del Alto Magdalena, CAM. (2007). *Sintesis Ambiental*. Obtenido de <https://www.google.com.co/search?q=capitulo+2.+sintesis+ambiental+CAM%2C+2007&ei=Zg8-VZH9IsGigwT-pIGIBw>
- Cuatrecasas, J. (1958). *Aspectos de la vegetación Natural de Colombia*. Recuperado el 18 de 03 de 2014, de <http://scholar.google.com/citations?user=0YuEmRoAAAAJ&hl=es>
- Etter, A., Mcalpine, C., Wilson, K., Phinn, S., & Possingham, H. (2006). *Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia*. Recuperado el 23 de 06 de 2014, de http://www.uq.edu.au/spatialecology/docs/Publications/2006_Etter_etal_Regional_PatternsOfAgriculture.pdf
- Fernández, E. A. (2014). *PRODUCCIÓN Y VIABILIDAD EN SEMILLAS DE ROBLE BLANCO (Quercus humboldtii) EN BOSQUES DEL MACIZO COLOMBIANO, SUR DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA*. Recuperado el 24 de 01 de 2015, de <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/2468>
- Fournier, L. y. (1975). *El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales*. Recuperado el 18 de 03 de 2014, de <http://orton.catie.ac.cr/REPOC/A0774E/A0774E01.PDF>
- Galindo T, R., Betancur, J., & Cadena M, J. J. (2003). *ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE CUATRO BOSQUES ANDINOS DEL SANTUARIO DE FLORA Y FAUNA GUANENTÁ-ALTO RÍO FONCE, CORDILLERA ORIENTAL COLOMBIANA*. Recuperado el 20 de 06 de 2014, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/37569/1/39393-175313-1-PB.pdf>
- García, C., Suárez, C., & Daza, M. (2010). *Estructura y Diversidad Florística de Dos Bosques Naturales (Buenos Aires, Dpto Cauca, Colombia)*. Recuperado el 20 de 03 de 2014, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a10>

- Gómez D, J. D., Monterroso R, A. I., Tinoco R, J. A., & Etchevers B, J. D. (2012). *ALMACENES DE CARBONO EN EL PISO FORESTAL DE DOS TIPOS DE BOSQUE*. Recuperado el 21 de 04 de 2014, de <http://www.redalyc.org/pdf/573/57324446009.pdf>
- González M, A., & Parrado R, A. (2010). *DIFERENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS DEL ROBLE QUERCUS HUMBOLDTII BONPL. EN DOS BOSQUES ANDINOS DE LA CORDILLERA ORIENTAL COLOMBIANA*. Recuperado el 25 de 06 de 2014, de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/colfor/article/view/3429/4951>
- Huber J, A., & Oyarzún C, C. (1983). *PRODUCCION DE HOJARASCA Y SUS RELACIONES CON FACTORES METEOROLOGICO EN UN BOSQUE DE PINUS RADIATA* . Recuperado el 03 de 06 de 2014, de http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0717-92001983000100001&script=sci_arttext
- IDEAM. (2015). Grupo de archivo técnico. Información Estadística Meteorológica año 2013-2014. Estaciones 21010180 Tabor, 21010210 Montecristo y 21010100 Palestina. (M. y. Instituto de Hidrología, Ed.)
- Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables, I. (1974). *Resolución 0316*. Recuperado el 7 de 06 de 2014, de <https://www.google.com.co/search?q=capitulo+2.+sintesis+ambiental+CAM%2C+2007&ei=Zg8-VZH9IsGigwT-pIGIBw#q=stituto+Nacional+de+Recursos+Naturales-INDERENA.+1974.+Reolucion+0316.+Se+establece+veda+para+algunas+especies+forestales+maderables>.
- León D. León, M. I. (2008). Caída de hojarasca, descomposición y liberación de nutrientes en un bosque montano de roble (*Quercus humboldtii* Bonpl) en la cordillera de los andes Colombianos. Medellín: Ecología de bosque Andinos.
- León, J. D., González, M. I., & Gallardo, J. F. (2011). *Ciclos biogeoquímicos en bosques naturales y plantaciones de coníferas en ecosistemas de alta montaña de Colombia*. Recuperado el 27 de 05 de 2014, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44920903037>
- León, J. D., Vélez, G., & Yepes, A. P. (2009). *Estructura y composición florística de tres robledales en la región norte de la cordillera central de Colombia*. Recuperado el 8 de 05 de 2014, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44918949031>
- Manchola C, J. H., & Parra A, C. A. (2006). *Los robles como objetos de conservación del proyecto Corredor Biológico entre los PNN Puracé-Cueva de los Guácharos*. Recuperado el 21 de 06 de 2014, de http://www.academia.edu/1277433/Algunos_referentes_espaciales_e_hist%C3%B3ricos_en_el_territorio_h%C3%ADdrico_de_Iguaque
- Meli, P. (2003). *RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE BOSQUES TROPICALES. VEINTE AÑOS DE INVESTIGACIÓN ACADÉMICA*. Recuperado el 20 de 03 de 2014, de http://scholar.google.com.co/scholar?q=+Whitmore%2C+T.+C.+1997.&btnG=&hl=es&lr=lang_es&as_sdt=0%2C5&as_vis=1
- MINISTERIO DE AMBIENTE, V. Y. (2006). *Resolución Número 096. Modifica la Resolución 316 del INDERENA. Veda sobre la especie Roble Blanco*. Recuperado el 16 de 06 de 2014, de <http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/RESOLUCIONES/RL009606.pdf>

- MINISTERIO DE AMBIENTE, V. Y. (2010). *RESOLUCIÓN NÚMERO 383. Especies silvestres amenazadas*. Recuperado el 16 de 04 de 2014, de http://190.85.6.171/Sistematizacion_Normatividad/Fauna%20y%20Flora/Resol._383_de_2010_especies_amezadas.pdf
- Murcia R, M. A., & Ochoa, M. P. (2012). *RESPIRACIÓN DEL SUELO Y CAÍDA DE HOJARASCA EN EL MATORRAL DEL BOSQUE ALTOANDINO (CUENCA DEL RÍO PAMPLONITA, COLOMBIA)*. Recuperado el 20 de 03 de 2014, de <http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v34n1/v34n1a12>
- Pacheco S, R. A., Pinzon O, C. A., & Pedraza T, H. (1997). *El Roble (Quercus humboldtii Bonpland)*. Recuperado el 17 de 03 de 2014, de http://books.google.com.co/books/about/El_Roble_Quercus_humboldtii_Bonpland.html?id=dysXtwAACAAJ&redir_esc=y
- Palacios B, P. A. (2002). *Producción y descomposición de hojarasca en un bosque Maulino fragmentado*. Recuperado el 24 de 04 de 2014, de <http://www.mantruc.com/pilar/seminario-palacios-bianchi2002.pdf>
- Palacios M, J. D., & Fernández M, J. F. (2006). *Estado de la investigación en genética de la conservación de los robles (Fagaceae) en Colombia*. Recuperado el 05 de 05 de 2014, de http://www.academia.edu/1277433/Algunos_referentes_espaciales_e_hist%C3%B3ricos_en_el_territorio_h%C3%ADdrico_de_Iguaque
- Parra A, C. A., Díez G, M. C., & Moreno H, F. H. (2011). *Regeneración Natural del Roble Negro (Colombobalanus excelsa, Fagaceae) en Dos Poblaciones de la Cordillera Oriental de los Andes, Colombia*. Recuperado el 14 de 06 de 2014, de http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fprofile%2FFlavio_Moreno%2Fpublication%2F262753605_Natural_Regeneration_of_Black_Oak_%2528Colombobalanus_excelsa_Fagaceae%2529_in_
- Pérez L, C. A., Villalba M, J. C., & Almanza P, M. I. (2013). *FENOLOGÍA DEL ROBLE (Quercus humboldtii bonpland) EN POPAYÁN (CAUCA, COLOMBIA)*. Recuperado el 13 de 06 de 2014, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11nspe/v11nespa17.pdf>
- Quinto M, H., Ramos P, Y. A., & Abadía B, D. (2007). *Cuantificación de la Caída de Hojarasca como Medida de la Producción Primaria Neta, en un Bosque Pluvial Tropical en Salero, Choco, Colombia*. Recuperado el 21 de 06 de 2014, de <https://www.google.com.co/search?q=Quinto%2C+M.H.%2CRamo%2C+Y.+A.+y+Abadia%2C+D.+2007.+Cuantificacion+de+la+caida+de+hojarasca+como+medida+de+la+produccion+primaria+neta+en+un+bosque+pluvial+tropical+en+Salero%2C+Choco%2C+Colombia.+Biodiversidad.&ei=ZWg-V>
- Santa R, I., & Gallardo L, J. F. (1985). *Producción de Hojarasca en tres Bosques de la Sierra de Bejar (Salamanca)*. Recuperado el 08 de 06 de 2014, de [http://digital.csic.es/bitstream/10261/57552/1/Producci%C3%B3n%20de%20hojarasca%20en%20tres%20bosques%20de%20la%20Sierra%20de%20B%3%A9jar%20\(Salamanca\).pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/57552/1/Producci%C3%B3n%20de%20hojarasca%20en%20tres%20bosques%20de%20la%20Sierra%20de%20B%3%A9jar%20(Salamanca).pdf)

Valenzuela, E., Leiva, S., & Godoy, R. (2001). *Variación estacional y potencial enzimático de microhongos asociados con la descomposición de hojarasca de Nothofagus pumilio*. Recuperado el 12 de 05 de 2014, de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-078X2001000400001&script=sci_arttext

Whitmore, T. C. (1997). *Tropical Forest Disturbance, Desappearance, and species loss. En tropical forest remnants*. Recuperado el 14 de 06 de 2014, de <https://books.google.com.co/books?id=mJSZNQrO8PoC&pg=PA3&lpg=PA3&dq=Tropical+forest+disturbance,+disappearance,+and+species+loss.&source=bl&ots=qjAHvN8Lfr&sig=sXt1r6aLufSeCiSOhOTaFlpY1TA&hl=es&sa=X&ei=VTY-VY39Fqm0sAS-loHYBA&ved=0CCEQ6AEwAA#v=onepage&q=Tro>

Zapata D, C. M., Ramirez, J. A., León P, J. D., & Gonzáles H, M. I. (2007). *PRODUCCIÓN DE HOJARASCA FINA EN BOSQUES ALTOANDINOS DE ANTIOQUIA, COLOMBIA*. Recuperado el 6 de 05 de 2014, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179914076010>