

**EVALUACIÓN ECOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DE LA VEGETACIÓN DEL  
BOSQUES DE ROBLE (*Quercus humboldtii*), EN EL MUNICIPIO DE  
MOLAGAVITA Y SAN ANDRES, DEPARTAMENTO DE SANTANDER,  
COLOMBIA**

**JAIME SAID GOMEZ ARIAS  
ROMARIO GÚIZA PARDO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL  
MÁLAGA  
2017**

**EVALUACIÓN ECOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DE LA VEGETACIÓN DEL  
BOSQUES DE ROBLE (*Quercus humboldtii*), EN EL MUNICIPIO DE  
MOLAGAVITA Y SAN ANDRES, DEPARTAMENTO DE SANTANDER,  
COLOMBIA**

**JAIME SAID GOMEZ ARIAS  
ROMARIO GÜIZA PARDO**

**Trabajo de grado para optar al título de  
INGENIERO FORESTAL**

**Director  
HERWIN RAMIRO ROA CAICEDO  
Ingeniero Forestal**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
INSTITUTO DE PROYECCION REGIONAL Y EDUCACION A DISTANCIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL  
MÁLAGA  
2017**

## DEDICATORIA

A Dios y la Santísima Virgen por hacer de mí su voluntad, de mantenerme fuerte aun en los momentos de dificultad, optimista en las adversidades y triunfante ante cada obstáculo.

A mi amada familia que por su apoyo incondicional siempre fue el plus que me inspiro a ser constante en el camino hacia mis metas, a mi Santa Madre MERCEDES ARIAS por ser la persona más importante de mi vida, por quien el deseo de sobresalir y surgir en la vida es inevitable con el fin de que se sienta orgullosa y satisfecha en su trabajo de MADRE.

A mis Hermanos de sangre y alma YHERIZ PAOLA Y EDER LEONARDO quienes me acompañaron en todo mi proceso de formación y que con sus palabras me hicieron ver la importancia de la vida y de ser el profesional que anhelaron ver.

A mis Sobrinos que con su ternura y amor me hacen día a día ser más fuerte y decidido a buscar mis ideales para ser un motivo y ejemplo de superación.

A las personitas amadas que ya no me acompañan mi Padre JAIME ALIRIO, mis Abuelitas GUILERMINA ARIAS, ALICIA DE BECERRA y amiga NANCY ANDREA BARAJAS JURADO, que durante su paso por la vida terrenal su gran amor fue incondicional y que luego con su partida su bendición, cuidado e intercesión siempre los he sentido de corazón a mi lado.

Al coordinador del Instituto Politécnico LUIS ALBERTO CARRILLO por su amistad y colaboración en el trabajo de campo y su apoyo incondicional con cada una de sus palabras, su aliento y optimismo para nunca dejarnos decaer, mil gracias.

***Jaime Said Gómez Arias.***

Dedico el presente trabajo de grado a mi novia NANCY ANDREA BARAJAS JURADO (Q.E.P.D.) que con su amor y apoyo me hizo llegar hasta este punto y siempre permanecerá en mi corazón.

***Romario Güiza Pardo.***

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios y la Virgen por ser los guías y dueños de mi vida y sentirme bendecido día a día con su santa bendición.

A mi familia por esa unión y apoyo con el que siempre he podido contar, por sus palabras de apoyo, sus risas en los tiempos de tristeza, su acompañamiento en horas de soledad.

Al ingeniero Andrés Rodríguez Toro por su acompañamiento, seguimiento en la ejecución del proyecto.

A nuestros compañeros, Fernando Güiza, Camilo Manzano, Nancy Andrea (Q.E.P.D), Sebastián Torres y Fredy Armando por su acompañamiento en las tareas de trabajo de campo.

A nuestro gran amigo y compañero Elkin Fabian por su apoyo incondicional dentro y fuera de las actividades académicas, su colaboración incondicional fue inmensa de agradecer y de admirar, Dios lo bendiga.

Agradezco al ingeniero Herwin Ramiro Roa Caicedo director de nuestro trabajo de grado, por su confianza, colaboración y acompañamiento en la ejecución de todas nuestras actividades.

## CONTENIDO

|  | pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN   | 18   |
| 1. PROBLEMA  | 19   |
| 2. OBJETIVOS   | 20   |
| 2.1 OBJETIVO GENERAL   | 20   |
| 2.2 OBJETIVO ESPECIFICOS   | 20   |
| 3. MARCO REFERENCIAL   | 21   |
| 3.1 MARCO TEÓRICO  | 21   |
| 3.1.1 El bosque de roble.  | 21   |
| 3.1.2 Principales características del roble ( <i>Quercus humboldtii</i> ). | 22   |
| 3.1.3 Evaluación Ecológica.  | 24   |
| 3.2 MARCO HISTÓRICO  | 26   |
| 3.3 MARCO CONCEPTUAL   | 27   |
| 3.3.1 Robledal.  | 27   |
| 3.3.2 Evaluación Ecológica Rápida.   | 27   |
| 3.3.3 Composición florística.  | 28   |
| 3.3.4 Stock de carbono.  | 28   |
| 3.3.5 Necromasa.   | 28   |
| 3.3.6 Ecosistema Forestal.   | 28   |
| 3.3.7 Parcela.   | 29   |
| 3.3.8 Sub parcelas.  | 29   |
| 3.3.9 Parcelas permanentes.  | 29   |
| 3.3.10 Estructura horizontal.  | 29   |

|  |    |
|--|----|
| 3.3.11 Abundancia, dominancia y frecuencia.                    | 29 |
| 3.3.12 Índice de Valor de Importancia (I.V.I.).                | 29 |
| 3.3.13 Coeficiente de mezcla (CM).                             | 30 |
| 3.3.14 Regeneración natural.                                   | 30 |
| 3.3.15 Diámetro de copa.                                       | 30 |
| 3.3.16 Diámetro a la altura del pecho (D.A.P).                 | 30 |
| 3.3.17 Estructura vertical.                                    | 31 |
| 3.3.18 Diagramas de perfil.                                    | 31 |
| 3.3.19 Deforestación.  | 31 |
| 3.3.20 Regulación hídrica.                                     | 31 |
| 3.3.21 Valor agregado.   | 31 |
| 3.3.22 Calentamiento global.                                   | 31 |
| 3.4 MARCO LEGAL  | 32 |
| 4. PROCESOS METODOLÓGICOS                                      | 33 |
| 4.1 METODOLOGÍA  | 33 |
| 4.2 LOCALIZACIÓN.  | 33 |
| 4.3 MUESTREO   | 33 |
| 4.4 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA                                     | 35 |
| 4.4.1 Índice de Valor de Importancia.                          | 35 |
| 4.4.1.1 Abundancia relativa.                                   | 35 |
| 4.4.1.2 Frecuencia relativa.                                   | 35 |
| 4.4.1.3 Dominancia relativa.                                   | 35 |
| 4.4.2 Índice de predomino fisionómico – Estructura Horizontal. | 36 |
| 4.4.3 Posición Sociológica – Estructura Vertical.              | 36 |
| 4.4.3.1 Árboles dominantes.                                    | 37 |
| 4.4.3.2 Árboles codominantes.                                  | 37 |
| 4.4.3.3 Árboles dominados.                                     | 37 |
| 4.4.4 Índices de Biodiversidad.                                | 37 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 4.4.4.1 | Índice de Margalef.  | 37 |
| 4.4.4.2 | Índice de Mechinick.   | 37 |
| 4.4.4.3 | Índice de Simpson.   | 38 |
| 4.4.4.4 | Índice de Berger-Parker.   | 38 |
| 4.4.4.5 | Índice de Shannon-Wiener.  | 38 |
| 4.4.4.6 | El Índice de Importancia Ampliado.   | 39 |
| 4.5     | ESTIMACIÓN DE BIOMASA Y CARBONO  | 39 |
| 4.5.1   | Ecuaciones de biomasa y preparación de los datos.                                | 39 |
| 4.5.1.1 | Estimación indirecta del contenido de carbono en la biomasa aérea y subterránea. | 41 |
| 5.      | ANÁLISIS DE RESULTADOS   | 42 |
| 5.1     | UBICACIÓN  | 42 |
| 5.2     | CLASIFICACIÓN Y CALIDAD DE SITIO   | 42 |
| 5.3     | ZONA DE VIDA   | 44 |
| 5.4     | MUESTREO   | 44 |
| 5.5     | COMPOSICIÓN FLORÍSTICA   | 47 |
| 5.5.1   | Estructura Horizontal  | 49 |
| 5.5.1.1 | Índice de valor de importancia (I.V.I.)  | 49 |
| 5.5.1.2 | Índice de Predominio Fisionómico (I.P.F.).                                       | 53 |
| 5.5.1.3 | Índice de Importancia Ampliado (I.I.A.).   | 54 |
| 5.6     | ESTRUCTURA VERTICAL  | 55 |
| 5.6.1   | Índice de Posición Sociológica (I.P.S.).   | 55 |
| 5.7     | ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD   | 57 |
| 5.7.1   | Defectos del fuste.  | 57 |
| 5.7.2   | Variación de Especies a través del Gradiente Altitudinal.                        | 57 |
| 5.8     | ESTIMACIÓN BIOMASA-CARBONO   | 60 |
| 5.8.1   | Estructura del bosque y análisis de información.                                 | 60 |
| 5.8.2   | Ecuaciones de biomasa y carbono del bosque.                                      | 61 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 6. CONCLUSIONES    | 64 |
| 7. RECOMENDACIONES | 65 |
| BIBLIOGRAFÍA       | 66 |
| ANEXOS.            | 70 |

## LISTA DE TABLAS

|  | <b>pág.</b> |
|--|-------------|
| Tabla 1. Características y condiciones del Roble ( <i>Quercus Humboldtii</i> )   | 23          |
| Tabla 2. Datos de la estación meteorológica seleccionada.  | 42          |
| Tabla 3. Estadígrafos usados para el cálculo del tamaño de la muestra (Subparcelas)  | 45          |
| Tabla 4. Composición florística de fustales del bosque de roble.   | 47          |
| Tabla 5. Composición florística de latizales del bosque de roble.  | 47          |
| Tabla 6. Composición florística de la regeneración natural del bosque de roble.  | 48          |
| Tabla 7. Nuevas especies presentes en la categoría latizal.  | 51          |
| Tabla 8. Especies desaparecidas de la categoría fustal en latizal.   | 51          |
| Tabla 9. Valores de los índices de riqueza en el bosque de roble.  | 57          |
| Tabla 10. Variación de especies a medida que aumenta el gradiente altitudinal.   | 59          |
| Tabla 11. Especies más representativas para la estimación de la biomasa, necromasa y carbono del bosque de roble.                      | 60          |
| Tabla 12. Estimación de biomasa y necromasa para las especies de Roble y Helecho gigante para el bosque de roble en toneladas          | 62          |
| Tabla 13. Estimación de carbono para las especies de roble, árboles muertos en pie y helecho gigante del bosque de roble en toneladas. | 63          |

## LISTA DE FIGURAS

|   | <b>pág.</b> |
|---|-------------|
| Figura 1. Diseño de parcelas de muestreo del bosque de roble.   | 34          |
| Figura 2. Localización geográfica del bosque bajo estudio y vías de acceso.   | 43          |
| Figura 3. Precipitación anual para el periodo 1990-2016.  | 44          |
| Figura 4. Área basal por parcela en metros cuadrados por hectárea (m <sup>2</sup> /ha)  | 45          |
| Figura 5. Localización de los puntos de premuestreo y muestreo.   | 46          |
| Figura 6. Índice de valor de importancia del bosque de roble.   | 49          |
| Figura 7. Índice de valor de importancia del bosque de roble.   | 50          |
| Figura 8. Abundancia y frecuencia de las especies presentes en la regeneración natural.   | 52          |
| Figura 9. Índice de predominio fisionómico de la categoría fustal en el bosque de roble.  | 53          |
| Figura 10. Índice de Importancia Ampliado de las especies del bosque de roble.  | 54          |
| Figura 11. Índice de posición sociología del bosque de roble.   | 56          |
| Figura 12. Abundancia de los defectos de fuste y muertos en pie en el bosque de roble.  | 58          |
| Figura 13. Especies con mayor porcentaje de defectos de fustes y muertos en pie en el bosque de roble.                                      | 58          |
| Figura 14. Abundancia por parcelas de las especies seleccionadas para la estimación de la biomasa, necromasa y carbono del bosque de roble. | 60          |
| Figura 15. Distribución de biomasa y necromasa total por parcelas en toneladas por hectárea (t/ha) del bosque de roble.                     | 61          |
| Figura 16. Distribución del carbono total por parcelas en toneladas por hectárea (t/ha) del bosque de roble.                                | 62          |

## LISTA DE ANEXOS

|   | pág. |
|---|------|
| Anexo A. Listado de individuos encontrados en el muestreo del bosque de roble.  | 70   |
| Anexo B. Listado de individuos muertos en pie encontrados en el muestreo del bosque de roble  | 89   |
| Anexo C. Índice de valor de importancia de fustales del bosque de roble.  | 91   |
| Anexo D. Índice de valor de importancia de latizales del bosque de roble.   | 92   |
| Anexo E. Abundancia y frecuencia de la regeneración natural del bosque de roble   | 93   |
| Anexo F. Índice de Predomino Fisionómico del bosque de roble.   | 94   |
| Anexo G. Índice de posición sociológica del bosque de roble.  | 95   |
| Anexo H. Índice de importancia ampliado del bosque de roble.  | 96   |
| Anexo I. Índice de valor de importancia de fustal en el intervalo de 2814 m.s.n.m. a 1913 m.s.n.m. en el bosque de roble.                                 | 97   |
| Anexo J. Índice de valor de importancia de fustal en el intervalo de 2914 m.s.n.m. a 3013 m.s.n.m. en el bosque de roble.                                 | 98   |
| Anexo K. Índice de valor de importancia de fustal en el intervalo de 3014 m.s.n.m. a 3114 m.s.n.m. en el bosque de roble.                                 | 99   |
| Anexo L. Abundancia de fustales y muertos en pie del bosque de roble.   | 100  |
| Anexo M. Cantidad de biomasa y carbono aéreo por individuo de la especie Helecho gigante ( <i>Cyathea arbórea</i> ) muestreado del bosque de roble.       | 101  |
| Anexo N. Cantidad de biomasa y carbono subterráneo por individuo de la especie Helecho gigante ( <i>Cyathea arborea</i> ) muestreado del bosque de roble. | 102  |

|   |     |
|---|-----|
| Anexo O. Cantidad de biomasa y carbono aéreo por individuo de la especie roble ( <i>Quercus humboldtii</i> ) muestreado del bosque de roble.                | 103 |
| Anexo P. Cantidad de biomasa y carbono subterráneo por individuo de la especie roble ( <i>Quercus humboldtii</i> bonpl) muestreado del bosque roble         | 114 |
| Anexo Q. Cantidad de necromasa y carbono aéreo por individuo de la especie roble ( <i>Quercus humboldtii</i> ) muerto muestreado del bosque de roble.       | 125 |
| Anexo R. Cantidad de necromasa y carbono subterráneo por individuo de la especie roble ( <i>Quercus humboldtii</i> ) muerto muestreado del bosque de roble. | 127 |
| Anexo S. Cantidad de necromasa y biomasa por parcela del bosque de roble en toneladas por hectárea (t/ha).  | 129 |
| Anexo T. Cantidad de carbono por parcela del bosque de roble en toneladas por hectárea (t/ha).  | 130 |
| Anexo U. Registro fotográfico del establecimiento de parcelas y toma de datos.  | 131 |
| Anexo V. Registro fotográfico de los disturbios antrópicos.   | 134 |

## RESUMEN

**TITULO:** EVALUACIÓN ECOLÓGICA Y ESTRUCTURAL DE LA VEGETACIÓN DEL BOSQUES DE ROBLE (*Quercus humboldtii*), EN EL MUNICIPIO DE MOLAGAVITA Y SAN ANDRES, DEPARTAMENTO DE SANTANDER, COLOMBIA.\*

**AUTOR:** JAIME SAID GOMEZ ARIAS  
ROMARIO GÜIZA PARDO\*\*.

**PALABRAS CLAVE:** BIOMASA, CARBONO, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ÍNDICE DE PREDOMINIO FISIONÓMICO, ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA, ÍNDICE DE POSICIÓN SOCIOLÓGICA, NECROMASA.

### DESCRIPCIÓN:

Los bosques de roble de la cordillera de los Andes se están viendo altamente fragmentados e intervenidos por el factor antrópico, el estudio determinó la evaluación ecológica del bosque ubicado entre los municipios de Molagavita y San Andrés en el departamento de Santander, Colombia; con un área total de 575.66 hectáreas y con un rango altitudinal de entre los 2724 y los 3409 m.s.n.m., presenta una precipitación promedio de 1774.8 mms y una temperatura que va desde los 6° a los 15°C, características propias del bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

Se seleccionaron siete parcelas al azar de 50x20 metros dividida en diez subparcelas de 10x10 numeradas cada una para la toma de datos de árboles fustales (mayores de 10 cm de diámetro o 31.4 cm de perímetro del fuste), en las subparcelas uno y diez se establecieron subparcelas de 5x5 para los latizales (entre 2.5 y 9.9 cm de diámetro o 7.85 cm y 31.3 cm de perímetro) y 2x2 para los brinzales (regeneración natural) para con ellas calcular el Índice de Valor de Importancia (IVI), Índice de Predominio Fisionómico (IPF), Índice de Posición Sociológica e índices de biodiversidad del bosque.

Para la estimación de biomasa se seleccionó la especie dominante correspondiente al roble y el helecho arborescente, para la necromasa se seleccionaron los árboles muertos en pie, se estimó la biomasa y necromasa aérea y subterránea para obtener la masa total, la estimación del carbono es aproximadamente el 50 % de la biomasa, así que se multiplico por un factor de 0.5 con el fin de darle la protección, importancia y prioridad que estos ecosistemas necesitan, para proponer futuras restauraciones ecológicas.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: ROA CAICEDO, Herwin Ramiro. Ingeniero Forestal.

## ABSTRACT

**TITLE:** ECOLOGICAL AND STRUCTURAL EVALUATION OF VEGETATION OF OAK FORESTS (*Quercus humboldtii*), IN THE MUNICIPALITY OF MOLAGAVITA AND SAN ANDRES, DEPARTMENT OF SANTANDER, COLOMBIA.\*

**AUTHOR:** JAIME SAID GOMEZ ARIAS  
ROMARIO GÜIZA PARDO \*\*

**KEYWORDS:** BIOMASS, CARBON, FLORISTIC COMPOSITION, NECROMASE, PHYSIOLOGICAL PREDOMINAL INDEX, SOCIOLOGICAL POSITION INDEX, VALUE INDEX OF IMPORTANCE.

### DESCRIPTION:

The oak forests of the Andes mountain range are being highly fragmented and intervened by the anthropic factor, the study determined the ecological evaluation of the forest located between the municipalities of Molagavita and San Andrés in the department of Santander, Colombia, with a total area of 575.66 hectares and with an altitudinal range of between 2724 and 3 409 m.s.n.m. And presents an average precipitation of 1774.8 mms and with a temperature that goes from the 6 ° to the 15 ° own characteristics of the low montane humid forest (bh-MB),

Seven random plots of 50x20 meters were divided into ten subplots of 10x10 numbered each for the data collection of trees (greater than 10 cm in diameter or 31.4 cm of perimeter of the stem), in subplots one and ten were established Subplots of 5x5 for the latizales (between 2.5 and 9.9 cm in diameter or 7.85 cm and 31.3 cm of perimeter) and 2x2 for the brinzales (natural regeneration) in order to calculate the Import Value Index (IVI), Index of Predominance of Physiognomy (IPF), Index of Sociological Position (Yepes, *et al.*) and biodiversity indexes Forest diversity,

For the biomass estimation, the dominant species corresponding to the oak was selected and the third one which corresponds to the giant fern, for the necromass selected dead trees standing, estimated biomass and aerial and underground necromasses to obtain the total mass, the carbon estimate is approximately 50% of the biomass so multiplied by a factor of 0.5 in order to give it protection, Importance and priority that these ecosystems need to propose future ecological restorations.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Institute Regional Outreach and Distance Education. Forest engineering program. Director: ROA CAICEDO, Herwin Ramiro. Forest engineer.

## INTRODUCCIÓN

Como lo expone Paz<sup>1</sup>, Los bosques dominados por la especie *Quercus humboldtii* (roble) presentes en la región de la Provincia de García Rovira, han sufrido cambios en su extensión por diversos factores que han reducido su población a pequeñas agrupaciones dispersas, por lo cual no se conoce con certeza el área que ocupan en los municipios de estudio, pero si se evidencian los cambios generados debido a su fragmentación.

El área de estudio se encuentra dentro de los municipios de Molagavita y San Andrés, en la vereda Pantano Grande y el corregimiento de Pangote respectivamente, en el departamento de Santander, con un área de 575.66 hectáreas; allí se encuentra la quebrada el Oso, a los 3000 m.s.n.m., la cual abastece a los habitantes de la vereda Santa Cruz (municipio de San Andrés). Este constituye un ecosistema estratégico por su protección a la fauna nativa, la cual se encuentra en riesgo de migración por fragmentación y pérdida del ecosistema.

Con el estudio desarrollado, se evaluó el análisis estructural a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies; lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia. Dicho proyecto se desarrolló con el fin de incentivar a la recuperación y la protección de la especie y sus ecosistemas.

---

<sup>1</sup> PAZ, Juan Pablo. Características florísticas de un bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán (Cauca). [En línea]. En: Revista Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad del Cauca. 2012. vol. 10. no. 2., p 32. (Recuperado en 18 marzo 2017). Disponible en: <http://revistabioteecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/bioteecnologia/article/view/253>

## 1. PROBLEMA

La degradación continúa del bosque de roble (*Quercus humboldtii*) es generada principalmente por actividades antrópicas como la deforestación, el cambio del uso del suelo y la expansión de las fronteras agrícolas y ganaderas las cuales contribuyen a la pérdida de la biodiversidad, el cambio climático global, el desequilibrio de la regulación del flujo hídrico, entre otros aspectos. Adicionalmente el poco conocimiento sobre la ecología de los bosques de roble en los Andes de Colombia, potencialmente estratégicos por su importancia para la conservación de la biodiversidad, ha hecho que los servicios ecosistémicos aportados, como el aprovisionamiento, purificación y regulación del flujo hídrico, la protección del suelo, secuestro de carbono, zona de transición al Sub-Paramo y hábitat de fauna, se vea amenazada la biocenosis de dicha zona de vida.

Con lo expuesto anteriormente es necesario efectuar el estudio para determinar la importancia de cada una de las especies vegetales arbóreas y basado en ello se puedan tomar acciones en pro de la conservación, protección y restauración de los bosques de roble. Dicha información se espera socializar con las administraciones municipales, con la Corporación Autónoma de Santander (CAS), habitantes y dueños de los predios que encierran dichas coberturas, para así evitar que se siga fragmentando y disipando este ecosistema estratégico.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar los procesos ecológicos, estructurales y funcionales de la vegetación en el bosque de roble (*Quercus humboldtii*), mediante la aplicación de técnicas de campo y laboratorio, para la implementación de estrategias de conservación y restauración en los municipios de Molagavita y San Andrés, departamento de Santander Colombia.

### 2.2 OBJETIVO ESPECIFICOS

Caracterizar la diversidad y la composición florística en el bosque de roble (*Quercus humboldtii*);

Determinar la variabilidad de las especies del bosque de roble (*Quercus humboldtii*), a través de un gradiente altitudinal;

Estimar la cantidad de carbono acumulado en el componente aéreo y del suelo de los bosques de *Quercus humboldtii*;

Desarrollar conocimientos básicos a cerca de la ecología, estructura y funcionamiento del bosque de roble (*Quercus humboldtii*), para promover su conservación protección y restauración.

### 3. MARCO REFERENCIAL

#### 3.1 MARCO TEÓRICO

**3.1.1 El bosque de roble.** Según Cabrera y Ramírez<sup>2</sup>, los Andes, en Colombia comprenden cerca del 25% de la superficie nacional, dentro de los cuales se estiman más de 150 ecosistemas diferentes.

Para esta región ha estado sometida a procesos de inmigración y asentamientos humanos, convirtiéndose en un foco de presión debido a la demanda de servicios ambientales, económicos y culturales. Como lo expone Etter y Van Wyngaarden<sup>3</sup> los avances en el conocimiento de la composición, la estructura y la función de estos ecosistemas, así como de las alternativas de manejo de especies aún son limitados, lo que ha contribuido a la homogenización del paisaje, la erosión y la irregularidad hidrológica.

A pesar del escenario anterior, aún se encuentran en el país áreas representativas de la flora andina relevantes por su diversidad e importancia ecológica. Una de las formaciones boscosas más representativas de los bosques andinos lo constituyen los bosques dominados por roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) o robledales. Esta especie de origen holártico colonizó el noreste de los Andes, cerca de 350000 años atrás generando bosques recientes dominantes entre los 1000 y 3600 m de altitud de las tres cordilleras. Los robledales al igual que la mayoría de bosques andinos, fueron objeto de un intenso aprovechamiento y disminución de su área de distribución, razón por la cual su uso fue vedado. No obstante, actualmente se considera que la extracción puede realizarse por medio del levantamiento de vedas locales (e.g. resolución 0316 de 1974, resolución 1408 de 1975, resolución 096 de 2006). Según López y Salinas<sup>4</sup>, teniendo en cuenta que el rango de distribución del roble ha sido reducido al 42% del original, se categorizó la especie como especie vulnerable (VU) de acuerdo con los estándares de la UICN\*.

---

<sup>2</sup> CABRERA, Edersson y RAMÍREZ, Diana. Estado actual y cambio en los ecosistemas de los Andes Colombianos / 1985-2005. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2009. p 238.

<sup>3</sup> ETTER, A, y VAN WYNGAARDEN, W. Patterns of landscape transformation in Colombia, with emphasis in the Andean region. [Online]. In: AMBIO: A journal of the Human Environment. 2000. vol. 29. no. 7., p 435. (cited 15 March 2017). Available from internet: <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1579/0044-7447-29.7.432>

<sup>4</sup> LÓPEZ, D, y SALINAS, N. Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte. Bogotá D.C.: SINCHI. 2007. p 234.

Devia y Arenas<sup>5</sup> definen los bosques de roble de Colombia, como aquellas formaciones vegetales dominadas por individuos de la especie *Quercus humboldtii*; los cuales tienen una alta importancia para la conservación de la diversidad biológica, ya que ofrecen una variedad de hábitats esenciales para muchas especies de flora y fauna. Adicionalmente, para Pulido, Cavieler y Cortés<sup>6</sup>, 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.

Al interior de los robledales existe una rica biodiversidad de flora que supera las 550 especies de plantas vasculares. Entre las cuales sobresalen familias como Melastomataceae, Rubiaceae, Clusiaceae, Lauraceae, Orchidaceae; además esta gran diversidad de plantas que se encuentran en los bosques de roble mantiene una abundante oferta alimenticia de frutos y semillas para aves y mamíferos. En el corredor de conservación se ha encontrado que los bosques de roble regulan la mayor parte de la oferta hídrica de las cuencas de los ríos Suárez y Chicamocha, de las cuales se abastece gran parte de la población de los departamentos de Santander y Boyacá, principalmente ciudades como Duitama, San Gil y Charalá. Igualmente, Devia y Arenas<sup>7</sup> resaltan que a lo largo de la historia se ha presentado una demanda de madera de roble para suplir tanto los requerimientos de algunas empresas, proceso que se dio hasta antes del establecimiento de la veda 1974, asimismo, López y Salinas<sup>8</sup> mencionan el uso para la satisfacción de necesidades de las comunidades locales. Estos procesos de intervención, junto con otras variables como el establecimiento de áreas de conservación, vedas, entre otros, determinan el estado de conservación de estos ecosistemas.

**3.1.2 Principales características del roble (*Quercus humboldtii*).** La UCO<sup>9</sup> describe los individuos de roble como árboles monoicos caducifolios, de aproximadamente 25 m de altura que llegan a alcanzar hasta 3 m de diámetro, con copa amplia y redondeada. Hojas glabras deciduas agrupadas al final de las ramas

---

<sup>5</sup> DEVIA, C, y 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). Desarrollo Sostenible en los Andes de Colombia (Provincias de Norte, Gutiérrez y Valderrama) Boyacá, Colombia. [En línea]. Bogotá D.C.: IDEADE. 2000. p 67. (Recuperado en 30 marzo 2017). Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000075&pid=S0120-0739201000020000200002&Ing=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000075&pid=S0120-0739201000020000200002&Ing=en)

<sup>6</sup> PULIDO, María, CAVELIER, Jaime, y CORTÉS, Sandra. Structure and composition of Colombian montane oak forests. [Online]. In: Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests. Berlin: Springer. 2006. p.147. (cited 23 March 2017). Available from internet: <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/producto.php?producto=4179>

<sup>7</sup> DEVIA, C, y ARENAS, H. Op. cit., p 70.

<sup>8</sup> LÓPEZ, D, y SALINAS, N. Op. cit., p 83

<sup>9</sup> UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ORIENTE. *Quercus humboldtii* Bonpl., [En línea]. Rionegro: UCO. 2008. p 15. (Recuperado en 13 marzo 2017). Disponible en: <http://www.uco.edu.co/floraorientantioquia/fagaceae/Quercus-humboldtii-Bonpl/Paginas/default.aspx>

y con estípulas acintadas; lámina elíptica a oblongo lanceolada de 10-22 cm por 5-8 cm, base aguda a cuneada, ápice acuminado, borde entero y de textura subcoriácea; nerviación pinnada y haz verde lustroso.

Flores unisexuales pequeñas, apétalas de color amarillento; las masculinas dispuestas en amentos péndulos de 8-15 cm de largo y las femeninas en amentos cortos. El fruto es una nuez o bellota ovoide sostenida en la base por una cúpula escamosa de 2-4 cm por 2-2.5 cm, unisemillada y con pericarpio leñoso. Especie típica de bosques andinos, encontrándose entre los 1.500 - 3.200 m. Su madera es de baja calidad, pero es muy resistente y utilizada en la fabricación de estacones y carbón. De su follaje se obtienen taninos con fines industriales. La Tabla 1 contiene una descripción detallada de la especie bajo estudio.

Tabla 1. Características y condiciones del Roble (*Quercus Humboldtii*)

| <b>Aspecto</b>          | <b>Descripción</b>               |
|-------------------------|----------------------------------|
| Familia                 | Fagaceae                         |
| Nombre científico       | <i>Quercus humboldtii</i> Bonpl. |
| Nombre común            | Roble de tierra fría             |
| Origen                  | Nativa                           |
| Continente de origen    | Centro América, Sur América      |
| Distribución geográfica | Colombia a Panamá                |
| Hábito de crecimiento   | Arbórea                          |
| Altura máxima (m)       | 25 metros                        |
| Amplitud de copa        | Amplia                           |
| Forma de copa           | Globosa                          |
| Hoja                    | Simple                           |
| Posición de la hoja     | Alterna                          |
| Persistencia de la hoja | Semicaducifolia                  |
| Tipo de flor            | Amento                           |
| Color de flor           | Verde                            |
| Estación de floración   | Estacional                       |
| Sistema de polinización | No determinado                   |

Tabla 1. Continuación.

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Limitaciones flores      | Ninguna  |
| Tipo de fruto            | Aquenio  |
| Limitaciones fruto       | Ninguna  |
| Sistemas de dispersión   | Baricoria (por gravedad), Zoocoria (por mamíferos)   |
| Atracción fauna          | Alta   |
| Tasa de crecimiento      | Lenta  |
| Longevidad               | Alta (mayor a 60 años)   |
| Zona humedad             | Húmeda, Muy húmeda   |
| Piso térmico             | Medio (1000 - 2000 msnm), Frío (> 2000 msnm)   |
| Luminosidad              | Media  |
| Tipo de suelo            | Prefiere suelos húmedos, arcillosos y pesados con alta acidez, y con una gruesa capa de humus. |
| Uso                      | Su madera es empleada para carpintería, ebanistería, cabos de herramientas y toneles.          |
| Función                  | Alimento para la fauna, Ornamental   |
| Uso en espacios públicos | Cerros, Edificios institucionales, Glorietas, Parques, Plaza/plazoleta                         |
| Observaciones            | Estado de conservación: Vulnerable   |

Fuente: Adaptado de Mahecha, *et al.* (2012) y Alcaldía de Medellín (2012)

**3.1.3 Evaluación Ecológica.** La Tierra alberga una variedad extraordinaria de seres vivos, plantas, animales, insectos y más, totalizando tal vez 10 millones de especies. Esta diversidad biológica varía desde magnífica hasta microscópica desde los bosques de enormes árboles de Sequoia, ballenas y elefantes, hasta las bacterias y virus. La mayor parte de las especies no han sido descritas científicamente.

Muchas de estas especies están en peligro de extinción, en gran parte debido al crecimiento de las poblaciones humanas y a la rápida expansión de sus actividades. Las causas principales incluyen la conversión de bosques y praderas para otros usos, la fragmentación de hábitats, la expansión urbana, la introducción de especies no nativas, la sobreexplotación de especies comerciales y la inadecuada imposición de estatutos ambientales.

Los índices actuales de extinción se calculan en un rango de diez mil veces más altos que en cualquier tiempo pasado de la historia del planeta. Cada pérdida es irrecuperable; una especie extinta no puede restaurarse. Es seguro que, en su conjunto, estas pérdidas están debilitando la infraestructura natural de la Tierra y presentando nuevas amenazas a las especies que Permanecen.

El valor económico de la herencia natural de la Tierra se está reconociendo más y más. Por ejemplo, estudios recientes sugieren que el vasto conjunto de servicios que las especies vivas y el mundo natural brindan polinización de las plantas, limpieza del agua y el aire, control de inundaciones y pestes, ciclo de nutrientes, tienen un valor de miles de millones de dólares anuales. Si estos servicios proporcionados por tales especies se perdieran, sería imposible (o al menos inalcanzablemente costoso) replicarlos a través de otros medios.

Durante las últimas décadas pasadas la preocupación acerca de la pérdida de la biodiversidad ha originado muchas respuestas positivas. La comunidad internacional ha designado en estado de protección aproximadamente un 8 por ciento del área terrestre mundial, ha adoptado leyes nacionales e internacionales para proteger a especies amenazadas o en peligro de extinción y ha accedido a la creación de la Convención sobre la Diversidad Biológica. No obstante, mientras que parte de la biodiversidad del planeta se “captura” en áreas protegidas, la mayor porción queda fuera y sujeta a amenazas sustanciales por los humanos. La falta de un programa activo de manejo para la conservación en muchas áreas protegidas es con frecuencia la causa de amenazas a la biodiversidad en los parques, particularmente en países en desarrollo. Es claro que queda mucho por hacerse en el área de la protección de la biodiversidad.

A medida que la conciencia aumenta, muchas naciones han expresado interés en proteger su patrimonio natural. Pero la información completa y confiable acerca de los recursos naturales raramente ha estado disponible, especialmente en los países en desarrollo. Antes de que cualquier gobierno, comunidad o institución ambientalista pueda actuar para salvar los recursos vivientes de cierta región, debe primero descubrir cuáles son los recursos que ahí se localizan.

De manera ideal, tales evaluaciones deben ser exhaustivas y detalladas. Sin embargo, dada la urgencia de la situación y los limitados recursos financieros disponibles, algo que fuera menos ideal pero científicamente viable se necesitaba con desesperación. Hasta hoy, la respuesta principal a este problema ha sido la Evaluación Ecológica Rápida (EER), una metodología para el estudio de la diversidad biológica desarrollada por *The Nature Conservancy* durante los últimos diez años. Las EER combaten la falta de información disponible acerca de la biodiversidad mediante la producción de información preliminar, integral y espacialmente explícita sobre distribuciones de especies y tipos de vegetación.

Una EER de una zona o región terrestre es un estudio flexible, acelerado y enfocado de los tipos de vegetación y especies. Las EER utilizan una combinación de imágenes de sensores remotos, sobrevuelos de reconocimiento, obtención de datos de campo y visualización de información espacial para generar información de utilidad para la planificación de conservación a escalas múltiples.

Las EER son implementadas por equipos de científicos conservacionistas y administradores de recursos organizados en grupos por disciplina y especialización funcional. Las EER dan como resultado una caracterización, con mapas y documentación, de unidades de terreno clasificadas y una descripción de la biodiversidad a nivel de especie dentro de dichas unidades. Producen datos biofísicos básicos, mapas, documentos, recomendaciones y un creciente fortalecimiento institucional para un efectivo trabajo de conservación.

Los datos de la EER pueden producirse y analizarse a diferentes escalas espaciales, dependiendo de las metas de conservación. La EER es una útil herramienta de planificación para la conservación, y como tal, las EER se implementan cada vez más para la rápida caracterización de la biodiversidad de una zona. Las EER son de particular aplicabilidad en la caracterización eficiente de la biodiversidad a nivel de terreno y de especie de grandes áreas sobre las cuales se sabe relativamente poco.

La EER es un concepto variante que ha sido descrito como un enfoque, una metodología, una herramienta, una estrategia, un proceso, un programa, una evaluación para la conservación y una variedad de otras descripciones.

Por último, es importante tener en mente que hay muchos tipos de análisis que no deben confundirse con una EER. Por ejemplo, una EER no es una investigación exhaustiva de los recursos biológicos de una zona determinada; un programa de monitoreo de la biodiversidad; una evaluación estadística rigurosa de relaciones ecológicas; una evaluación de impacto ambiental; un plan de manejo; una investigación básica para comprender los procesos ecológicos; una evaluación rural rápida o cualquier otro instrumento de sondeo socioeconómico (aunque los análisis del contexto humano con frecuencia son conducidos en forma paralela a las EER); un análisis para detectar cambios de los rasgos del terreno; un modelo predictivo o descriptivo para explicar la distribución de la biodiversidad; o una evaluación de representatividad para diseñar redes de áreas que colectivamente preservarán la biodiversidad representativa de una región.

### **3.2 MARCO HISTÓRICO**

El bosque de roble de San Andrés y Molagavita el cual fue objeto del estudio, se le ha realizado investigaciones en cuanto a métodos de propagación, regeneración natural, composición florística y estudios fitosanitarios. Actualmente no se encuentran datos y/o investigaciones realizadas hacia la determinación de una Evaluación Ecológica para dicho ecosistema.

### 3.3 MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se presentan los principales conceptos asociados a este trabajo.

**3.3.1 Robledal.** Bosque en el cual la especie predominante es el Roble, asociadas con otras especies. Se encuentra asociados con especies de plantas como los encenillos, siete cueros, aguacatillos, orquídeas y musgos, gran cantidad de aves como la perdiz santandereana, el gualilo y la gurupendola negra, entre otras. Un gran porcentaje de las especies de flora y fauna asociadas a los bosques de roble se encuentra en peligro de extinción.

**3.3.2 Evaluación Ecológica Rápida.** Una evaluación ecológica rápida (EER) de una zona o región terrestre es un estudio flexible, acelerado y enfocado de los tipos de vegetación y especies. Según Acevedo, *et al.*<sup>10</sup> las EER utilizan una combinación de imágenes de sensores remotos, sobrevuelos de reconocimiento, obtención de datos de campo y visualización de información espacial para generar información de utilidad para la planificación de conservación a escalas múltiples.

¿Cuáles son las características clave de una EER? En breve, el proceso EER resalta lo siguiente:

- *Rapidez.* Desde la planificación inicial hasta la publicación final del informe, una EER normalmente toma cerca de un año. Completar una EER con rapidez ayuda tanto a reducir costos como a producir información útil antes de que el área de estudio se altere.
- *Planificación y capacitación cuidadosas.* Planificar con cuidado desde el principio ahorra tiempo y dinero; la capacitación inicial asegura la consistencia del enfoque.
- *Evaluaciones a nivel de terreno y especies.* Las EER caracterizan la biodiversidad en dos niveles de organización, el nivel de terreno (filtro grueso) y el nivel de especie (filtro fino).

---

<sup>10</sup> ACEVEDO, Celeste, *et al.* Evaluación Ecológica Rápida (EER). Una aproximación a la composición y el estado de conservación de la Biodiversidad de “Cañada El Carmen”. Departamento de Boquerón. [En línea]. Chaco, Paraguay: IDEA. 2003. p 56. (Recuperado en 17 marzo 2017). Disponible en: <http://www.conservacionprivadapy.org/documentos/EER%20Ca%F1ada%20del%20Carmen.pdf>

- *Nuevas tecnologías para producir mapas.* De acuerdo con Pascual y Eraso<sup>11</sup>, incluye las nuevas tecnologías espaciales, tales como los sistemas de información geográfica (SIG), sensores remotos y sistemas de posicionamiento global (GPS), combinadas con computadoras personales cada vez más potentes y software cada vez más innovador, para la creación de extraordinarias herramientas cartográficas para la conservación.

- *Documentación científica cuidadosa.* Los métodos de clasificación, muestreo e inventario se han desarrollado y refinado para ayudar en la ejecución de evaluaciones de la biodiversidad en un corto periodo de tiempo.

- *Formación de capacidad institucional y redes de socios.* Como lo describe Sayre, *et al.*,<sup>12</sup> El fomento de relaciones de cooperación entre socios conservacionistas mejora la capacidad local y aumenta la probabilidad de que subsecuentes decisiones tengan el apoyo local.

**3.3.3 Composición florística.** El detalle de las distintas especies que constituyen un bosque, teniendo en cuenta especie, el D.A.P., la altura total, altura comercial, diámetro de copa, regeneración natural y otros, para mediante el análisis estadístico determinar la variabilidad, estructura e importancia del bosque.

**3.3.4 Stock de carbono.** Cantidad carbono almacenado o captado por áreas boscosas en toda la biomasa viva, incluyendo el tronco, el tocón, las ramas, la corteza, las semillas y las hojas. Incluye también, la que se encuentra concentrada en el suelo.

**3.3.5 Necromasa.** Parte de la biomasa de un ecosistema, formada por los cadáveres y órganos muertos, en ocasiones unidos aún a los seres vivos, como es el caso de las ramas, hojas e inflorescencias muertas.

**3.3.6 Ecosistema Forestal.** Es una unidad de bosque natural conformado por todas las plantas, animales y microorganismos (factores bióticos) en la zona, que trabajan junto con los componentes carentes de vida (factores abióticos) del entorno.

---

<sup>11</sup> PASCUAL, Dolors, y ERASO, Nelly. Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985-2005: síntesis. [En línea]. Bogotá D.C.: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2007. p 32. (Recuperado en 12 marzo 2017). Disponible en: [http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user\\_0/monitoreo\\_1985-2005.pdf](http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_0/monitoreo_1985-2005.pdf)

<sup>12</sup> SAYRE, R, *et al.* Un enfoque en la naturaleza. Evaluaciones ecológicas rápidas. [En línea]. En: The Nature Conservancy. 2002. vol. 65. no. 2., p 47. (Recuperado en 19 marzo 2017). Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000208&pid=S0031-1049201400040000100045&lng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000208&pid=S0031-1049201400040000100045&lng=es)

**3.3.7 Parcela.** Unidad física con forma geométrica (cuadrado, rectángulo, circunferencia) y área definida, utilizada para evaluar y monitorear los sistemas boscosos.

**3.3.8 Sub parcelas.** Componente de una parcela cuya forma y tamaño son definidos para capturar un tipo de información en particular dentro de ésta.

**3.3.9 Parcelas permanentes.** También conocidas como unidades de monitoreo, permiten hacer un seguimiento a través del tiempo de los individuos tanto de fauna como de flora. Dicho monitoreo puede ser a mediano o a largo plazo dependiendo del horizonte del estudio. Se utilizan principalmente en estudios de dinámica de la regeneración natural, monitoreo de la diversidad, crecimiento de la masa forestal, fenología y para la evaluación del efecto de las coberturas sobre el suelo, el agua y la vida silvestre. En este caso la parcela debe quedar perfectamente delimitada, georreferenciada y ubicada con precisión en el terreno.

**3.3.10 Estructura horizontal.** Es la forma como se organizan y distribuyen las especies y sus poblaciones sobre la superficie del bosque. 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, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I).

**3.3.11 Abundancia, dominancia y frecuencia.** Para evaluar la importancia de las especies arbóreas en la población se utilizan estos parámetros como medida de valoración. Tomando como base que la abundancia, dominancia y la frecuencia son parámetros que les dan el valor a las especies en la población. La abundancia está determinada por el número de individuos por hectárea; la dominancia como la variable de proporción de área basal; y la frecuencia se refiere a la existencia o la ausencia de una especie en determinada parcela.

**3.3.12 Índice de Valor de Importancia (I.V.I).** Se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Con este índice es posible comparar, el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema, La obtención de índices de valor de importancia similares para las indicadores, sugieren la igualdad o por lo menos la semejanza del rodal en su composición, estructuras, sitio y dinámica.

Índice de Valor de Importancia Ampliado (I.V.I.A): Según Finol<sup>13</sup> se considera importante incorporar datos de regeneración y posición sociológica (estratos) al IVI tradicional. Creó el Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA), que es un parámetro más robusto y completo. No obstante, como lo expone Pereira, *et al.*<sup>14</sup>, Aunque también ha sufrido modificaciones, en Brasil se ha utilizado el IVIA con éxito para hacer interpretaciones fitosociológicas de ecosistemas forestales. Lozada<sup>15</sup> explica que, por ser más detallado, el IVIA es mucho más complicado y lento en su ejecución de campo. Pero, la forma de considerar la regeneración (por categorías de tamaño) y la posición fitosociológica (dominante, codominante y dominado) está fuertemente orientada a especies arbóreas.

**3.3.13 Coeficiente de mezcla (CM).** Es uno de los índices más sencillos de calcular y expresa la relación entre el número de especies y el número de individuos totales. El CM proporciona una idea somera de la intensidad de mezcla, así como una primera aproximación de la heterogeneidad de los bosques.

**3.3.14 Regeneración natural.** Es el conjunto de individuos que se establecen después de un proceso de dispersión, crecen, compiten y sobreviven hasta convertirse en árboles fisiológicamente funcionales.

**3.3.15 Diámetro de copa.** Valor promedio de por lo menos dos diámetros contrastantes, de la circunferencia descrita por la proyección ortogonal de la copa de un árbol sobre la superficie del suelo.

**3.3.16 Diámetro a la altura del pecho (D.A.P).** Diámetro de la sección transversal descrita por la circunferencia del fuste de un árbol, medida a 1,30 m de la superficie del suelo.

---

<sup>13</sup> FINOL, H. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. [En línea]. En: Revista Forestal Venezolana. 1971. vol. 14. no. 21., 1971. p. 36. (Recuperado en 21 marzo 2017). Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000131&pid=S0044-5967200900040001400008&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000131&pid=S0044-5967200900040001400008&lng=en)

<sup>14</sup> PEREIRA, Erico, *et al.* Floristic and phytosociology of shrub and arboreous strata of a remain "cerradão" in a conservation area of São Paulo State. [Online]. In: Revista Brasileira de Botânica. 2004. vol. 27. no. 3., p 538. (cited 23 March 2017). Available from internet: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-84042004000300013](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042004000300013)

<sup>15</sup> LOZADA, José. Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales. [En línea]. En: Revista Forestal Venezolana. vol. 54. no. 1., 2010. p 75. (Recuperado en 26 marzo 2017). Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/31647/1/ensayo2.pdf>

**3.3.17 Estructura vertical.** De acuerdo a Bourgeron<sup>16</sup>, es la forma como se organizan y distribuyen las especies y sus poblaciones entre el dosel del bosque y la superficie del suelo. Una de las características particulares de los bosques es el gran número de especies representadas por pocos individuos. Además, con patrones complejos de tipo espacial entre el suelo y el dosel. La estructura vertical, se puede estudiar bajo diferentes concepciones o puntos de vista, de acuerdo con la naturaleza de los estudios, lo que conduce a múltiples criterios de estratificación que frecuentemente presentan tres niveles que corresponde al estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo.

**3.3.18 Diagramas de perfil.** Es la herramienta más utilizada para la evaluación de la estructura vertical de los bosques; dicho diagrama intenta una representación bidimensional de una estructura tridimensional que es el bosque, conformado por fajas estrechas. Se construye con base en mediciones exactas de la posición y altura de todos los árboles de la parcela, así como de la amplitud y profundidad de sus copas a partir de una altura mínima.

**3.3.19 Deforestación.** Transformación del bosque en otro uso de la tierra reducción a largo plazo de la cubierta de la copa por debajo del umbral mínimo del 10%.

**3.3.20 Regulación hídrica.** Servicio prestado por ecosistemas boscosos el cual realiza el Control de la erosión hídrica, y mejora la infiltración de agua, como efecto de la protección que los bosques percuten en el medio ambiente.

**3.3.21 Valor agregado.** valor adicional de un ecosistema por un bien o servicio el cual mejora la calidad de vida humana y/o genera protección a especies de flora y fauna nativas o en peligro de extinción.

**3.3.22 Calentamiento global.** Término utilizado para referirse al fenómeno del aumento de la temperatura media global, como consecuencia de las emisiones de gases de efecto invernadero.

---

<sup>16</sup> BOURGERON, P. Spatial aspects of vegetation structure. [Online]. [In](https://www.coursehero.com/file/p5q2hd0/11-Bourgeron-P-S-1983-Spatial-aspects-of-vegetation-structure-See-Ref-39a-pp-29/): Ecosystems of the world. 1983. vol. 14. no. 1., p 345. (cited 29 March 2017). Available from internet: <https://www.coursehero.com/file/p5q2hd0/11-Bourgeron-P-S-1983-Spatial-aspects-of-vegetation-structure-See-Ref-39a-pp-29/>

### **3.4 MARCO LEGAL**

La constitución política estipula como deberes y obligaciones del estado “proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines” (Art. 79), Además, “el estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación restauración o sustitución. Deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de daños causados” (Art. 80).

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Decreto de Ley 2811 de 1974. Denominado Código Nacional de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente. El gobierno nacional expidió este decreto que constituye el estatuto general y básico que establece la preservación y restauración del ambiente, la conservación y utilización adecuada de los recursos naturales renovables y con el objeto de regular la conducta humana y la actividad de la administración pública en relación con esos recursos y el ambiente.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Decreto 1715 de 1978. Por el cual se establecen las reglamentaciones para que la comunidad tenga derecho a disfrutar de un paisaje urbano y rural que contribuya al bienestar físico y espiritual y se prohíbe alterar o deformar los elementos naturales.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 99 del 22 de diciembre de 1993. Por la cual se creó el Ministerio del Medio Ambiente, se reordenó el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, y se organizó el Sistema Nacional Ambiental SINA, y se dictan otras disposiciones.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 139 de 1994. Por la cual se crea el Certificado de Incentivo Forestal (CIF)”. Para estimular a los productores a que establecieran plantaciones forestales obteniendo ayudas económicas y reducción de impuestos.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 629 de 2000. Por medio de la cual se aprueba el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997.

## 4. PROCESOS METODOLÓGICOS

### 4.1 METODOLOGÍA

El tipo de investigación realizado en el presente trabajo es descriptivo, determinando las variables dasométricas, teniendo en cuenta los aspectos cualitativos y cuantitativos del bosque de roble con el fin de establecer su índice de valor de importancia (IVI), índice de predominio fisionómico (IPF) – estructura horizontal, posición sociológica - estructura vertical e índices de biodiversidad, asimismo estimar la cantidad de carbono acumulado. El estudio se desarrolló con base al cumplimiento de los objetivos planteados.

### 4.2 LOCALIZACIÓN.

El área de estudio se encuentra ubicado entre los municipios de Molagavita y San Andrés en la vereda Pantano Grande y en el corregimiento de Pangote, respectivamente, departamento de Santander, Colombia. Para realizar la delimitación de la mancha boscosa objeto de estudio, se empleó una imagen del satélite Landsat 8 obtenida de la *United States Geological Survey* (USGS).

Con el programa QGIS versión 2.18.1 se calculó el índice de vegetación normalizado descrito por Guerrero<sup>17</sup>. (NDVI). con el cálculo del NDVI y la ayuda de la herramienta *Google Hybrid* de QGIS se delimito el polígono del bosque de roble con un área total de 575.66 hectáreas, corroborada también por las respectivas visitas a campo para garantizar que no hubiera cambios significativos dentro del área delimitada en los últimos meses.

### 4.3 MUESTREO

Para iniciar con la evaluación ecológica e inventario forestal se seleccionaron tres parcelas al azar dentro del polígono de estudio con el fin de realizar el premuestreo. Para el establecimiento de unidades de muestreo en estudios de investigación en diversidad biológica se utilizó la metodología descrita por Melo y Vargas<sup>18</sup>, la cual consiste en tomar una muestra de 0,1 ha, empleando transectos con dimensiones de 50 metros de largo sentido Norte-Sur y 20 metros de ancho sentido Este-Oeste, subdivididos en diez subparcelas de 10x10 metros en las cuales se procederá a la toma de datos de árboles fustales (>10 cm de diámetro o 31.4 cm de perímetro del fuste) en la totalidad de las subparcelas y dos más de 5x5 en las subparcelas uno y

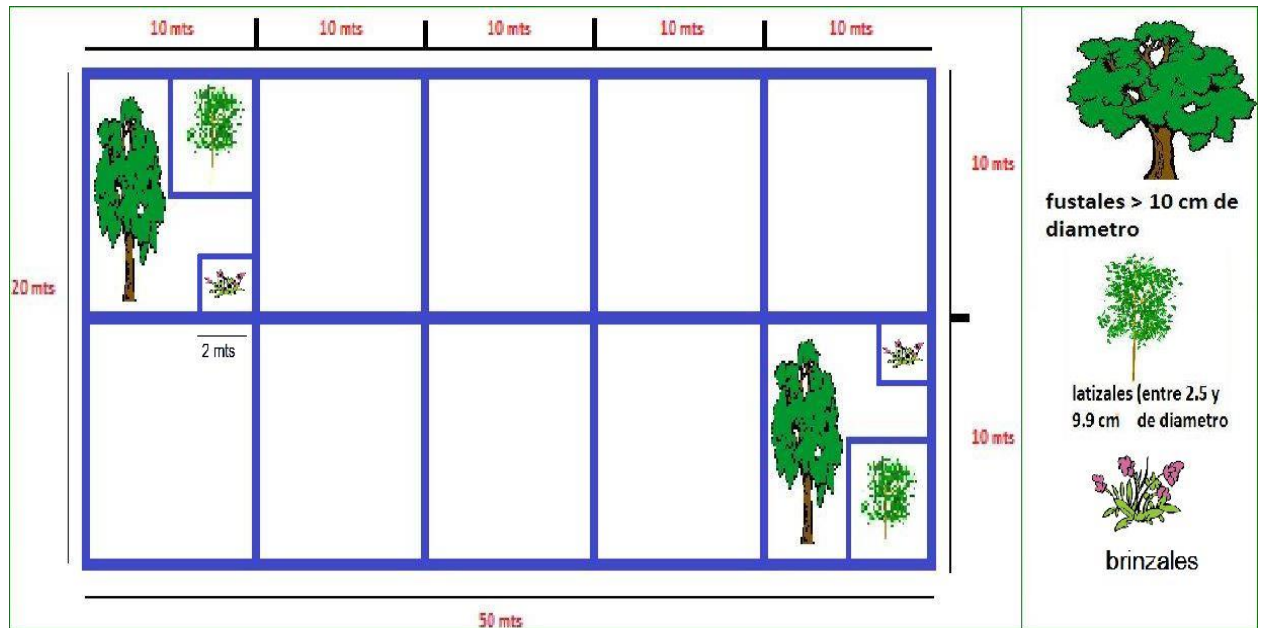
---

<sup>17</sup> GUERRERO, José. (Blog). Cálculo de NDVI con QGIS. Guía rápida. El blog de José Guerrero. 2011. (Consultado 17 marzo 2017). Disponible en: <https://joseguerreroa.wordpress.com/2011/09/20/calculo-de-ndvi-con-qgis-guia-rapida/>

<sup>18</sup> MELO, Omar y VARGAS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima. CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA. 2003. p 145.

diez para medir latizales (entre 2.5 y 9.9 cm de diámetro o 7.85 cm y 31.3 cm de perímetro).

Figura 1. Diseño de parcelas de muestreo del bosque de roble.



Tomados los datos en el premuestreo se procede a calcular el tamaño de la muestra a partir de la ecuación 1:

$$n = \frac{t^2 * CV}{E\%^2} \quad (1)$$

Dónde;

- $t$  = Valor tabular (Tabla t *Student*)
- $CV$  = Coeficiente de variación
- $E\%$  = Error de muestreo

## 4.4 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

**4.4.1 Índice de Valor de Importancia.** Este índice, ampliamente utilizado en estudios descriptivos y cuantitativos de la estructura de los tipos de bosques, permitió contrastar el peso ecológico de cada especie dentro del tipo de cobertura correspondiente.

La expresión matemática para el cálculo del índice se presenta en la ecuación 2.

$$IVI = Ar + Fr + Dr \quad (2)$$

Donde;

*IVI* = Índice Valor de Importancia.

*Ar* = Abundancia relativa

*Fr* = Frecuencia relativa

*Dr* = Dominancia relativa

4.4.1.1 Abundancia relativa. Definida como el porcentaje de cada especie con relación al número total de individuos de todas las especies encontradas en la muestra. Se calcula como a partir de la ecuación 3.

$$Ari = \frac{Aabs_i}{\sum_{i=1}^{i=n} Aabs_i} \times 100 \quad (3)$$

Donde;

*Ari* = Abundancia relativa para la especie i

*Aabs<sub>i</sub>* = Abundancia absoluta (número de individuos) pertenecientes a la especie i.

4.4.1.2 Frecuencia relativa. Calculada como la frecuencia absoluta de una especie con relación a la suma de frecuencias absolutas de todas las especies presentes en la muestra. Se determina aplicando la ecuación 4.

$$Fri = \frac{Fabs_i}{\sum_{i=1}^{i=n} Fabs_i} \times 100 \quad (4)$$

Donde;

*Fri* = Frecuencia relativa para la especie i

*Fabs<sub>i</sub>* = Frecuencia absoluta (proporción de las parcelas en las que aparece una especie) perteneciente a la especie i.

4.4.1.3 Dominancia relativa. Es el porcentaje de la dominancia absoluta de una especie con respecto a la suma de las dominancias absolutas de todas las especies

presentes en la muestra. Se expresa mediante la ecuación 5:

$$Dri = \frac{Dabs_i}{\sum_{i=1}^{i=n} Dabs_i} \times 100 \quad (5)$$

Donde;

$Dri$  = Dominancia relativa para la especie i  
 $Dabs_i$  = Dominancia absoluta (proporción ocupada por el área basal) perteneciente a la especie i.

A partir de dichos análisis se obtuvo la caracterización de la vegetación, con base al peso ecológico de las especies de mayor representatividad con base al IVI.

**4.4.2 Índice de predominio fisionómico – Estructura Horizontal.** Según Rangel y Velázquez<sup>19</sup>, el índice de predominio fisionómico diferencia las especies según el peso que ocupan en la ocupación del sitio, con base al área basal, la densidad del rodal y la cobertura de ocupación de las copas. Se determina con la ecuación 6.

$$IPF = ABr(100\%) + COBr(\%) + DENr(\%) \quad (6)$$

$$ABr(\%) = \left( \frac{AB_{sp}}{AB_{total}} \right) * 100; \quad COBr(\%) = \frac{COB_{sp(\%)}}{COB_{total(\%)}} * 100;$$

$$Dr(\%) = \left( \frac{\#_{sp}}{\#_{total}} \right) * 100$$

Donde;

$IPF$  = Índice de predominio fisionómico.  
 $ABr$  = Área basal relativa.  
 $COBr$  = Cobertura relativa.  
 $DENr$  = Densidad relativa del rodal.

**4.4.3 Posición Sociológica – Estructura Vertical.** Según Yepes, *et al.*<sup>20</sup>, los elementos del estrato arbóreo pueden dividirse en:

<sup>19</sup> RANGEL, J, y VELÁZQUEZ, A. Métodos de estudio de la vegetación. Diversidad Biótica II. [En línea]. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. 1997. p 14. (Recuperado en 10 marzo 2017). Disponible en: <http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0366-5232200800020000800020&Ing=en&pid=S0366-52322008000200008>

<sup>20</sup> YEPES, Adriana, *et al.* Contribución de los bosques tropicales de montaña en el almacenamiento de carbono en Colombia. [En línea]. *En: Revista de Biología Tropical*. Marzo, 2015. vol. 63. no. 1., p 77. (Recuperado en 28 marzo 2017). Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/449/44933764007.pdf>

4.4.3.1 Árboles dominantes. Son aquellos cuyas copas se levantan por encima del nivel general del techo del bosque, quedando así completamente expuestas al sol, en su parte superior y parcialmente por sus costados. Estas copas son a veces algo comprimidas lateralmente. Alturas mayores a 15 metros.

4.4.3.2 Árboles codominantes. Son aquellos cuyas copas forman el nivel general del techo del bosque, quedando enteramente expuestas al sol, por encima, pero recibiendo poca luz directa, lateralmente. Alturas entre 8-15 metros.

4.4.3.3 Árboles dominados. Son aquellos que tienen sus copas completamente por debajo del techo del bosque, no recibiendo en consecuencia, ninguna luz directa. Alturas de 5 a 8 metros.

**4.4.4 Índices de Biodiversidad.** El análisis se complementó con estimaciones de riqueza específica, dominancia y equidad con base en índices de biodiversidad presentados en el estudio de Marrugan<sup>21</sup> de Diversidad Ecológica y su Medición y en el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad de Villarreal, *et al.*<sup>22</sup>.

4.4.4.1 Índice de Margalef. A través de este índice (Ecuación 7) se encuentra la relación entre el número de especies existentes en un ecosistema dado y el número total de individuos que la componen, lo cual caracteriza la riqueza de especies de una comunidad dada.

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{Ln(N)} \quad (7)$$

Donde;

$D_{Mg}$  = Índice de Margalef.  
 $S$  = Número de especies.  
 $N$  = Número total de individuos.

4.4.4.2 Índice de Mechinnick. Al igual que el índice de Margalef, éste índice denota

---

<sup>21</sup> MARRUGAN, Anne. Diversidad ecológica y su medición. Barcelona: Vendra ediciones. 1989. p 186.

<sup>22</sup> VILLARREAL, *et al.* Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. [En línea]. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2006. p 10. (Recuperado en 13 marzo 2017). Disponible en: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/humboldtanalisisdatos.pdf>

la relación entre el número de especies existentes en un ecosistema dado y el número total de individuos que la componen. Se determina mediante la ecuación 8.

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}} \quad (8)$$

Donde;

$D_{Mn}$  = Índice de Mechinick.  
 $S$  = Número de especies.  
 $N$  = Número total de individuos.

4.4.4.3 Índice de Simpson. El Índice de Simpson ( $\lambda$ ) denota la dominancia, siendo este índice fuertemente influenciado por las especies que marcan la dominancia en un territorio dado. Se determina aplicando la ecuación 9.

$$\lambda = \sum Pi^2 \quad (9)$$

Donde;

$\lambda$  = Índice de Simpson.  
 $Pi$  = Abundancia proporcional de cada una de las especies.

4.4.4.4 Índice de Berger-Parker. Es un índice que presenta una alta intuición de la dominancia de una comunidad en función de la especie que presenta la mayor frecuencia. Se determina a partir de la ecuación 10.

$$d = \frac{N_{Max}}{N} \quad (10)$$

Donde;

$d$  = Índice de Simpson.  
 $N_{Max}$  = Corresponde al número de individuos de la especie con más abundante.  
 $N$  = Número total de individuos.

4.4.4.5 Índice de Shannon-Wiener. A través de este índice se denota la equidad,

asumiendo que todas las especies del ecosistema se encuentran representadas al interior de la muestra; siendo altamente influenciada por las especies que presentan mayor abundancia. Se calcula empleando la ecuación 11.

$$H' = \sum p_i * \ln(P_i) \quad (11)$$

Donde;

$H'$  = Índice de Shannon-Wiener.

$p_i$  = Abundancia proporcional de cada una de las especies.

4.4.4.6 El Índice de Importancia Ampliado. Según Lozada<sup>23</sup>, dado que el IVIA fue desarrollado para evaluar especies arbóreas, se consideró necesario simplificar el método para adecuarlo a formas de vida herbácea y trepadora. Se expresa en la ecuación 12.

$$IIA = Ae\% + Fe\% + De\% + As\% + Fs\% \quad (12)$$

Donde;

$IIA$  = El Índice de Importancia Ampliado.

$Ae\%$  = Abundancia estructural (individuos mayores a 10 cm de D.A.P.).

$Fe\%$  = Frecuencia estructural (individuos mayores a 10 cm de D.A.P.).

$De\%$  = Dominancia estructural (individuos mayores a 10 cm de D.A.P.).

$As\%$  = Abundancia de sotobosque relativa

$Fs\%$  = Frecuencia de sotobosque relativa

## 4.5 ESTIMACIÓN DE BIOMASA Y CARBONO

**4.5.1 Ecuaciones de biomasa y preparación de los datos.** Para la estimación de la biomasa aérea de los árboles, se utilizaron las ecuaciones desarrolladas para Colombia por Galindo, *et al.*<sup>24</sup>, Siguiendo la clasificación de zonas de vida de

---

<sup>23</sup> LOZADA, J. Op. cit., p 81.

<sup>24</sup> GALINDO, Gustavo. *et al.* Estimación de la biomasa aérea usando datos de campo e información de sensores remotos. [En línea]. Bogotá D.C.: IDEAM. 2011. p 13. (Recuperado en 19 marzo 2017). Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13548/Biomasa+Sensores.pdf/1ad2a058-1b6f-48c1-b826-f2625eed610e>

Holdridge (1967), y que tienen como variables independientes el diámetro y la densidad de la madera de las especies ( $\rho$ ).

Para el uso de las mismas, fue necesario asignarle a cada individuo de las especies el valor de densidad de madera correspondiente, empleando los valores reportados por Yepes, *et al.*<sup>25</sup> en la revista de Biología Tropical, representada en la ecuación 13, específica para el bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

$$BA = \exp(1.836 - 1.255\ln D + 1.169\ln(D)^2 - 0.122\ln(D)^3 - 0.222\ln\rho + \frac{0.336^2}{2})(13)$$

Donde;

$BA$  = Biomasa aérea.

$D$  = Diámetro a la altura del pecho.

Las estimaciones de la biomasa aérea de los helechos arbóreos y de las palmas, se realizó empleando las ecuaciones desarrolladas por Sierra, *et al.*<sup>26</sup>, que fueron generadas para bosques tropicales de montaña del noreste del departamento de Antioquia, y que presentan características biofísicas y ecológicas similares a las de los bosques del área de estudio. Las alturas y diámetros fueron medidas directamente en campo, empleando la ecuación 14 para la estimación de la biomasa carbono, según Yepes, *et al.*<sup>27</sup> válida para las zonas de vida del bosque húmedo premontano (bh-PM), bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) y bosque húmedo montano bajo (bh-M).

$$BA = \exp(-2.286 + 2.471\ln D) \quad (14)$$

Donde;

$BA$  = Biomasa aérea.

$D$  = Diámetro a la altura del pecho.

---

<sup>25</sup> YEPES, Adriana, *et al.* Op. cit., p. 73

<sup>26</sup> YEPES, Adriana, *et al.* Biomasa y carbono total almacenado en robledales del sur de los Andes Colombianos: aportes para el enfoque REDD+ a escala de proyectos. [En línea]. En: Revista de Biología Tropical. Marzo, 2016. vol. 64. no. 1., p 403. (Recuperado en 30 marzo 2017). Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v64n1/0034-7744-rbt-64-01-00399.pdf>

<sup>27</sup> YEPES, Adriana, *et al.* Op. cit. p. 321.

La biomasa subterránea (BS) o *belowground biomass*, fue estimada empleando la ecuación 15, desarrollada por Cairns, *et al.*<sup>28</sup> en 1997 y recomendada por el IPCC.

$$BS = (-1.085 + 0.9256 \ln BA) \quad (15)$$

Donde;

*BS* = Biomasa subterránea  
*BA* = Biomasa aérea.

4.5.1.1 Estimación indirecta del contenido de carbono en la biomasa aérea y subterránea. Para la estimación indirecta por hectárea del contenido de carbono en la biomasa aérea del bosque, se aplica la deducción de Rüginitz, Chacón, y Porro<sup>29</sup> que aproximadamente el 50% de la biomasa vegetal corresponde al carbono, definida en la ecuación 16:

$$CBT = BT * 0.5 \quad (16)$$

Donde;

*BA* = Carbono almacenado.  
*D* = Biomasa total.

---

<sup>28</sup>. CAIRNS, Michael, *et al.* Root biomass allocation in the world's upland forests. [Online]. In: Oecologia.1977. vol. 111. no. 1., p 9. (cited 23 March 2017). Available from internet: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.484.5959&rep=rep1&type=pdf>

<sup>29</sup> RÜGNITZ, Marcos, CHACÓN, Mario, y PORRO, Roberto. Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales. [En línea]. Lima: ICRAF-IA. 2009. p 45. (Recuperado en 24 marzo 2017). Disponible en: [http://www.katoombagroup.org/documents/tools/ICRAF\\_GuiaDeterminacionCarbono\\_esp.pdf](http://www.katoombagroup.org/documents/tools/ICRAF_GuiaDeterminacionCarbono_esp.pdf)

## 5. ANALISIS DE RESULTADOS

### 5.1 UBICACIÓN

El bosque de roble se encuentra ubicado en los municipios de Molagavita y San Andrés entre la vereda Pantano Grande y el corregimiento de Pangote, respectivamente, con un área total de 575.66 hectáreas y con un rango altitudinal de entre los 2724 y los 3 409 m.s.n.m. La figura representa la localización del área de estudio en los Municipios, Santander y Colombia.

### 5.2 CLASIFICACIÓN Y CALIDAD DE SITIO

El bosque bajo estudio se encuentra clasificada como selva andina. Para este tipo de formación Anaya y Correa<sup>30</sup>, manifiestan se inicia en los 2400 msnm, formando fajas hasta los 3800 msnm, con una temperatura media que va desde los 15°C hasta los 6°C, con presencia de nubosidad y niebla frecuente, con una constante humedad. Los datos de precipitación obtenidos se generaron a partir de la estación climatológica más cercana del INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM) definida de la siguiente manera:

Tabla 2. Datos de la estación meteorológica seleccionada.

| Ítem                    | Descripción           |
|-------------------------|-----------------------|
| Nombre [Código]         | Molagavita [24030340] |
| Área operativa          | Área operativa 08     |
| Tipo                    | Convencional          |
| Clase                   | Meteorológica         |
| Categoría               | Pluviometría          |
| Estado                  | Activa                |
| Departamento, municipio | Santander, Molagavita |
| Latitud                 | 6.671667              |
| Longitud                | -72.811389            |
| Altitud                 | 2150                  |
| Corriente               | Negro                 |
| Fecha de instalación    | 15/10/1958            |

<sup>30</sup> ANAYA, Cesar, y CORREA, Javier. Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Molagavita, Santander. [En línea]. Molagavita, Colombia: Alcaldía Municipal de Molagavita. 2003. p 345. (Recuperado en 23 marzo 2017). Disponible en: <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/molagavitasantan dereot2003.pdf>

Figura 2. Localización geográfica del bosque bajo estudio y vías de acceso.

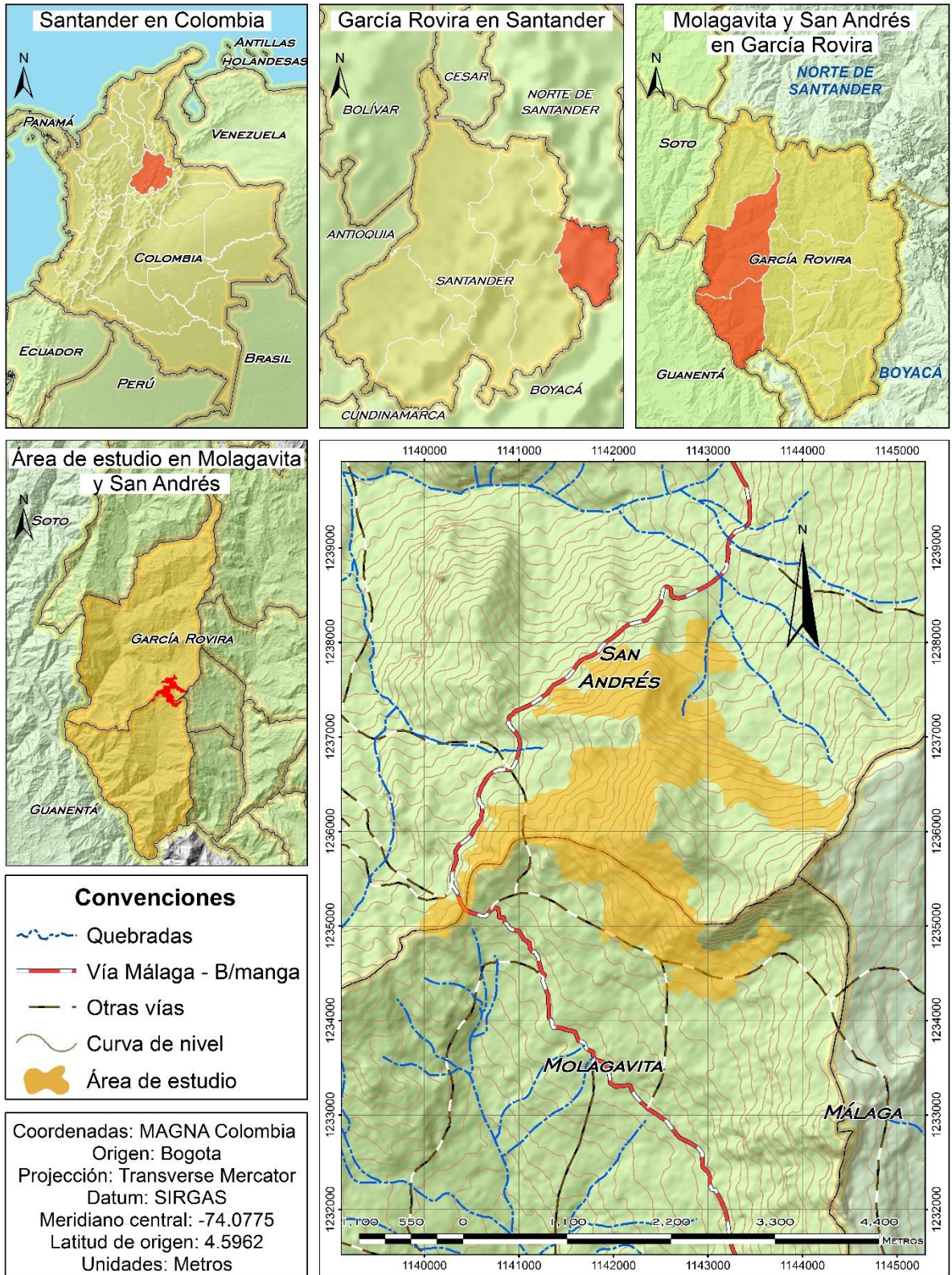
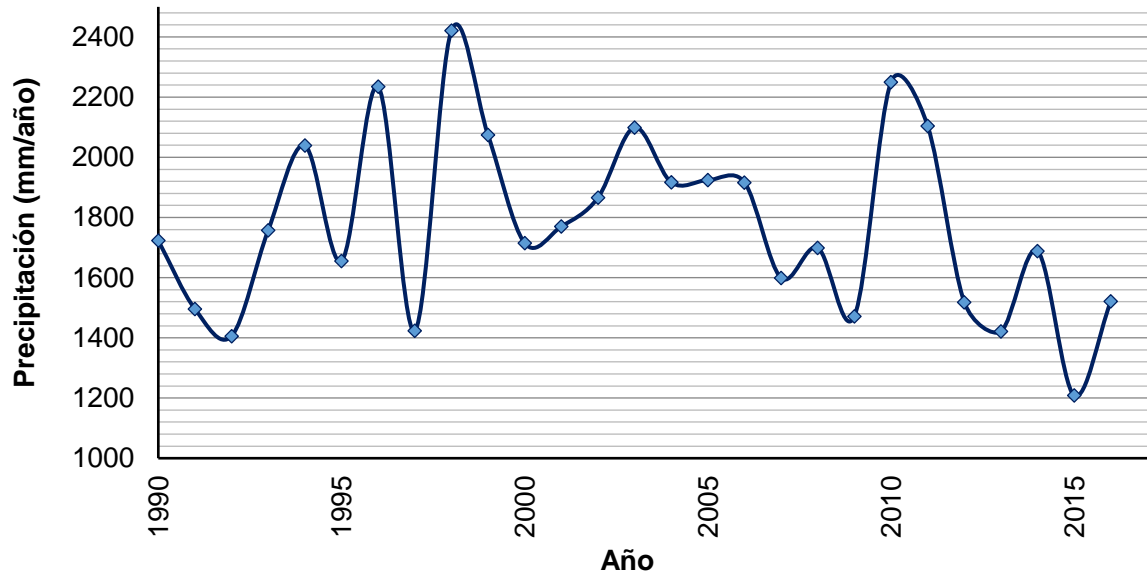


Figura 3. Precipitación anual para el periodo 1990-2016.



La precipitación se tomó del año de 1990 a 2016, presentando el año de 1998 como el más lluvioso con una precipitación de 2421 mms y el año de 2015 como el más seco con 1208.5, el promedio anual para nuestra área de estudio con base en la estación más cercana es de 1774.8 milímetros. (IDEAM).

De acuerdo con Anaya y Correa<sup>31</sup>, corresponde a suelos con vocación apta para bosque natural protector, productor protector, pendientes pronunciadas 25 – 50 y > 50% muy superficiales a moderadamente, afectados por erosión, fertilidad muy baja > 3000 aptos para mantener vegetación natural.

### 5.3 ZONA DE VIDA

Con una precipitación promedio anual de 1774.8 milímetros, una temperatura que va desde los 6 a 15°C y una altitud de entre los 2724 y los 3 409 m.s.n.m., el bosque de roble ubicado entre los municipios de Molagavita y San Andrés corresponde al bosque húmedo montano bajo (bh-MB).

### 5.4 MUESTREO

Previamente al muestreo se realizó un premuestreo de tres parcelas para luego realizar la estandarización de la muestra la cual fuera representativa del bosque, y

<sup>31</sup> ANAYA, C, y CORREA. Op. cit., p 35.

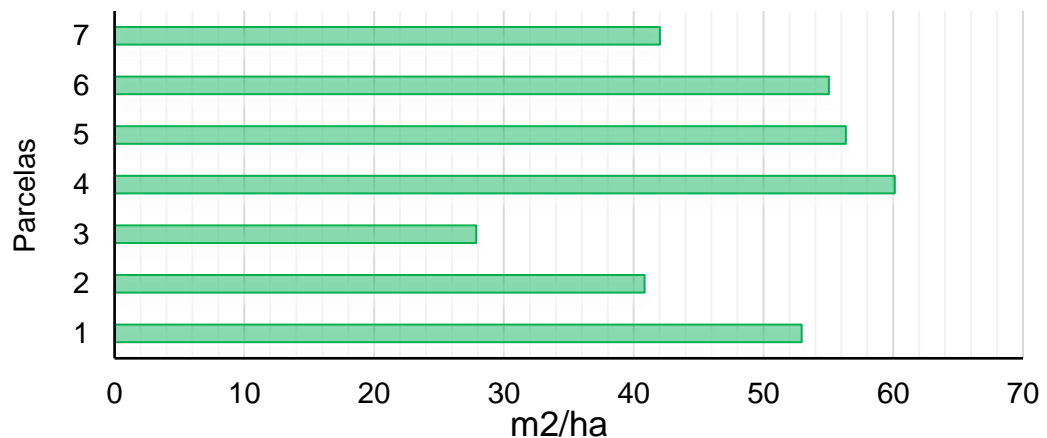
nos proporcione la información de la composición florística, estructura del bosque y stock de carbono aéreo.

Tabla 3. Estadígrafos usados para el cálculo del tamaño de la muestra (Subparcelas)

| Estadígrafos            | Valor  |
|-------------------------|--------|
| Media                   | 0.405  |
| Desviación estándar     | 0.277  |
| t-Student               | 1.699  |
| Coficiente de variación | 0.686  |
| Error de muestreo       | 0.15   |
| Tamaño muestra          | 60.338 |

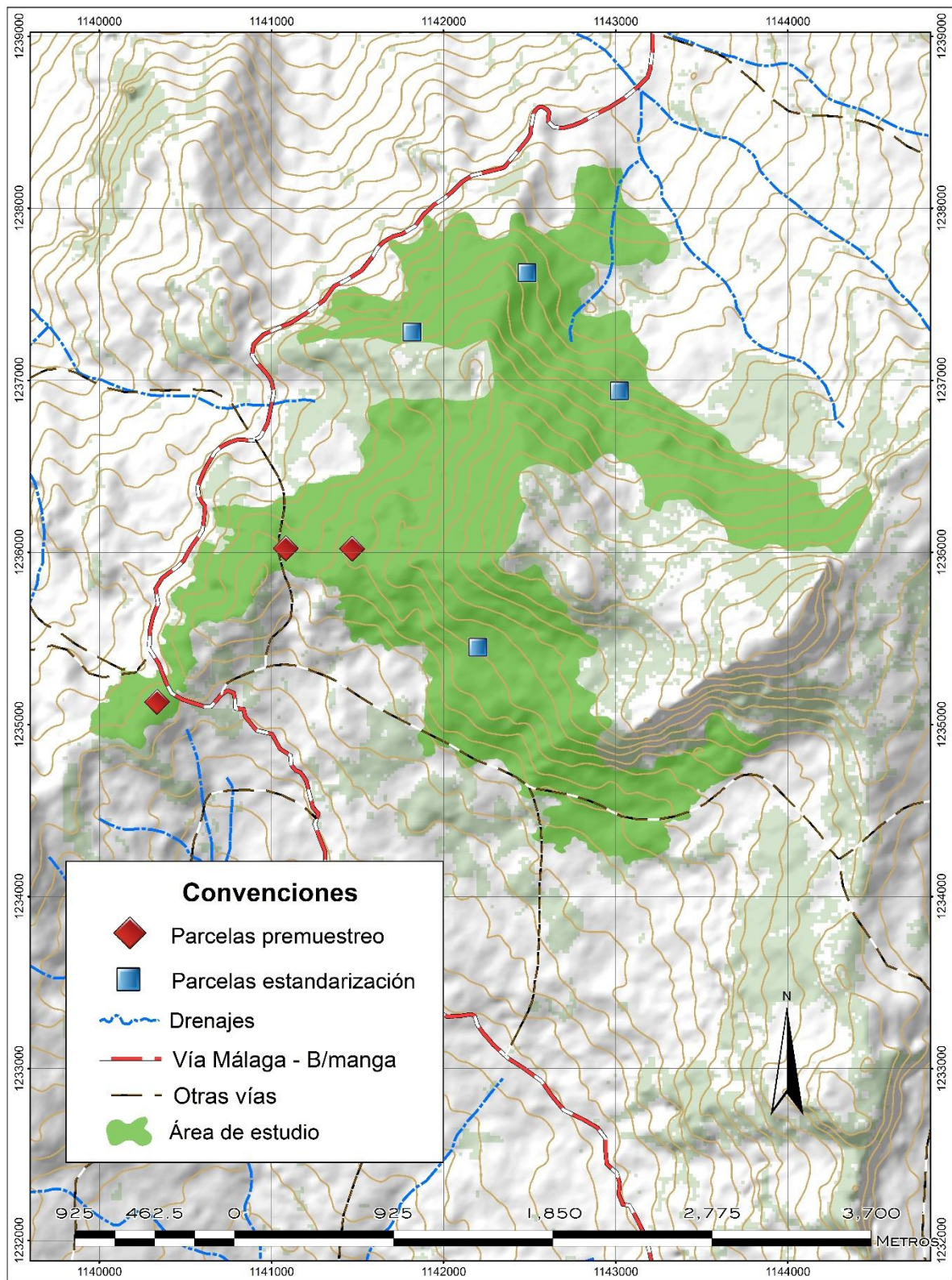
El muestreo se realizó con siete parcelas distribuidas aleatoriamente sobre el área de estudio; de las cuales la parcela cuatro presentó los mayores rendimientos en área basal con 60.124 m<sup>2</sup>/ha, esto debido a la uniformidad del rodal en esta parte del bosque, mientras que la parcela tres tuvo los resultados más bajos con un área basal de 27.871 m<sup>2</sup>/ha, como consecuencia de que se encuentra en una zona con intervención antrópica.

Figura 4. Área basal por parcela en metros cuadrados por hectárea (m<sup>2</sup>/ha)



La localización de las parcelas en el robledal se realizó al azar, mediante el uso de la herramienta, puntos aleatorios dentro de polígonos, presente en el software QGIS 2.18.4.

Figura 5. Localización de los puntos de premuestreo y muestreo.



## 5.5 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

En el inventario realizado para los puntos de muestreo del robleal se encontraron 16 especies en fustal (Tabla 4), 14 especies en latizal (Tabla 5) y 14 especies en regeneración natural (Tabla 6).

Tabla 4. Composición florística de fustales del bosque de roble.

| ID | Nombre común    | Nombre científico              | Familia         |
|----|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| 1  | Arrayan         | <i>Myrcia sp</i>               | Myrtaceae       |
| 2  | Cedrillo        | <i>Guarea sp</i>               | Meliaceae       |
| 3  | Colorado        | <i>Escallonia paniculata</i>   | Escalloniaceae  |
| 4  | Encenillo       | <i>Weinmannia pubescens</i>    | Cunnoniaceae    |
| 5  | Gaque           | <i>Clusia sp</i>               | Clusiaceae      |
| 6  | Garrocho        | <i>Myrsine coriacea</i>        | Myrsinaceae     |
| 7  | Helecho Gigante | <i>Cyathea arborea</i>         | Cyatheaceae     |
| 8  | Hojarasco       | <i>Ocotea sp</i>               | Lauraceae       |
| 9  | Jazmín          | <i>Pittosporum undulatum</i>   | Pittosporaceae  |
| 10 | Laurel          | <i>Myrica pubescas</i>         | Myricaceae      |
| 11 | Mortiño         | <i>Miconia theaesans</i>       | Melastomataceae |
| 12 | Palo vela       | <i>Palicourea heterochroma</i> | Rubiaceae       |
| 13 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        |
| 14 | Tinto           | <i>Cestrum ochraceum</i>       | Solanaceae      |
| 15 | Trompeto        | <i>Bocconia frutecens</i>      | Papavaraceae    |
| 16 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>              | Melastomataceae |

Tabla 5. Composición florística de latizales del bosque de roble.

| ID | Nombre común | Nombre científico           | Familia      |
|----|--------------|-----------------------------|--------------|
| 1  | Aliso        | <i>Alnus acuminata</i>      | Betulaceae   |
| 2  | Arrayan      | <i>Myrcia sp</i>            | Myrtaceae    |
| 3  | Chilca       | <i>Baccharis trinervis</i>  | Asteraceae   |
| 4  | Cletra       | <i>Clethra sp</i>           | Clethraceae  |
| 5  | Encenillo    | <i>Weinmannia pubescens</i> | Cunnoniaceae |
| 6  | Gaque        | <i>Clusia sp</i>            | Clusiaceae   |
| 7  | Garrocho     | <i>Myrsine coriacea</i>     | Myrsinaceae  |

Tabla 5. Continuación.

|    |                 |                                |                 |
|----|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| 8  | Helecho Gigante | <i>Cyathea arborea</i>         | Cyatheaceae     |
| 9  | Hojarasco       | <i>Ocotea sp</i>               | Lauraceae       |
| 10 | Jazmín          | <i>Pittosporum undulatum</i>   | Pittosporaceae  |
| 11 | Palo vela       | <i>Palicourea heterochroma</i> | Rubiaceae       |
| 12 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        |
| 13 | Siete Cueros    | <i>Tibouchina lepidota</i>     | Melastomataceae |
| 14 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>              | Melastomataceae |

Tabla 6. Composición florística de la regeneración natural del bosque de roble.

| ID | Nombre común    | Nombre científico              | Familia         |
|----|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| 1  | Aliso           | <i>Alnus acuminata</i>         | Betulaceae      |
| 2  | Arrayan         | <i>Myrcia sp</i>               | Myrtaceae       |
| 3  | Chilca          | <i>Baccharis trinervis</i>     | Asteraceae      |
| 4  | Cletra          | <i>Clethra sp</i>              | Clethraceae     |
| 5  | Encenillo       | <i>Weinmannia pubescens</i>    | Cunoniaceae     |
| 6  | Gaque           | <i>Clusia sp</i>               | Clusiaceae      |
| 7  | Garrocho        | <i>Myrsine coriacea</i>        | Myrsinaceae     |
| 8  | Helecho Gigante | <i>Cyathea arborea</i>         | Cyatheaceae     |
| 9  | Hojarasco       | <i>Ocotea sp</i>               | Lauraceae       |
| 10 | Jazmín          | <i>Pittosporum undulatum</i>   | Pittosporaceae  |
| 11 | Palo vela       | <i>Palicourea heterochroma</i> | Rubiaceae       |
| 12 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        |
| 13 | Siete Cueros    | <i>Tibouchina lepidota</i>     | Melastomataceae |
| 14 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>              | Melastomataceae |

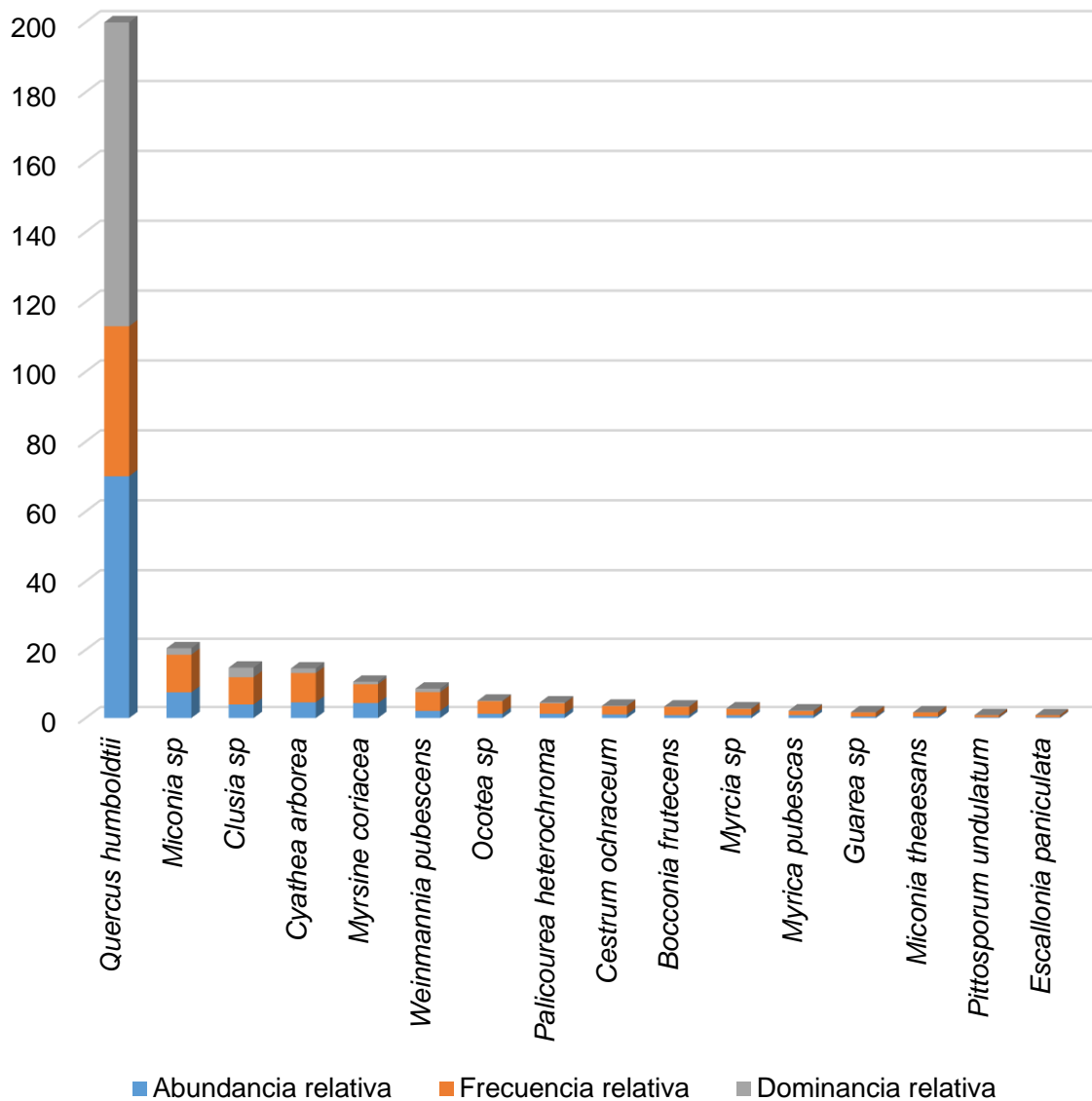
Las siete parcelas muestreadas en el robledal equivalen a un área total de 7000 m<sup>2</sup>, en la cual se evaluó la categoría fustal, 350 m<sup>2</sup> para evaluar latizal y 28 m<sup>2</sup> para la evaluación de la regeneración natural; En la categoría fustal se registraron 520 individuos de los cuales 42 en estado de muerte en pie, 90 individuos evaluados en la categoría latizal y 326 individuos en regeneración natural. Para un total de 978 registros.

## 5.5.1 Estructura Horizontal

### 5.5.1.1 Índice de valor de importancia (I.V.I.)

5.5.1.1.1 *Fustal*. El I.V.I. de la categoría fustal representada en la Figura 6, muestra la abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa de las diferentes especies del robleal.

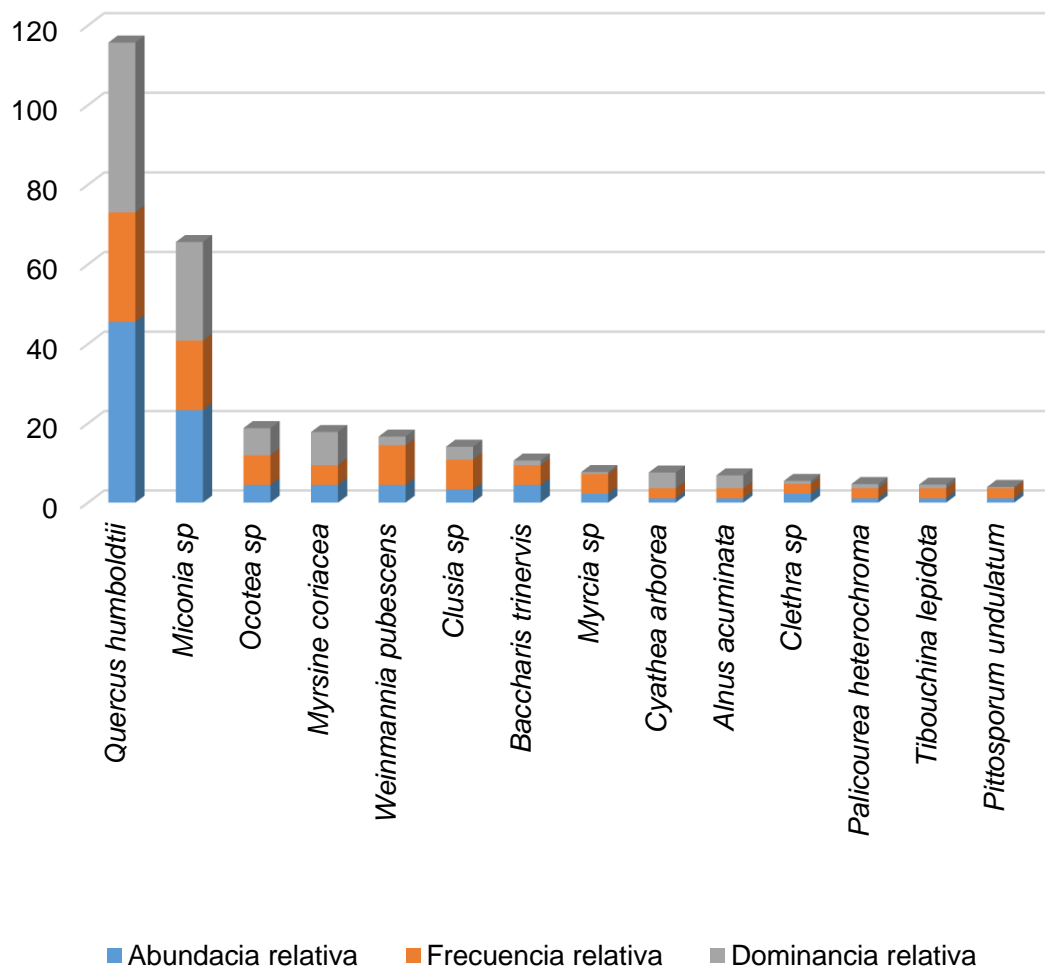
Figura 6. Índice de valor de importancia del bosque de roble.



Siendo el *Quercus humboldtii* la especie con mayor peso en el contraste ecológico del bosque presentando un I.V.I. de 203.93%, con una abundancia de 70.08%, frecuencia de 42.94% y dominancia de 90.9%; el *Miconia* sp. fue la segunda especie mayor I.V.I. con un 20.47% pero muy bajo comparado con el *Quercus humboldtii*. Las demás especies se encuentran con menor participación en el bosque con porcentajes de I.V.I. inferiores al 15%.

5.5.1.1.2 *Latizal*. La Figura 7 muestra las especies más importantes en la categoría latizal representadas con el I.V.I., la cual permite conocer el comportamiento del bosque en la siguiente generación en cuanto a abundancia, frecuencia y dominancia de especies existen y la aparición de nuevas especies que no se encontraron en la categoría fustal.

Figura 7. Índice de valor de importancia del bosque de roble.



El *Quercus humboldtii* sigue siendo la especie con mayor importancia en el bosque, presentando un predominio con el mayor I.V.I. equivalente a 115.69%, con abundancia de 45.56%, frecuencia de 27.5% y abundancia de 42.63%; en este estrato la especie *Miconia sp.* muestra una mayor competencia, pero aun con gran diferencia sobre el *Quercus humboldtii*, presenta un I.V.I. de 65.6%, con abundancia de 23.33%, frecuencia de 17.5% y abundancia de 24.76%. En este estrato se tienen nuevas especies que no aparecen en la categoría fustal (Tabla 7), y desaparición de especies que se encontraron en fustal (Tabla 8).

Tabla 7. Nuevas especies presentes en la categoría latizal.

| <b>Especies</b>            | <b>Abundancia relativa</b> | <b>Frecuencia relativa</b> | <b>Dominancia relativa</b> | <b>I.V.I.</b> |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|
| <i>Baccharis trinervis</i> | 4.44                       | 5                          | 1.16                       | 10.61         |
| <i>Alnus acuminata</i>     | 1.11                       | 2.5                        | 3.25                       | 6.86          |
| <i>Clethra sp</i>          | 2.22                       | 2.5                        | 0.75                       | 5.47          |
| <i>Tibouchina lepidota</i> | 1.11                       | 2.5                        | 0.93                       | 4.54          |

La aparición de nuevas especies se debe al resultado de las diferentes formas de dispersión de semillas, abiótico (viento, escorrentía) y biótico (animales).

Tabla 8. Especies desaparecidas de la categoría fustal en latizal.

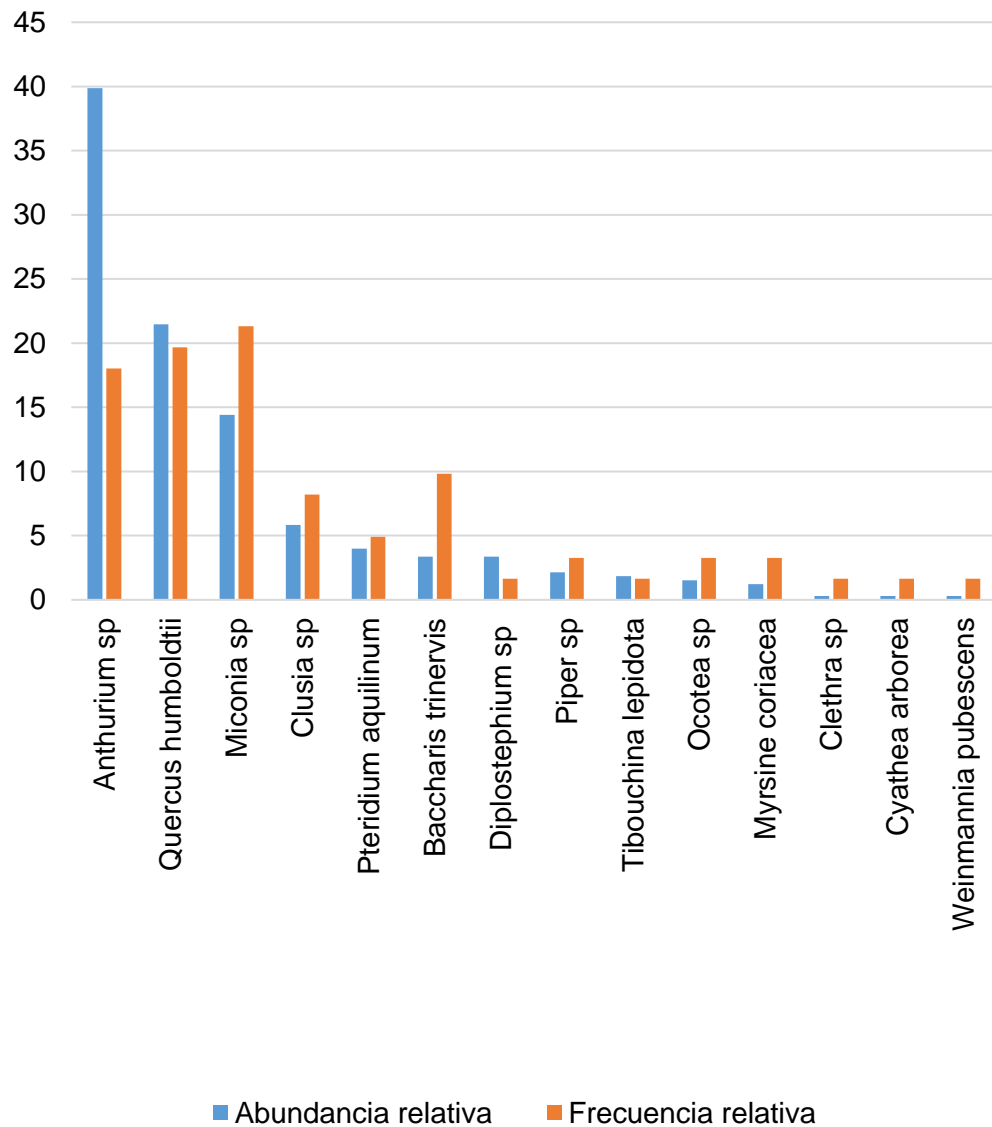
| <b>Especies</b>              |
|------------------------------|
| <i>Bocconia frutecens</i>    |
| <i>Cestrum ochraceum</i>     |
| <i>Escallonia paniculata</i> |
| <i>Guarea sp</i>             |
| <i>Miconia theaesans</i>     |
| <i>Myrica pubescas</i>       |

La desaparición de especies se da como consecuencia de la competencia entre ellas mismas y a los cambios que se presentan en el bosque, en cuanto a suelo, microclima, que obedecen a los cambios climáticos e intervención antrópica.

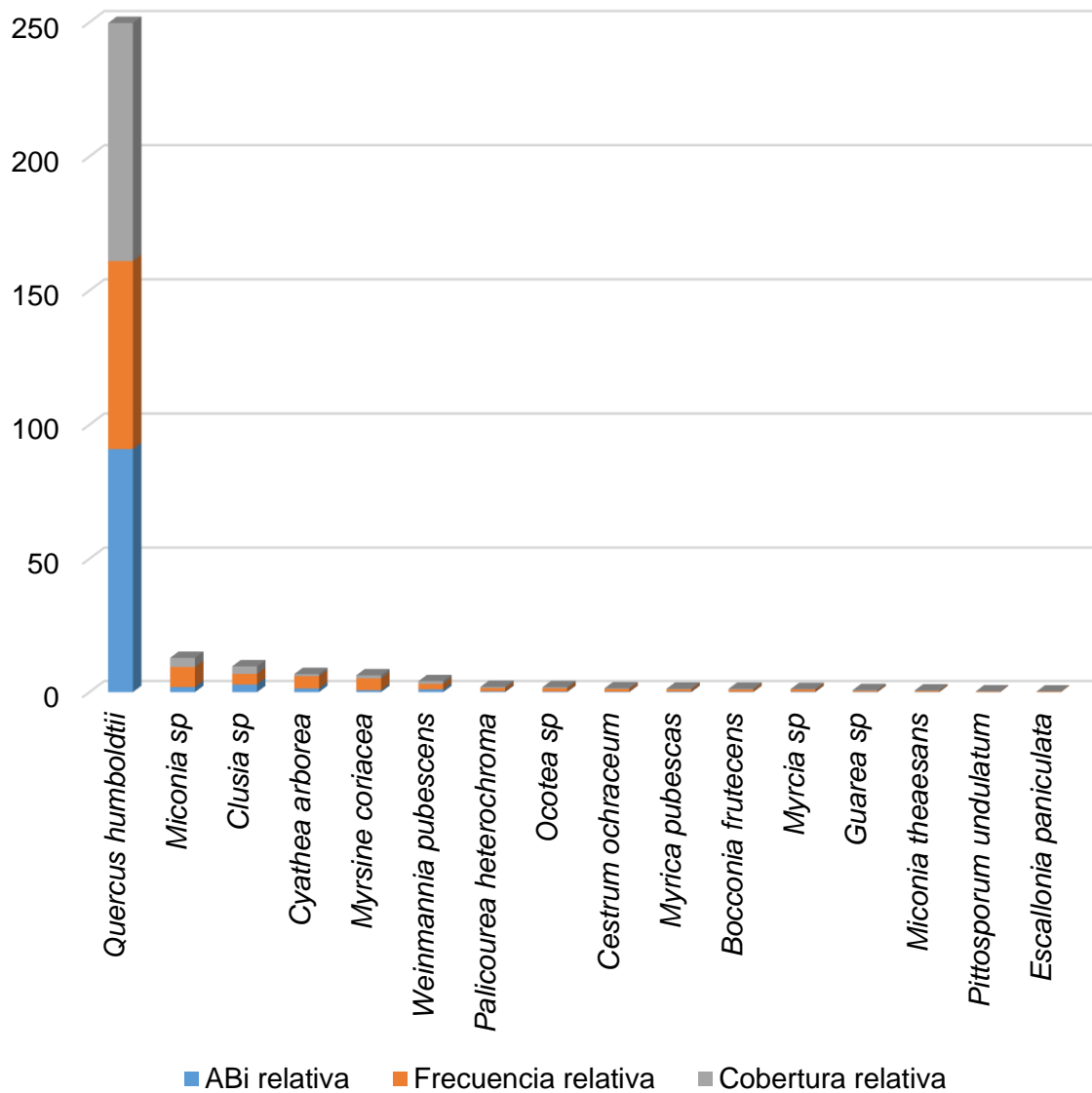
5.5.1.1.3 *Regeneración natural*. La Figura 8. representa la abundancia y frecuencia de las especies presentes en la regeneración natural en el bosque de roble.

El *Anthurium sp.* es la especie con mayor abundancia en la regeneración natural con un 39.87%, debido a que es una planta herbácea y solo se encuentra presente en el sotobosque; en cuanto especies arbóreas la especie con mayor abundancia es el *Quercus humboldtii* Bonpl. con 21.41% y frecuencia de 19.67%, mientras que el *Miconia sp.* es la especie más frecuente con 21.31% y una abundancia de 14.41%.

Figura 8. Abundancia y frecuencia de las especies presentes en la regeneración natural.



5.5.1.2 Índice de Predominio Fisionómico (I.P.F.). La Figura 9 muestra la importancia de las especies según la ocupación en el bosque, teniendo en cuenta el área basal, la frecuencia en el rodal y la cobertura de ocupación en las copas. Figura 9. Índice de predominio fisionómico de la categoría fustal en el bosque de roble.

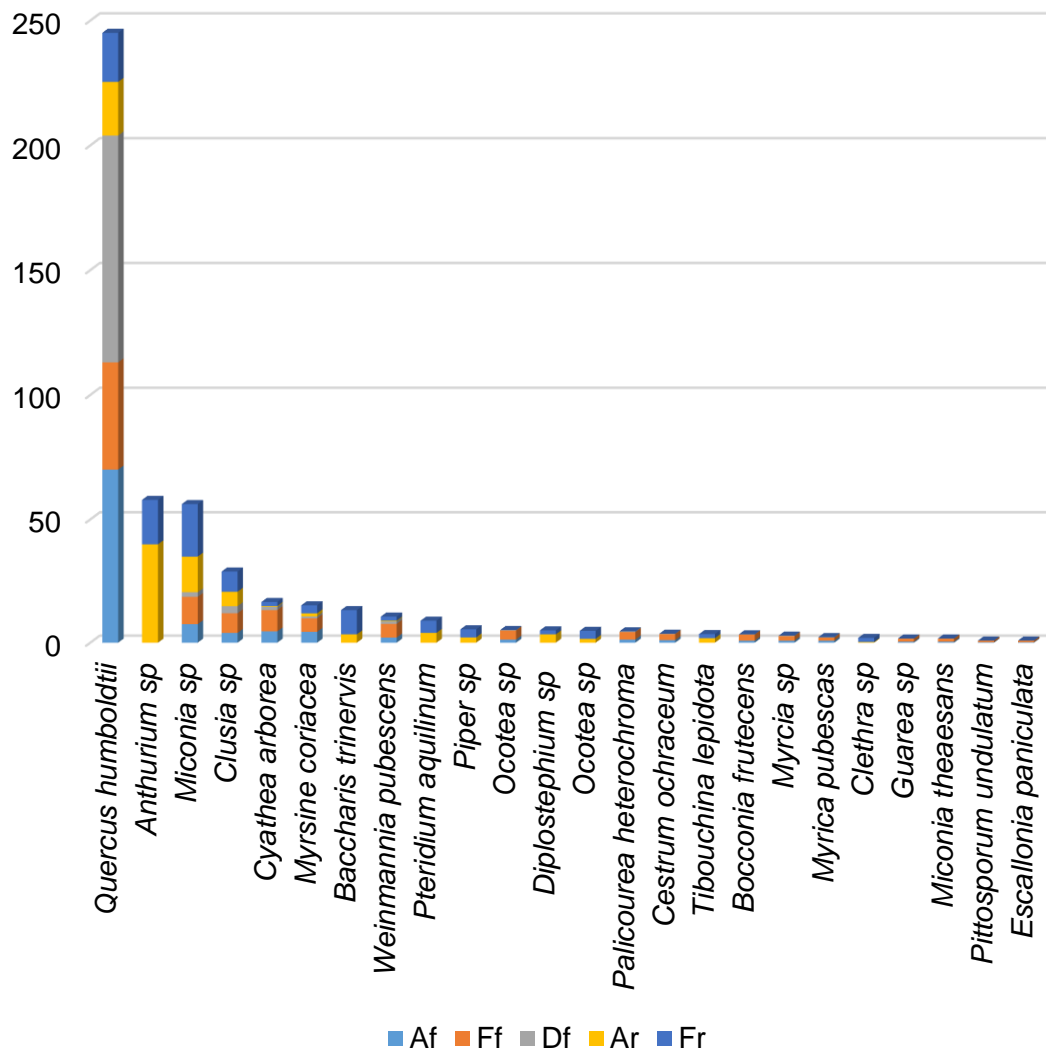


El *Quercus humboldtii* es la especie más representativa en el I.P.F. con un 249.72%, debido a que está representada con los mayores valores en, área basal 90.9%, frecuencia 70.08% y cobertura en un 88.73%; debido a los vastos datos del *Quercus humboldtii* las especies restantes presentan un I.P.F. muy bajo, el *Miconia sp* la cual

es la segunda especie más importante en este índice tiene un porcentaje del 12.84% y las demás especies con valores inferiores al 10%.

5.5.1.3 Índice de Importancia Ampliado (I.I.A.). La figura 10 muestra como es el comportamiento del bosque, indicando principalmente la tendencia del rodal en su composición florística.

Figura 10. Índice de Importancia Ampliado de las especies del bosque de roble.



Af: Abundancia relativa del fustal, Ff: Frecuencia relativa del fustal, Df: Dominancia relativa del fustal, Ar: Abundancia relativa de la regeneración natural y Fr: Frecuencia relativa de la regeneración natural.

El *Quercus humboldtii* presenta un dominio total con un I.I.A. de 245.08%, debido a que está representado en con los valores más altos en cuanto a área basal (70.08%), frecuencia (42.94%), dominancia (90.90%), abundancia en regeneración natural (21.47%) y frecuencia en regeneración natural (19.67%); lo cual permite saber que el bosque va a seguir teniendo la tendencia a ser dominado por el *Quercus humboldtii*. En cuanto a la segunda especie con mayor I.I.A. (57.91%) el *Anthurium sp.* la cual solo está presente en regeneración natural y al ser una especie herbácea, solo va tomar importancia en el sotobosque, y no va tener participación en la dominancia del bosque.

El *Miconia sp.* es la especie arbórea con el segundo I.I.A. más alto (56.20%), debido a que los valores en la regeneración natural no son tan distantes del *Quercus humboldtii*, permite conocer que el *Miconia sp.*, no solo garantiza la tendencia a permanecer en el bosque si no que va tener una mayor participación en la dominancia del rodal, con una mayor abundancia y frecuencia. Las especies *Clusia sp.*, *Cyathea arbórea* y *Myrsine coriácea*, con I.I.A. de 28.82%, 16.51% y 15.16% respetivamente, presentes en el estrato alto como en la regeneración natural, asegurando la permanencia en el robledal con participaciones en la categoría fustal no tan variable.

Las especies *Palicourea heterochroma*, *Cestrum ochraceum*, *Bocconia frutescens*, *Myrcia sp.*, *Myrica pubescas*, *Guarea sp.*, *Miconia theaesans*, *Pittosporum undulatum* y *Escallonia paniculata*, las cuales no están presentes en la regeneración natural como resultado de cambios en clima y/o suelo no favorable para su desarrollo, por lo que su participación en el bosque está en vía de extinción. Por otro lado, el *Ocotea sp.* y *Tibouchina lepidota* son especies arbóreas que solo están presentes en la regeneración, aunque en un porcentaje relativamente bajos de I.I.A. de 4.81% y 3.48% respectivamente, son especies nuevas que tienden a tener participaciones mínimas en los estratos más altos.

## 5.6 ESTRUCTURA VERTICAL

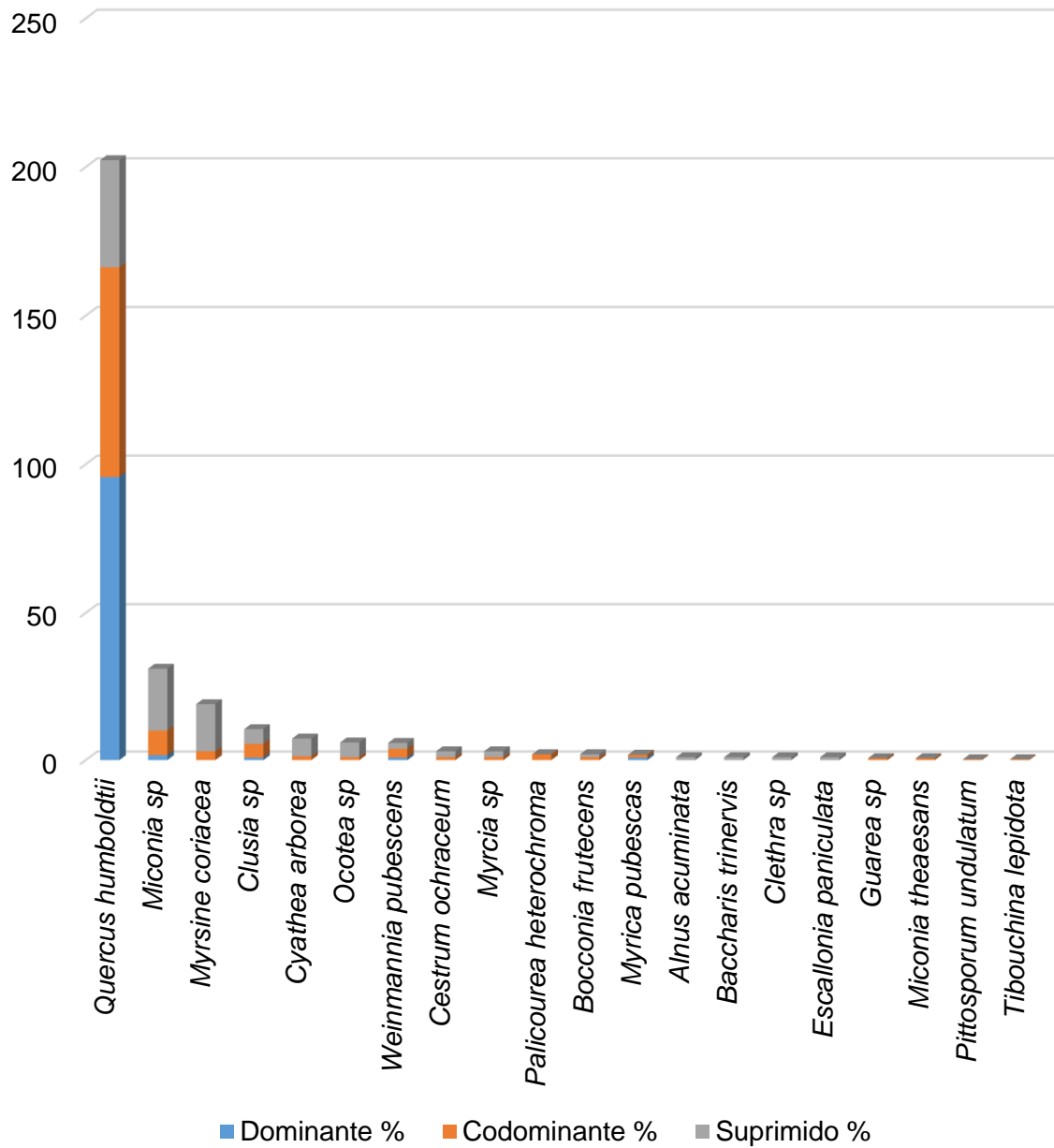
**5.6.1 Índice de Posición Sociológica (I.P.S.).** El índice. está representado por tres categorías dominantes, codominates y suprimidos de las cuales la categoría con mayor participación fue codominate con un 57.94% de los individuos, y un promedio de altura de 10.92 metros.

Con gran diferencia el *Quercus humboldtii* es la especie que muestra el valor más alto en I.P.S. (202.30%) con mayor participación en las tres categorías, dominante (70.57%), codominate (95.73%) y suprimido (36%); El I.P.S. de 31.07% perteneciente a el *Miconia sp.*, es la segunda especie con el valor más alto y tiene la mayor participación en la categoría suprimido (21%); en relación con las especies restantes la *Myrsine coriácea* y *Clusia sp.* muestran valores significativos de I.P.S.

de 19.01% y 10.54% respectivamente, mientras que el valor del I.P.S. de las demás especies es inferior al 10%.

La figura 1 representa el índice de posición sociológica para el bosque de roble bajo estudio.

Figura 11. Índice de posición sociología del bosque de roble.



## 5.7 ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD

Para el Robledal se presenta una relación cercana a 16:14 entre la riqueza de especies en fustales con relación a los latizales.

Tabla 9. Valores de los índices de riqueza en el bosque de roble.

| Categoría                     |                                    |            | Fustal                          | Latizal |        |
|-------------------------------|------------------------------------|------------|---------------------------------|---------|--------|
|                               |                                    |            | Riqueza de especies             | 16      | 14     |
| Índices de Riqueza Específica |                                    |            | Índice de Margalef              | 15.84   | 13.78  |
|                               |                                    |            | Índice de Menhinick             | 0.73    | 1.48   |
|                               |                                    |            | Índice de Simpson ( $\lambda$ ) | 0.504   | 0.27   |
| Estructura                    | Índices de Abundancia Proporcional | Dominancia | $1 - \lambda$ (Heterogeneidad)  | 49.64%  | 72.74% |
|                               |                                    | Equidad    | Índice de Berger Parker         | 0.701   | 0.46   |
|                               |                                    |            | Índice de Shannon-Wiener        | 1.28    | 1.78   |

De acuerdo con el índice de Margalef el robledal presenta una alta biodiversidad ya que su valor es superior a cinco en fustal como latizal; es decir que presenta una regeneración natural en la mayor parte de las especies.

El índice de Simpson representa la heterogeneidad del bosque la cual se ve reducida, tendiente hacer homogénea por la acción del *Quercus Humboldtii* la cual tiene una amplia dominancia en fustal; sin embargo, la heterogeneidad aumenta en la categoría latizal ya que la abundancia y dominancia de otras especies tienden hacer de mayor valor. La proporción de la especie más abundante calculado por el índice de Berger Parker es de 0.701 para fustal y 0.460 para latizal.

De acuerdo al índice de Shannon – Wiener la cual presenta valores inferiores a dos tanto es fustal como en latizal, señala que es un área con poca diversidad.

**5.7.1 Defectos del fuste.** Los principales defectos de fuste se presentan a partir de las condiciones de sitio, el defecto más común es arboles torcidos debido a la densidad y cobertura del bosque por la disputa de luz; La bifurcación se presenta principalmente por la competencia y dominio del bosque, asimismo los arboles inclinados pueden ser indicadores de erosión y remoción en masa, debido al movimiento del suelo.

**5.7.2 Variación de Especies a través del Gradiente Altitudinal.** Para la determinación de la variabilidad de las especies a través de los diferentes rangos

altitudinales, se establecieron tres intervalos entre el punto más bajo del bosque (2814 msnm) y el más alto (3114 msnm) de la siguiente manera; el primer intervalo de los 2814 msnm a 2913 msnm; segundo intervalo de 2914msnm a 3013 msnm y el ultimo intervalo de 3014 msnm a 3114 m.n.s.m. Para evaluar la variación de las especies se tuvo en cuenta solo los individuos de categoría fustal; En cada uno de los rangos se calculó el Índice de Valor Importancia, con el fin de comparar el valor de la especie en ese tramo del bosque como en su totalidad. El primer intervalo (2814 - 2913 msnm) comprende ocho especies, las cuales se tomaron como las base.

Figura 12. Abundancia de los defectos de fuste y muertos en pie en el bosque de roble.

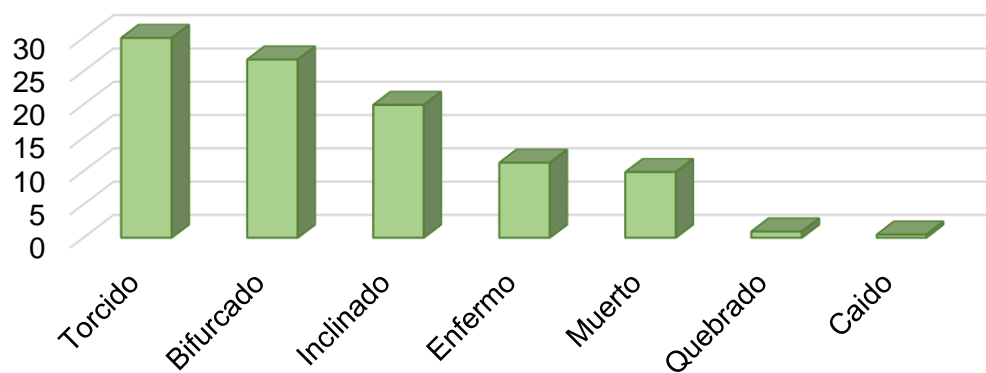


Figura 13. Especies con mayor porcentaje de defectos de fustes y muertos en pie en el bosque de roble.

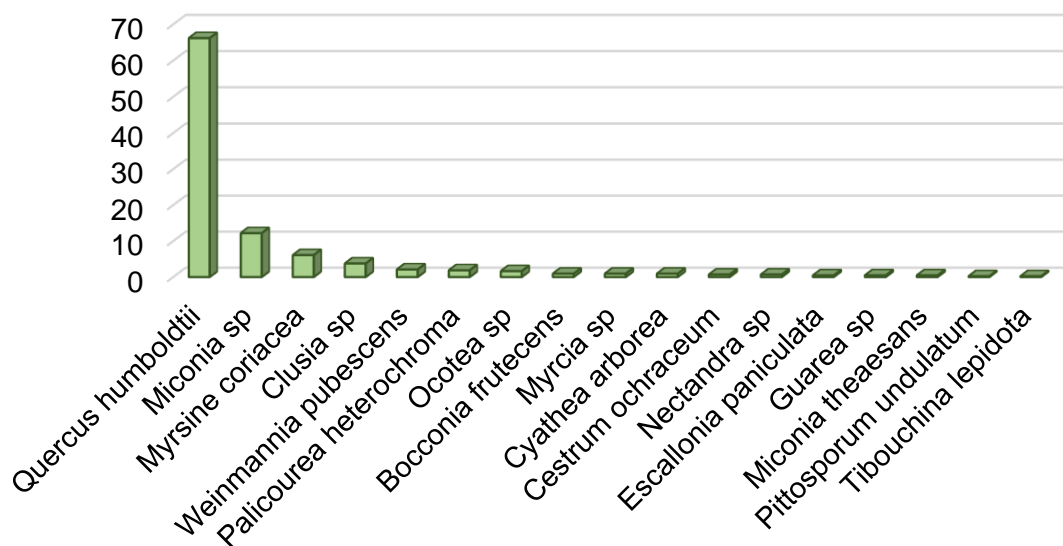


Tabla 10. Variación de especies a medida que aumenta el gradiente altitudinal.

| Especies base                | 2814 msnm a 2913 msnm |          | 2914 msnm a 3013 msnm                     |          | 3014 msnm a 3114 msnm |   |          |          |
|------------------------------|-----------------------|----------|---|----------|-----------------------|---|----------|----------|
|                              | IVI Int.              | IVI Bos. | Especies Nuevas<br>Especies desaparecidas | IVI Int. | IVI Bos.              | Especies Nuevas<br>Especies desaparecidas | IVI Int. | IVI Bos. |
| <i>Quercus humboldtii</i>    | 231.4                 | 203.9    | <i>Ocotea sp</i>                          | 9        | 5.1                   | <i>Myrsine coriacea</i>                   | 23.3     | 10.7     |
| <i>Miconia sp</i>            | 13.5                  | 20.5     | <i>Bocconia frutecens</i>                 | 8.9      | 3.4                   | <i>Palicourea heterochroma</i>            | 10.1     | 4.6      |
| <i>Cyathea arborea</i>       | 18.3                  | 14.6     | <i>Myrica pubescas</i>                    | 5.7      | 2.2                   | <i>Miconia sp</i>                         | 35.2     | 20.5     |
| <i>Clusia sp</i>             | 14.6                  | 14.8     | <i>Myrcia sp</i>                          | 4.5      | 2.8                   | <i>Bocconia frutecens</i>                 |          |          |
| <i>Weinmannia pubescens</i>  | 8.2                   | 8.6      | <i>Miconia theaesans</i>                  | 4.5      | 1.7                   | <i>Miconia theaesans</i>                  |          |          |
| <i>Cestrum ochraceum</i>     | 8.7                   | 3.6      | <i>Pittosporum undulatum</i>              | 2.2      | 0.9                   | <i>Myrica pubescas</i>                    |          |          |
| <i>Escallonia paniculata</i> | 2.6                   | 0.8      | <i>Cestrum ochraceum</i>                  |          |                       | <i>Pittosporum undulatum</i>              |          |          |
| <i>Guarea sp</i>             | 2.6                   | 1.7      | <i>Escallonia paniculata</i>              |          |                       |   |          |          |
|                              |                       |          | <i>Guarea sp</i>                          |          |                       |   |          |          |
|                              |                       |          | <i>Miconia sp</i>                         |          |                       |   |          |          |

En el segundo intervalo (2914 a 3013 msnm), se presentó la aparición de seis nuevas especies en la que se encuentra el *Ocotea sp*, *Bocconia frutecens*, *Myrcia sp*, *Miconia theaesans* y *Pittosporum undulatum* y la desaparición de cuatro especies *Cestrum ochraceum*, *Escallonia paniculata*, *Guarea sp* y *Miconia sp*, la no presencia de la especie *Miconia sp* en este rango siendo la segunda especie con mayor I.V.I. en la totalidad del bosque obedece a que la especie es una acompañante en espera de oportunidades, la cual está latente en las categorías latizal y regeneración natural en este tramo.

En el último intervalo (3014 a 3114 msnm), se encontró la aparición de dos especies nuevas en las que se encuentran *Myrsine coriacea* la cual es la quinta especie de mayor I.V.I. (10.7%) en la totalidad del bosque y *Palicourea heterochroma*, también presenta la reaparición del *Miconia sp* con un I.V.I. (35.2%) mayor al presenciado en el primer intervalo. Se presenta la desaparición de cuatro especies que solo se encuentran en el segundo intervalo *Bocconia frutecens*, *Miconia theaesans* y *Pittosporum undulatum*.

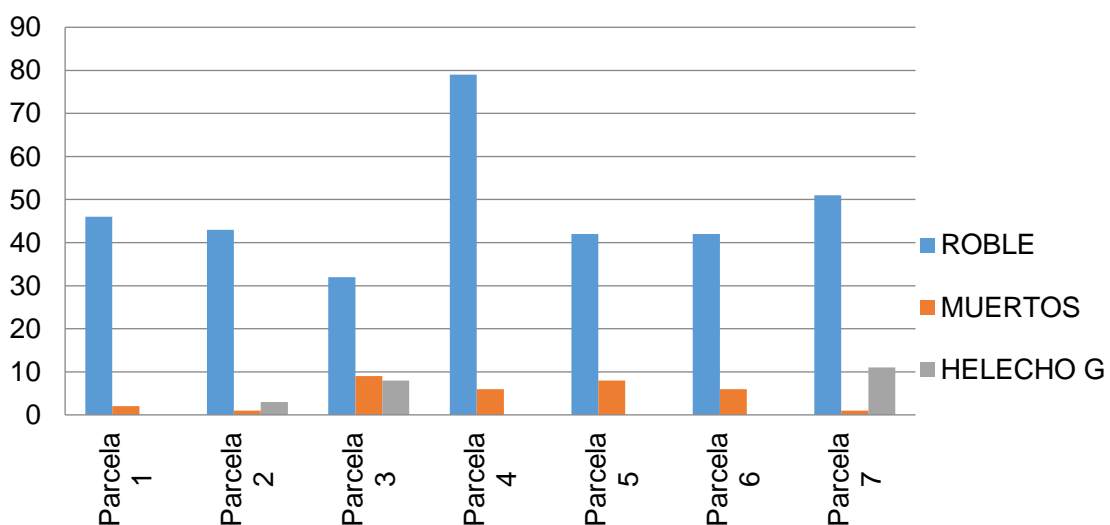
## 5.8 ESTIMACIÓN BIOMASA-CARBONO

**5.8.1 Estructura del bosque y análisis de información.** De acuerdo con el análisis realizado a la estructura del bosque en las siete parcelas de muestreo encontramos al roble (*Quercus humboldtii*) como especie fustal más abundante con 335 individuos equivalente al 65.6%, seguido de lejos por el tuno (*Miconia sp*) con 36 individuos igual al 7%, por lo cual se estimara la biomasa y carbono solo a la especie del roble como al igual que al helecho gigante (*Cyathea arbórea*) por ser el único de su género encontrado en dicho ecosistema además de que es el tercero más abundante con 22 individuos referente al 4.3%, los árboles muertos en pie (necromasa) de la especie más representativa también fueron incluidos ya que el 78.6% de los árboles muertos fueron del roble, se calculó la abundancia total incluidos arrojando un porcentaje de 6.5% es decir, 33 unidades las encontradas en el muestreo.

Tabla 11. Especies más representativas para la estimación de la biomasa, necromasa y carbono del bosque de roble.

| Familia     | Genero         | Especie           | Estado  | N° Individuos | Porcentaje (%) |
|-------------|----------------|-------------------|---------|---------------|----------------|
| Fagaceae    | <i>Quercus</i> | <i>humboldtii</i> | Vivos   | 335           | 65.60%         |
| Fagaceae    | <i>Quercus</i> | <i>humboldtii</i> | Muertos | 33            | 6.50%          |
| Cyatheaceae | <i>Cyathea</i> | <i>arborea</i>    | Vivos   | 22            | 4.30%          |

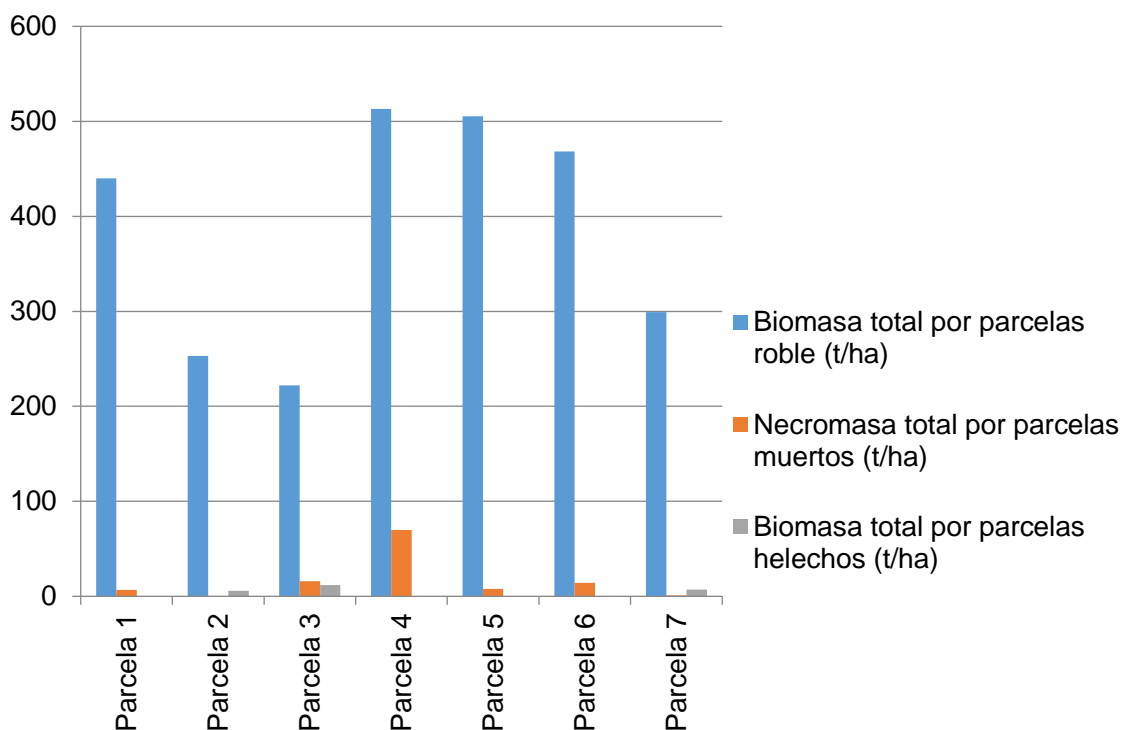
Figura 14. Abundancia por parcelas de las especies seleccionadas para la estimación de la biomasa, necromasa y carbono del bosque de roble.



El roble como especie dominante tiene mayor abundancia en la parcela cuatro con 79 individuos y menor presencia en la tres con 32 unidades, los árboles muertos en pie tienen aparición en todas las siete parcelas con mayor abundancia en la tres con nueve árboles, los helechos gigantes no tienen presencia en la parcela uno siendo en la parcela siete su mayor abundancia con 11 unidades.

**5.8.2 Ecuaciones de biomasa y carbono del bosque.** Las ecuaciones empleadas para la determinación de la biomasa y carbono del bosque fueron las establecidas en la metodología, los árboles muertos en pie fueron incluidos en la fórmula general junto a los fustales para la estimación de su necromasa, para los helechos se empleó la fórmula respecto a su diámetro (cm), los datos de diámetros y alturas fueron tomados en campo y, las ecuaciones empleadas de acuerdo a la zona de vida en la que se encuentra el bosque, para la determinación del carbono se estimó que corresponde aproximadamente al 50% de la biomasa vegetal.

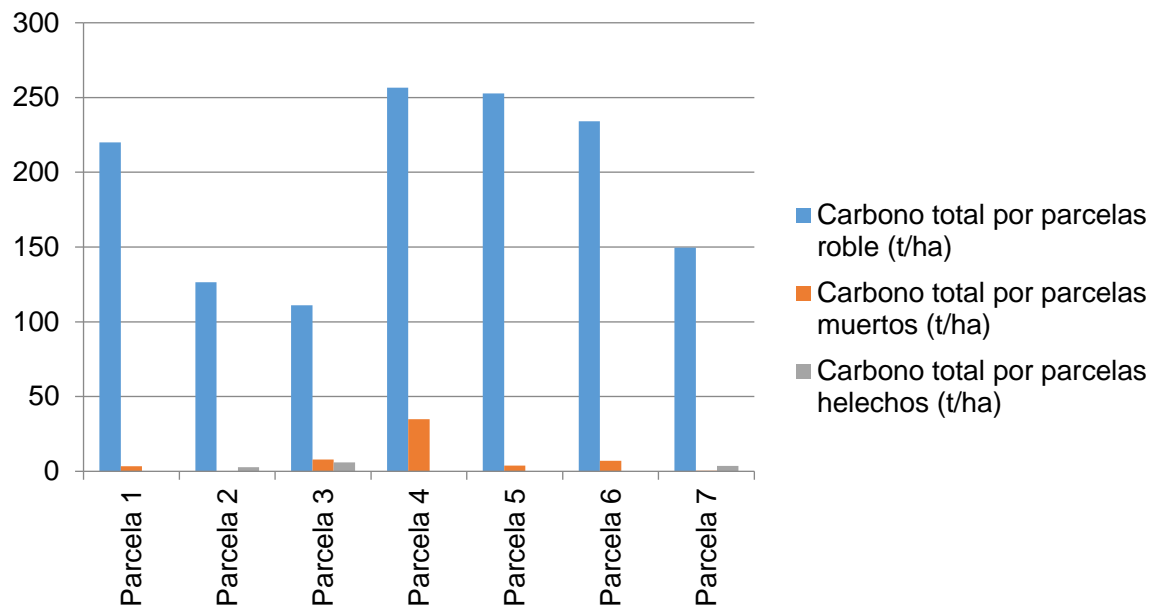
Figura 15. Distribución de biomasa y necromasa total por parcelas en toneladas por hectárea (t/ha) del bosque de roble.



El roble en la parcela cuatro es la más significativa en captación de biomasa y carbono por el número de individuos que se encontraron en ella con 513 t/ha seguida de la parcela cinco que, aunque tan solo posee 42 árboles sus diámetros

son significativos y hace que sea la segunda parcela con mayor biomasa albergando 505 t/ha.

Figura 16. Distribución del carbono total por parcelas en toneladas por hectárea (t/ha) del bosque de roble.



En la parcela cuatro también se encontró la mayor cantidad de necromasa y carbono puesto que, aunque no es la parcela con mayor número de individuos si se hallaron árboles muertos en pie con hasta 89.4 de D.A.P. (Ver Tabla 25.) y la parcela más representativa en cuanto al helecho gigante es la numero tres aun sin ser la que mayor número de unidades presenta.

Tabla 12. Estimación de biomasa y necromasa para las especies de Roble y Helecho gigante para el bosque de roble en toneladas

| Compartimiento | Roble    | Muertos | Helecho |
|----------------|----------|---------|---------|
| BA             | 220900.8 | 7298.5  | 1993.1  |
| BS             | 1208     | 92.3    | 52.3    |
| MT             | 222108.8 | 7390.8  | 2045.4  |

BA: biomasa aérea; BS: biomasa subterránea; MT: masa total del bosque

Tabla 13. Estimación de carbono para las especies de roble, árboles muertos en pie y helecho gigante del bosque de roble en toneladas.

| <b>Compartimiento</b> | <b>Roble</b> | <b>Muertos</b> | <b>Helecho</b> |
|-----------------------|--------------|----------------|----------------|
| CA                    | 110450.4     | 3649.2         | 996.6          |
| CS                    | 604          | 46.2           | 26.1           |
| CT                    | 111054.4     | 3695.4         | 1022.7         |

CA: carbono almacenado en la biomasa aérea; CS: carbono subterráneo; CT: carbono total almacenado en el bosque.

## 6. CONCLUSIONES

El robledal presenta una cobertura boscosa homogénea con amplio dominio del *Quercus humboldtii*, exhibiendo los valores más altos en cada uno de los índices evaluados de la estructura horizontal y vertical.

De acuerdo con la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia el bosque de roble se categoriza como Denso ya que la cobertura de copas es superior al 70% del área, y como bosque bajo con un promedio de alturas de 12.35 metros. La variación de las especies arbóreas categorizadas en fustales a medida que se incrementa el rango altitudinal en el bosque de roble es notable. Tomando como base las especies del tramo más bajo (2814 a 2913 msnm), se identifican especies nuevas en los dos intervalos superiores, así mismo la desaparición de especies presentes en la parte más baja.

La estimación de la biomasa, necromasa y carbono en las especies más representativas del bosque como lo fueron el roble, el helecho gigante y los árboles muertos en pie de roble nos da una visión cuantitativa y cualitativa de la importancia de este ecosistema en diferentes aspectos, desde protección a la fauna nativa y endémica de la región, la protección a las fuentes hídricas, uso adecuado y protección de suelos, hasta ser un gran banco de biomasa con una secuencia natural y saludable al bosque de ser materia viva y luego regresar al suelo como aporte de materia orgánica.

La suma total de la estimación del carbono llega a ser de 115772.5 de toneladas para las 575.66 hectáreas de nuestra zona de estudio, es sorprendente la cantidad de beneficios que nos genera este robledal y obtener datos cuantitativos que lo demuestren y ayuden a generar esa conciencia medioambiental y llegar al cambio de mentalidad de los habitantes de las zonas rurales que los árboles solo sirven como combustible y uso casero sino que son captadores del principal gas de efecto invernadero y es vital que se proteja para evitar que este vuelva a la atmósfera.

Las problemáticas principales son la deforestación, expansión de fronteras ganaderas y agrícolas ya sea con tumba o quema, liberando de forma indiscriminada el carbono almacenado con efectos contaminantes al aire y atmósfera y, por efecto la migración de especies representativas de la región se vea obligadas a desplazarse a áreas menos intervenidas o bien poco a poco de vayan extinguiendo a nivel de zona o desafortunadamente a nivel global.

## 7. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios comparativos con otros robledales del mismo gradiente altitudinal para conocer los cambios que se han tenido a través del tiempo, las causas y efectos causados a este ecosistema.

Como principal recomendación se prevé una delimitación de dichos ecosistemas y bosques del roble como especie vedada donde garantice que se respeta su condición de protegida y se resalte la condición de bancos de biomasa y carbono. Disponer estudios para proponer una restauración ecológica de estos ecosistemas estratégicos para evitar y mitigar mayor daño a los pulmones de las montañas de los Andes Colombianos.

Se recomienda realizar un inventario faunístico donde se pueda sustentar con criterio profesional de cuáles son las principales especies que habitan y pertenecen a esta zona de vida y se encuentran en el bosque puesto que por información primaria al interactuar con los habitantes de las zonas más apartadas manifiestan que en ocasiones han llegado a tener avistamientos de animales como los venados y cuerpoespines entre otros los cuales no reposa información en el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Molagavita ni del municipio de San Andrés del departamento de Santander.

Efectuar estudios en estos ecosistemas estratégicos para la preservación, conservación y protección del recurso hídrico y evitar deterioro de los suelos por la alta intervención antrópica que en estas zonas se está desarrollando.

## BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, Celeste, *et al.* Evaluación Ecológica Rápida (EER). Una aproximación a la composición y el estado de conservación de la Biodiversidad de “Cañada El Carmen”. Departamento de Boquerón. [En línea]. Chaco, Paraguay: IDEA. 2003. 133 p. (Recuperado en 17 marzo 2017). Disponible en: <http://www.conservacionprivadapy.org/documentos/EER%20Ca%F1ada%20del%20Carmen.pdf>

ANAYA, Cesar, y CORREA, Javier. Esquema de ordenamiento territorial del municipio de Molagavita, Santander. [En línea]. Molagavita, Colombia: Alcaldía Municipal de Molagavita. 2003. 482 p. (Recuperado en 23 marzo 2017). Disponible en: <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/molagavitasantandereot2003.pdf>

BOURGERON, P. Spatial aspects of vegetation structure. [Online]. In: *Ecosystems of the world*. 1893. vol. 14. no.1., p 323-354. (cited 29 March 2017). Available from internet: <https://www.coursehero.com/file/p5q2hd0/11-Bourgeron-P-S-1983-Spatial-aspects-of-vegetation-structure-See-Ref-39a-pp-29/>

CABRERA, Edersson y RAMÍREZ, Diana. Estado actual y cambio en los ecosistemas de los Andes Colombianos / 1985-2005. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2009. 345 p

CAIRNS, Michael, *et al.* Root biomass allocation in the world's upland forests. [Online]. In: *Oecologia*. 1977. vol. 111. no. 1., p 1-11. (cited 23 March 2017). Available from internet: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.484.5959&rep=rep1&type=pdf>

DEVIA, C, y 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). Desarrollo Sostenible en los Andes de Colombia (Provincias de Norte, Gutiérrez y Valderrama) Boyacá, Colombia. [En línea]. Bogotá D.C.: IDEADE. 2000. 102 p. (Recuperado en 30 marzo 2017). Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=00075&pid=S0120-0739201000020000200002&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=00075&pid=S0120-0739201000020000200002&lng=en)

ETTER, A, y VAN WYNGAARDEN, W. Patterns of landscape transformation in Colombia, with emphasis in the Andean region. [Online]. In: *AMBIO: A journal of the Human Environment*. 2000. vol. 29. no. 7., p 432-439. (cited 15 March 2017). Available from internet: <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1579/0044-7447-29.7.432>

FINOL, H. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. [En línea]. En: Revista Forestal Venezolana. 1971. vol. 14. no. 21., p. 29–42. (Recuperado en 21 marzo 2017). Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000131&pid=S0044-5967200900040001400008&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000131&pid=S0044-5967200900040001400008&lng=en)

GALINDO, Gustavo. *et al.* Estimación de la biomasa aérea usando datos de campo e información de sensores remotos. [En línea]. Bogotá D.C.: IDEAM. 2011. 52 p. (Recuperado en 19 marzo 2017). Disponible en: [http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13548/Biomasa+Sensores.pdf/1ad2a058-1b6f-48c1-b826\\_f2625eed610e](http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13548/Biomasa+Sensores.pdf/1ad2a058-1b6f-48c1-b826_f2625eed610e)

GUERRERO, José. (Blog). Cálculo de NDVI con QGIS. Guía rápida. El blog de José Guerrero. 2011. (Consultado 17 marzo 2017). Disponible en: <https://joseguerroa.wordpress.com/2011/09/20/calculo-de-ndvi-con-qgis-guia-rapida/>

LÓPEZ, D, y SALINAS, N. Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte. Bogotá D.C.: SINCHI". 2007. 356 p.

LOZADA, José. Consideraciones metodológicas sobre los estudios de comunidades forestales. [En línea]. En: Revista Forestal Venezolana. 2010. vol. 54. no. 1., p 77-88. (Recuperado en 26 marzo 2017). Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/31647/1/ensayo2.pdf>

MARRUGAN, Anne. Diversidad ecológica y su medición. Barcelona: Vedra ediciones. 1989. 342 p.

MELO, Omar y VARGAS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima. CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA. 2003. 222 p.

PASCUAL, Dolors, y ERASO, Nelly. Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985-2005: síntesis. [En línea]. Bogotá D.C.: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2007. 54 p. (Recuperado en 12 marzo 2017). Disponible en: [http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user\\_0/monitoreo\\_1985-2005.pdf](http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_0/monitoreo_1985-2005.pdf)

PAZ, Juan Pablo. Características florísticas de un bosque de roble (*Quercus humboldtii*) en la meseta de Popayán (Cauca). [En línea]. En: Revista Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad del Cauca. 2012. vol. 10. no. 2., p 15-47. (Recuperado en 18 marzo 2017). Disponible en: <http://revistabiotechnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotechnologia/article/view/253>

PEREIRA, Erico, *et al.* Floristic and phytosociology of shrub and arboreous strata of a remain “cerradão” in a conservation area of São Paulo State. [Online]. In: Revista Brasileira de Botânica. 2004. vol. 27. no. 3., p 533-544. (cited 23 March 2017). Available from internet: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-84042004000300013](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-84042004000300013)

PULIDO, María, CAVELIER, Jaime, y CORTÉS, Sandra. Structure and composition of Colombian montane oak forests. [Online]. In: Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests. Berlin: Springer. 2006. p.141-151. (cited 23 March 2017). Available from internet: <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/producto.php?producto=4179>

RANGEL, J, y VELÁZQUEZ, A. Métodos de estudio de la vegetación. Diversidad Biótica II. [En línea]. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. 1997. 28 p. (Recuperado en 10 marzo 2017). Disponible en: <http://www.scielo.org.co/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0366-5232200800020000800020&lng=en&pid=S0366-52322008000200008>

RÜGNITZ, Marcos, CHACÓN, Mario, y PORRO, Roberto. Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales. [En línea]. Lima: ICRAF-IA. 2009. 65 p. (Recuperado en 24 marzo 2017). Disponible en: [http://www.katoombagroup.org/documents/tools/ICRAF\\_GuiaDeterminacionCarbono\\_esp.pdf](http://www.katoombagroup.org/documents/tools/ICRAF_GuiaDeterminacionCarbono_esp.pdf)

SAYRE, R, *et al.* Un enfoque en la naturaleza. Evaluaciones ecológicas rápidas. [En línea]. En: The Nature Conservancy. 2002. vol. 65. no. 2., p 34-56. (Recuperado en 19 marzo 2017). Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000208&pid=S0031-1049201400040000100045&lng=es](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000208&pid=S0031-1049201400040000100045&lng=es)

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ORIENTE. *Quercus humboldtii* Bonpl., [En línea]. Rionegro: UCO. 2008. 25 p. (Recuperado en 13 marzo 2017). Disponible en: <http://www.uco.edu.co/floraorienteanioquia/fagaceae/Quercus-humboldtii-Bonpl/Paginas/default.aspx>

VILLARREAL, *et al.* Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. [En línea]. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2006. 41 p. (Recuperado en 13 marzo 2017). Disponible en: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/humboldtanalisisdatos.pdf>

YEPES, Adriana, *et al.* Biomasa y carbono total almacenado en robledales del sur de los Andes Colombianos: aportes para el enfoque REDD+ a escala de proyectos. [En línea]. En: Revista de Biología Tropical. Marzo, 2016. vol. 64. no. 1., p 399-412.

(Recuperado en 30 marzo 2017). Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v64n1/0034-7744-rbt-64-01-00399.pdf>

YEPES, Adriana, *et al.* Contribución de los bosques tropicales de montaña en el almacenamiento de carbono en Colombia. [En línea]. En: Revista de Biología Tropical. Marzo, 2015. vol. 63. no. 1., p 69-82. (Recuperado en 28 marzo 2017). Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/449/44933764007.pdf>

## ANEXOS.

Anexo A. Listado de individuos encontrados en el muestreo del bosque de roble.

| <b>ID</b> | <b>Nombre común</b> | <b>Nombre científico</b>    | <b>Familia</b> | <b>DAP</b> | <b>Altura Total</b> |
|-----------|---------------------|-----------------------------|----------------|------------|---------------------|
| 1         | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 21.96      | 16.8                |
| 2         | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 20.05      | 11.13               |
| 3         | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 54.11      | 18.6                |
| 4         | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 19.1       | 13.11               |
| 5         | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 25.15      | 11.05               |
| 6         | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 13.05      | 10.31               |
| 7         | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 2.86       | 3                   |
| 8         | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 3.02       | 3.5                 |
| 9         | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 2.86       | 4                   |
| 10        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 3.12       | 3                   |
| 11        | Chilca              | <i>Baccharis trinervis</i>  | Asteraceae     | 2.55       | 3                   |
| 12        | Encenillo           | <i>Weinmannia pubescens</i> | Cunnoniaceae   | 3.82       | 6                   |
| 13        | Chilca              | <i>Baccharis trinervis</i>  | Asteraceae     | 2.71       | 5                   |
| 14        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 2.86       | 4.5                 |
| 15        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 2.71       | 6                   |
| 16        | Gaque               | <i>Clusia sp</i>            | Clusiaceae     | 2.55       | 2                   |
| 17        | Aliso               | <i>Alnus acuminata</i>      | Betulaceae     | 8.91       | 6                   |
| 18        | Chilca              | <i>Baccharis trinervis</i>  | Asteraceae     | 2.86       | 2                   |
| 19        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 2.71       | 4                   |
| 20        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 2.55       | 3                   |
| 21        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 15.28      | 8.41                |
| 22        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 59.52      | 17.67               |
| 23        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 47.75      | 17.56               |
| 24        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 56.98      | 18.04               |
| 25        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 70.35      | 15.41               |
| 26        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 14.32      | 9.78                |
| 27        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 11.46      | 9.66                |
| 28        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 22.28      | 10.41               |
| 29        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae       | 26.74      | 11.25               |

Anexo A. Continuación.

|    |       |                           |                 |       |       |
|----|-------|---------------------------|-----------------|-------|-------|
| 30 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 13.69 | 7.6   |
| 31 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 34.38 | 17.45 |
| 32 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 11.14 | 6.87  |
| 33 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 25.78 | 16.21 |
| 34 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 24.51 | 8.19  |
| 35 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 15.28 | 7.31  |
| 36 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 36.92 | 16.09 |
| 37 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 68.44 | 17.64 |
| 38 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 39.15 | 13.35 |
| 39 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 45.84 | 17.73 |
| 40 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 38.83 | 11.95 |
| 41 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 24.19 | 8.81  |
| 42 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 12.41 | 7.32  |
| 43 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 27.06 | 9.26  |
| 44 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 91.35 | 17.61 |
| 45 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 21.01 | 12.45 |
| 46 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 16.87 | 13.29 |
| 47 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 18.14 | 11.49 |
| 48 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 12.73 | 8.45  |
| 49 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 19.42 | 9.6   |
| 50 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 25.46 | 10.66 |
| 51 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 19.74 | 11.48 |
| 52 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 44.88 | 15.6  |
| 53 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 10.19 | 9.12  |
| 54 | Gaque | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae      | 23.55 | 10.36 |
| 55 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 20.37 | 11.17 |
| 56 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 14.64 | 7.69  |
| 57 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 14.64 | 8.63  |
| 58 | Gaque | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae      | 15.28 | 5.32  |
| 59 | Gaque | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae      | 14.96 | 10.49 |
| 60 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 48.38 | 15.68 |
| 61 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 11.14 | 8.96  |

Anexo A. Continuación.

|    |       |                           |                 |       |       |
|----|-------|---------------------------|-----------------|-------|-------|
| 62 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 12.73 | 7.51  |
| 63 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 10.5  | 6.13  |
| 64 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 23.24 | 9.22  |
| 65 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 17.51 | 11.33 |
| 66 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 11.14 | 12.67 |
| 67 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 10.19 | 11.96 |
| 68 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 12.73 | 13.15 |
| 69 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 11.78 | 14.62 |
| 70 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 10.5  | 10.92 |
| 71 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 25.46 | 15.33 |
| 72 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 12.41 | 9.59  |
| 73 | Gaque | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae      | 18.46 | 10.09 |
| 74 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 16.55 | 12.47 |
| 75 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 20.05 | 9.62  |
| 76 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 13.69 | 9.86  |
| 77 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 11.46 | 12.46 |
| 78 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 58.25 | 15.76 |
| 79 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 10.19 | 8.59  |
| 80 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 59.84 | 16.15 |
| 81 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 18.46 | 9.8   |
| 82 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 31.83 | 14.06 |
| 83 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 21.96 | 14.57 |
| 84 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 16.23 | 10.69 |
| 85 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 2.55  | 3     |
| 86 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 2.86  | 2     |
| 87 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 3.02  | 2.5   |
| 88 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 8.28  | 12    |
| 89 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 3.5   | 6     |
| 90 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 2.55  | 3     |
| 91 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 7.64  | 10    |
| 92 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 9.23  | 11    |
| 93 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 4.46  | 6     |

Anexo A. Continuación.

|     |                 |                              |                 |       |       |
|-----|-----------------|------------------------------|-----------------|-------|-------|
| 94  | Tuno            | <i>Miconia sp</i>            | Melastomataceae | 3.18  | 2     |
| 95  | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 2.86  | 3     |
| 96  | Gaque           | <i>Clusia sp</i>             | Clusiaceae      | 28.65 | 11.71 |
| 97  | Gaque           | <i>Clusia sp</i>             | Clusiaceae      | 11.78 | 12.61 |
| 98  | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 28.97 | 13.27 |
| 99  | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 18.78 | 8.9   |
| 100 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 10.19 | 7.64  |
| 101 | Trompeto        | <i>Bocconia frutecens</i>    | Papavaraceae    | 10.5  | 7.57  |
| 102 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 20.37 | 10.46 |
| 103 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 20.05 | 13.24 |
| 104 | Encenillo       | <i>Weinmannia pubescens</i>  | Cunnoniaceae    | 2.55  | 3     |
| 105 | Hojarasco       | <i>Ocotea sp</i>             | Lauraceae       | 5.09  | 4     |
| 106 | Hojarasco       | <i>Ocotea sp</i>             | Lauraceae       | 7.32  | 6     |
| 107 | Jazmin          | <i>Pittosporum undulatum</i> | Pittosporaceae  | 2.86  | 3.5   |
| 108 | Mortiño         | <i>Miconia theaesans</i>     | Melastomataceae | 10.19 | 8.9   |
| 109 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 14.64 | 16.05 |
| 110 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 25.15 | 16.73 |
| 111 | Gaque           | <i>Clusia sp</i>             | Clusiaceae      | 79.58 | 17.37 |
| 112 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 23.87 | 16.13 |
| 113 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 36.61 | 15.35 |
| 114 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 14.96 | 16.7  |
| 115 | Laurel          | <i>Myrica pubescas</i>       | Myricaceae      | 15.92 | 15.24 |
| 116 | Helecho Gigante | <i>Cyathea arbórea</i>       | Cyatheaceae     | 27.06 | 3.53  |
| 117 | Helecho Gigante | <i>Cyathea arbórea</i>       | Cyatheaceae     | 19.1  | 3.51  |
| 118 | Trompeto        | <i>Bocconia frutecens</i>    | Papavaraceae    | 11.78 | 12.67 |
| 119 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 12.41 | 10.3  |
| 120 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 26.74 | 15.62 |
| 121 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 19.42 | 11.53 |
| 122 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 16.23 | 11.99 |
| 123 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 14.64 | 13.58 |
| 124 | Encenillo       | <i>Weinmannia pubescens</i>  | Cunnoniaceae    | 13.37 | 11.48 |

Anexo A. Continuación.

|     |                 |                             |                 |       |       |
|-----|-----------------|-----------------------------|-----------------|-------|-------|
| 125 | Hojarasco       | <i>Ocotea sp</i>            | Lauraceae       | 10.5  | 11.27 |
| 126 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 35.33 | 15.41 |
| 127 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 13.37 | 10.28 |
| 128 | Laurel          | <i>Myrica pubescas</i>      | Myricaceae      | 15.28 | 14.91 |
| 129 | Hojarasco       | <i>Ocotea sp</i>            | Lauraceae       | 10.82 | 5.84  |
| 130 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 42.97 | 16.69 |
| 131 | Laurel          | <i>Myrica pubescas</i>      | Myricaceae      | 11.78 | 11.08 |
| 132 | Laurel          | <i>Myrica pubescas</i>      | Myricaceae      | 12.41 | 11.9  |
| 133 | Gaque           | <i>Clusia sp</i>            | Clusiaceae      | 14.01 | 13.17 |
| 134 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 39.47 | 16.29 |
| 135 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 33.1  | 13.69 |
| 136 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 70.66 | 17.56 |
| 137 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 23.55 | 9.56  |
| 138 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 15.28 | 15.58 |
| 139 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 10.19 | 11.95 |
| 140 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 14.32 | 13.72 |
| 141 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 12.41 | 11.08 |
| 142 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 18.46 | 13.27 |
| 143 | Encenillo       | <i>Weinmannia pubescens</i> | Cunnoniaceae    | 35.97 | 7.57  |
| 144 | Encenillo       | <i>Weinmannia pubescens</i> | Cunnoniaceae    | 14.01 | 12.08 |
| 145 | Helecho Gigante | <i>Cyathea arbórea</i>      | Cyatheaceae     | 13.37 | 3.29  |
| 146 | Encenillo       | <i>Weinmannia pubescens</i> | Cunnoniaceae    | 15.92 | 8.23  |
| 147 | Trompeto        | <i>Bocconia frutecens</i>   | Papavaraceae    | 12.1  | 10.86 |
| 148 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 48.7  | 17.27 |
| 149 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 33.74 | 16.61 |
| 150 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 22.92 | 12.45 |
| 151 | Hojarasco       | <i>Ocotea sp</i>            | Lauraceae       | 13.37 | 14.72 |
| 152 | Mortiño         | <i>Miconia theaesans</i>    | Melastomataceae | 12.1  | 11.19 |
| 153 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 14.96 | 11.37 |
| 154 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 17.19 | 15.75 |
| 155 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 21.96 | 15.68 |
| 156 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 68.44 | 18.43 |

Anexo A. Continuación.

|     |           |                              |                |       |       |
|-----|-----------|------------------------------|----------------|-------|-------|
| 157 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 28.65 | 16.95 |
| 158 | Encenillo | <i>Weinmannia pubescens</i>  | Cunnoniaceae   | 13.37 | 10.71 |
| 159 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 24.83 | 14.31 |
| 160 | Jazmin    | <i>Pittosporum undulatum</i> | Pittosporaceae | 11.78 | 10.5  |
| 161 | Trompeto  | <i>Bocconia frutecens</i>    | Papavaraceae   | 10.19 | 10.21 |
| 162 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 32.47 | 11.75 |
| 163 | Encenillo | <i>Weinmannia pubescens</i>  | Cunnoniaceae   | 33.42 | 16.1  |
| 164 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 21.96 | 15.94 |
| 165 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 35.01 | 15.04 |
| 166 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 36.92 | 17.28 |
| 167 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 29.28 | 13.41 |
| 168 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 29.92 | 13.56 |
| 169 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 34.38 | 13.14 |
| 170 | Hojarasco | <i>Ocotea sp</i>             | Lauraceae      | 11.78 | 12.41 |
| 171 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 4.77  | 4     |
| 172 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 2.55  | 3     |
| 173 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 3.82  | 3.5   |
| 174 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 4.77  | 5     |
| 175 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 8.91  | 7     |
| 176 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 15.6  | 6.33  |
| 177 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 38.2  | 15.83 |
| 178 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 12.41 | 7.63  |
| 179 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 5.41  | 5     |
| 180 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 3.82  | 4     |
| 181 | Chilca    | <i>Baccharis trinervis</i>   | Asteraceae     | 2.55  | 3     |
| 182 | Cletra    | <i>Clethra sp</i>            | Clethraceae    | 3.18  | 3.5   |
| 183 | Cletra    | <i>Clethra sp</i>            | Clethraceae    | 2.86  | 6     |
| 184 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 3.82  | 5.5   |
| 185 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 4.46  | 6     |
| 186 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 61.12 | 16.28 |
| 187 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 15.28 | 9.59  |
| 188 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae       | 13.37 | 9.92  |

Anexo A. Continuación.

|     |                 |                           |             |       |       |
|-----|-----------------|---------------------------|-------------|-------|-------|
| 189 | Helecho Gigante | <i>Cyathea arbórea</i>    | Cyatheaceae | 36.61 | 4.04  |
| 190 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 47.43 | 16.48 |
| 191 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 18.3  | 14.34 |
| 192 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 10.5  | 9.41  |
| 193 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 10.82 | 8.55  |
| 194 | Cedrillo        | <i>Guarea sp</i>          | Meliaceae   | 11.46 | 8.77  |
| 195 | Helecho Gigante | <i>Cyathea arbórea</i>    | Cyatheaceae | 9.87  | 2.77  |
| 196 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 55.39 | 17.06 |
| 197 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 21.96 | 10.55 |
| 198 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 30.24 | 10.6  |
| 199 | Helecho Gigante | <i>Cyathea arbórea</i>    | Cyatheaceae | 14.96 | 2.65  |
| 200 | Tinto           | <i>Cestrum ochraceum</i>  | Solanaceae  | 11.14 | 9.16  |
| 201 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 27.06 | 10.44 |
| 202 | Helecho Gigante | <i>Cyathea arbórea</i>    | Cyatheaceae | 11.78 | 3.56  |
| 203 | Helecho Gigante | <i>Cyathea arbórea</i>    | Cyatheaceae | 11.46 | 3.48  |
| 204 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 15.28 | 8.8   |
| 205 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 26.74 | 9.21  |
| 206 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 30.24 | 10.61 |
| 207 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 14.96 | 7.66  |
| 208 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 12.41 | 6.61  |
| 209 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 15.92 | 12.53 |
| 210 | Tinto           | <i>Cestrum ochraceum</i>  | Solanaceae  | 10.5  | 8.3   |
| 211 | Helecho Gigante | <i>Cyathea arbórea</i>    | Cyatheaceae | 14.32 | 2.61  |
| 212 | Helecho Gigante | <i>Cyathea arbórea</i>    | Cyatheaceae | 14.32 | 3.09  |
| 213 | Tinto           | <i>Cestrum ochraceum</i>  | Solanaceae  | 10.5  | 6.45  |
| 214 | Tinto           | <i>Cestrum ochraceum</i>  | Solanaceae  | 10.82 | 7.89  |
| 215 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 53.16 | 16.54 |
| 216 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae    | 30.24 | 8.09  |

Anexo A. Continuación.

|     |                 |                              |                 |       |       |
|-----|-----------------|------------------------------|-----------------|-------|-------|
| 217 | Helecho Gigante | <i>Cyathea arbórea</i>       | Cyatheaceae     | 15.28 | 3.53  |
| 218 | Helecho Gigante | <i>Cyathea arbórea</i>       | Cyatheaceae     | 10.19 | 2.5   |
| 219 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 18.46 | 7.61  |
| 220 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 31.83 | 11.54 |
| 221 | Colorado        | <i>Escallonia paniculata</i> | Escalloniaceae  | 10.5  | 6.75  |
| 222 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 24.51 | 8.35  |
| 223 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 21.01 | 7.45  |
| 224 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 37.56 | 12.21 |
| 225 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 39.15 | 13.01 |
| 226 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 32.79 | 10.74 |
| 227 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 39.79 | 13.6  |
| 228 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 12.73 | 8.67  |
| 229 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 59.21 | 16.58 |
| 230 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>            | Melastomataceae | 4.14  | 7     |
| 231 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>            | Melastomataceae | 3.5   | 5     |
| 232 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>            | Melastomataceae | 2.55  | 3.5   |
| 233 | Hojarasco       | <i>Ocotea sp</i>             | Lauraceae       | 2.86  | 2.5   |
| 234 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>            | Melastomataceae | 6.05  | 5.5   |
| 235 | Arrayan         | <i>Myrcia sp</i>             | Myrtaceae       | 2.86  | 2.5   |
| 236 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 25.15 | 15.56 |
| 237 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 45.2  | 14.26 |
| 238 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 25.15 | 15.55 |
| 239 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 29.28 | 14.34 |
| 240 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 36.61 | 15.11 |
| 241 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 8.59  | 6     |
| 242 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>            | Melastomataceae | 7.64  | 5.5   |
| 243 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>            | Melastomataceae | 6.05  | 4.5   |
| 244 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>            | Melastomataceae | 5.09  | 4     |
| 245 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>            | Melastomataceae | 6.37  | 5     |
| 246 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>            | Melastomataceae | 7     | 5     |
| 247 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>    | Fagaceae        | 33.42 | 14.63 |

Anexo A. Continuación.

|     |         |                           |            |       |       |
|-----|---------|---------------------------|------------|-------|-------|
| 248 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 32.79 | 15.54 |
| 249 | Gaque   | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae | 11.14 | 10.32 |
| 250 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 30.56 | 14.65 |
| 251 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 29.6  | 16.24 |
| 252 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 20.05 | 10.79 |
| 253 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 37.24 | 16.06 |
| 254 | Arrayan | <i>Myrcia sp</i>          | Myrtaceae  | 12.73 | 11.45 |
| 255 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 24.83 | 14.65 |
| 256 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 17.19 | 15.94 |
| 257 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 22.6  | 13.22 |
| 258 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 13.69 | 11.69 |
| 259 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 21.33 | 15.59 |
| 260 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 20.05 | 15.32 |
| 261 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 27.69 | 16.57 |
| 262 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 26.1  | 15.73 |
| 263 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 10.82 | 7.78  |
| 264 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 33.42 | 14.44 |
| 265 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 13.05 | 5.42  |
| 266 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 29.28 | 14.62 |
| 267 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 23.24 | 14.34 |
| 268 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 27.06 | 13.33 |
| 269 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 11.14 | 6.46  |
| 270 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 16.87 | 13.75 |
| 271 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 20.05 | 14.36 |
| 272 | Gaque   | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae | 12.1  | 7.46  |
| 273 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 27.06 | 14.38 |
| 274 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 15.28 | 12.12 |
| 275 | Gaque   | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae | 10.82 | 6.34  |
| 276 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 11.46 | 13.46 |
| 277 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 28.33 | 10.29 |
| 278 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 15.6  | 12.74 |
| 279 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 60.16 | 17.88 |

Anexo A. Continuación.

|     |         |                           |           |       |       |
|-----|---------|---------------------------|-----------|-------|-------|
| 280 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 21.96 | 16.36 |
| 281 | Arrayan | <i>Myrcia sp</i>          | Myrtaceae | 12.41 | 12.57 |
| 282 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 45.52 | 18.37 |
| 283 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 11.46 | 9.74  |
| 284 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 14.64 | 9.77  |
| 285 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 12.1  | 7.7   |
| 286 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 21.33 | 13.83 |
| 287 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 21.96 | 10.67 |
| 288 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 14.32 | 12.18 |
| 289 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 30.56 | 13.61 |
| 290 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 66.85 | 17.54 |
| 291 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 14.32 | 9.75  |
| 292 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 20.05 | 15.53 |
| 293 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 23.55 | 17.79 |
| 294 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 13.69 | 11.53 |
| 295 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 23.24 | 14.41 |
| 296 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 11.46 | 6.52  |
| 297 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 25.46 | 13.87 |
| 298 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 26.1  | 12.88 |
| 299 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 17.19 | 10.7  |
| 300 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 21.33 | 9.77  |
| 301 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 24.51 | 12.01 |
| 302 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 20.69 | 12.45 |
| 303 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 25.78 | 15.56 |
| 304 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 18.46 | 9.8   |
| 305 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 51.25 | 17.46 |
| 306 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 46.79 | 14.01 |
| 307 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 20.69 | 16.57 |
| 308 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 13.69 | 11.75 |
| 309 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 12.41 | 11.86 |
| 310 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 16.23 | 11.48 |
| 311 | Roble   | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae  | 20.69 | 14.18 |

Anexo A. Continuación.

|     |              |                            |                 |        |       |
|-----|--------------|----------------------------|-----------------|--------|-------|
| 312 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 20.05  | 15.31 |
| 313 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 14.96  | 10.59 |
| 314 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 16.55  | 13.63 |
| 315 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 24.19  | 14.43 |
| 316 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 24.51  | 12.5  |
| 317 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 98.99  | 18.66 |
| 318 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 17.51  | 12.57 |
| 319 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 14.32  | 9.46  |
| 320 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 14.32  | 12.55 |
| 321 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 21.01  | 13.39 |
| 322 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 49.02  | 16.7  |
| 323 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 16.87  | 9.07  |
| 324 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 16.23  | 12.57 |
| 325 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 109.82 | 19.19 |
| 326 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 6.68   | 6     |
| 327 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 8.91   | 6.5   |
| 328 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 6.37   | 6.3   |
| 329 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 4.46   | 4     |
| 330 | Arrayan      | <i>Myrcia sp</i>           | Myrtaceae       | 1.91   | 5     |
| 331 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 112.68 | 16.76 |
| 332 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 42.97  | 14.28 |
| 333 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 38.83  | 14.97 |
| 334 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 19.74  | 12.61 |
| 335 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 3.82   | 9     |
| 336 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 3.18   | 8     |
| 337 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 5.09   | 9     |
| 338 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 6.05   | 11    |
| 339 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 2.55   | 7     |
| 340 | Siete Cueros | <i>Tibouchina lepidota</i> | Melastomataceae | 4.77   | 10    |
| 341 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 49.66  | 15.01 |
| 342 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 14.64  | 12.44 |
| 343 | Roble        | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 35.01  | 16.16 |

Anexo A. Continuación.

|     |       |                           |            |        |       |
|-----|-------|---------------------------|------------|--------|-------|
| 344 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 26.74  | 15.04 |
| 345 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 15.92  | 12.53 |
| 346 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 41.06  | 14.59 |
| 347 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 24.51  | 13.21 |
| 348 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 117.77 | 18.37 |
| 349 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 24.83  | 14.38 |
| 350 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 24.19  | 13.36 |
| 351 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 39.79  | 16.2  |
| 352 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 30.24  | 16.39 |
| 353 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 51.88  | 15.47 |
| 354 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 19.1   | 14.08 |
| 355 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 24.83  | 12.53 |
| 356 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 14.64  | 10.58 |
| 357 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 51.57  | 15.4  |
| 358 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 26.1   | 13.46 |
| 359 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 26.42  | 15.36 |
| 360 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 28.01  | 15.83 |
| 361 | Gaque | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae | 17.83  | 8.06  |
| 362 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 54.11  | 16.24 |
| 363 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 57.3   | 16.3  |
| 364 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 28.33  | 14.6  |
| 365 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 11.14  | 10.55 |
| 366 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 27.06  | 13.1  |
| 367 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 48.38  | 16.72 |
| 368 | Gaque | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae | 12.1   | 7.36  |
| 369 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 57.93  | 16.65 |
| 370 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 20.37  | 13.78 |
| 371 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 24.83  | 14.39 |
| 372 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 14.96  | 12.91 |
| 373 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 21.65  | 12.73 |
| 374 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 20.69  | 12.81 |
| 375 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae   | 32.15  | 14.38 |

Anexo A. Continuación.

|     |       |                           |                 |       |       |
|-----|-------|---------------------------|-----------------|-------|-------|
| 376 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 22.92 | 13.55 |
| 377 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 39.79 | 15.9  |
| 378 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 28.97 | 13.85 |
| 379 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 26.1  | 13.7  |
| 380 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 27.69 | 13.6  |
| 381 | Gaque | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae      | 7.96  | 7     |
| 382 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 3.18  | 4     |
| 383 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 5.41  | 4     |
| 384 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 4.77  | 5     |
| 385 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 2.55  | 3     |
| 386 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 32.47 | 14.37 |
| 387 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 43.61 | 16.42 |
| 388 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 35.65 | 13.73 |
| 389 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 4.46  | 10.58 |
| 390 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 3.5   | 8.21  |
| 391 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 50.29 | 15.8  |
| 392 | Gaque | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae      | 24.51 | 11.09 |
| 393 | Gaque | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae      | 29.6  | 11.59 |
| 394 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 22.92 | 14.21 |
| 395 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 20.69 | 13.23 |
| 396 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 39.79 | 15.5  |
| 397 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 34.06 | 14.39 |
| 398 | Tuno  | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 10.82 | 7.79  |
| 399 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 19.74 | 13.43 |
| 400 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 42.02 | 15.85 |
| 401 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 20.37 | 12.52 |
| 402 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 27.06 | 13.62 |
| 403 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 16.87 | 13.46 |
| 404 | Roble | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 33.74 | 14.61 |
| 405 | Gaque | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae      | 14.01 | 10.39 |
| 406 | Gaque | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae      | 14.01 | 11.84 |
| 407 | Gaque | <i>Clusia sp</i>          | Clusiaceae      | 20.37 | 9.37  |

Anexo A. Continuación.

|     |           |                             |                 |       |       |
|-----|-----------|-----------------------------|-----------------|-------|-------|
| 408 | Gaque     | <i>Clusia sp</i>            | Clusiaceae      | 10.5  | 8.53  |
| 409 | Tuno      | <i>Miconia sp</i>           | Melastomataceae | 12.1  | 7.67  |
| 410 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 34.38 | 14.68 |
| 411 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 28.33 | 14.24 |
| 412 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 32.47 | 14.46 |
| 413 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 27.69 | 13.35 |
| 414 | Tuno      | <i>Miconia sp</i>           | Melastomataceae | 12.73 | 8.06  |
| 415 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 43.93 | 15.48 |
| 416 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 31.19 | 13.52 |
| 417 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 15.92 | 13.9  |
| 418 | Encenillo | <i>Weinmannia pubescens</i> | Cunnoniaceae    | 10.5  | 8.38  |
| 419 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 38.2  | 14.28 |
| 420 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 38.52 | 13.42 |
| 421 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 28.65 | 13.25 |
| 422 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 42.02 | 16.84 |
| 423 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 35.01 | 13.92 |
| 424 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 40.43 | 13.37 |
| 425 | Encenillo | <i>Weinmannia pubescens</i> | Cunnoniaceae    | 15.6  | 9.8   |
| 426 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 25.78 | 12.36 |
| 427 | Tuno      | <i>Miconia sp</i>           | Melastomataceae | 13.37 | 7.97  |
| 428 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 42.02 | 14.65 |
| 429 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 53.16 | 15.33 |
| 430 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 42.02 | 15.71 |
| 431 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 23.87 | 12.15 |
| 432 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 32.47 | 14.22 |
| 433 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 37.56 | 14.37 |
| 434 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 37.56 | 14.44 |
| 435 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 85.94 | 15.99 |
| 436 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 49.02 | 15.94 |
| 437 | Roble     | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 96.13 | 17.59 |
| 438 | Tuno      | <i>Miconia sp</i>           | Melastomataceae | 21.65 | 12.88 |
| 439 | Encenillo | <i>Weinmannia pubescens</i> | Cunnoniaceae    | 23.87 | 10.3  |

Anexo A. Continuación.

|     |                 |                             |                 |       |       |
|-----|-----------------|-----------------------------|-----------------|-------|-------|
| 440 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 20.05 | 12.28 |
| 441 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 47.75 | 16.76 |
| 442 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 25.15 | 13.79 |
| 443 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 35.65 | 14.13 |
| 444 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>           | Melastomataceae | 3.82  | 9     |
| 445 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 3.18  | 7     |
| 446 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 2.55  | 6.5   |
| 447 | Encenillo       | <i>Weinmannia pubescens</i> | Cunnoniaceae    | 4.77  | 11    |
| 448 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 6.05  | 10    |
| 449 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>     | Myrsinaceae     | 10.19 | 7.18  |
| 450 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>     | Myrsinaceae     | 10.19 | 9.46  |
| 451 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 14.96 | 10.95 |
| 452 | Arrayan         | <i>Myrcia sp</i>            | Myrtaceae       | 11.46 | 6.59  |
| 453 | Arrayan         | <i>Myrcia sp</i>            | Myrtaceae       | 15.6  | 10.46 |
| 454 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>           | Melastomataceae | 10.82 | 6.58  |
| 455 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>     | Myrsinaceae     | 7     | 5     |
| 456 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>           | Melastomataceae | 6.37  | 3     |
| 457 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 8.91  | 6     |
| 458 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>     | Myrsinaceae     | 6.05  | 5     |
| 459 | Encenillo       | <i>Weinmannia pubescens</i> | Cunnoniaceae    | 3.18  | 3     |
| 460 | Gaque           | <i>Clusia sp</i>            | Clusiaceae      | 3.18  | 4     |
| 461 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>           | Melastomataceae | 3.02  | 3     |
| 462 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 32.79 | 17.56 |
| 463 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 65.25 | 16.93 |
| 464 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 35.97 | 8.83  |
| 465 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 11.14 | 11.4  |
| 466 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 13.05 | 9.14  |
| 467 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 19.58 | 13.39 |
| 468 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 18.14 | 10.24 |
| 469 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 15.92 | 9.77  |
| 470 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>   | Fagaceae        | 12.1  | 9.42  |
| 471 | Helecho gigante | <i>Cyathea arbórea</i>      | Cyatheaceae     | 18.46 | 4.02  |

Anexo A. Continuación.

|     |                 |                                |                 |       |       |
|-----|-----------------|--------------------------------|-----------------|-------|-------|
| 472 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 12.57 | 7.22  |
| 473 | Palo vela       | <i>Palicourea heterochroma</i> | Rubiaceae       | 15.6  | 11.38 |
| 474 | Palo vela       | <i>Palicourea heterochroma</i> | Rubiaceae       | 12.73 | 9.3   |
| 475 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>              | Melastomataceae | 17.19 | 8.95  |
| 476 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 18.14 | 11.97 |
| 477 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 24.51 | 11.18 |
| 478 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 12.73 | 8.23  |
| 479 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 11.46 | 8.3   |
| 480 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 15.28 | 9.07  |
| 481 | Helecho gigante | <i>Cyathea arbórea</i>         | Cyatheaceae     | 12.73 | 3.52  |
| 482 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 49.66 | 18.18 |
| 483 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 16.23 | 6.33  |
| 484 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>              | Melastomataceae | 11.14 | 7.63  |
| 485 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 15.28 | 11.25 |
| 486 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>              | Melastomataceae | 10.5  | 5.77  |
| 487 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 27.69 | 8.35  |
| 488 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 14.64 | 11.84 |
| 489 | Encenillo       | <i>Weinmannia pubescens</i>    | Cunnoniaceae    | 12.1  | 9.8   |
| 490 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>              | Melastomataceae | 12.73 | 8.06  |
| 491 | Hojarasco       | <i>Ocotea sp</i>               | Lauraceae       | 10.82 | 7.05  |
| 492 | Palo vela       | <i>Palicourea heterochroma</i> | Rubiaceae       | 11.46 | 9.94  |
| 493 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 31.19 | 14.44 |
| 494 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 41.38 | 19.28 |
| 495 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 45.04 | 17.54 |
| 496 | Helecho gigante | <i>Cyathea arbórea</i>         | Cyatheaceae     | 15.92 | 3.98  |
| 497 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 14.96 | 15.33 |
| 498 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 10.19 | 5.71  |
| 499 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 12.41 | 10.62 |
| 500 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 31.83 | 17.92 |
| 501 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>              | Melastomataceae | 10.19 | 7.1   |
| 502 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 61.75 | 18.61 |

Anexo A. Continuación.

|     |                 |                                |                 |       |       |
|-----|-----------------|--------------------------------|-----------------|-------|-------|
| 503 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 10.82 | 8.14  |
| 504 | Palo vela       | <i>Palicourea heterochroma</i> | Rubiaceae       | 14.32 | 9.25  |
| 505 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 13.37 | 6.61  |
| 506 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 12.41 | 7.97  |
| 507 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 10.19 | 5.78  |
| 508 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>              | Melastomataceae | 12.73 | 7.94  |
| 509 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 51.25 | 20.32 |
| 510 | Helecho gigante | <i>Cyathea arbórea</i>         | Cyatheaceae     | 14.32 | 3.59  |
| 511 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 41.38 | 18.95 |
| 512 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 28.65 | 14.63 |
| 513 | Helecho gigante | <i>Cyathea arbórea</i>         | Cyatheaceae     | 10.5  | 3.66  |
| 514 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 11.78 | 11.43 |
| 515 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 10.19 | 10.51 |
| 516 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 16.87 | 6.71  |
| 517 | Helecho gigante | <i>Cyathea arbórea</i>         | Cyatheaceae     | 10.19 | 3.01  |
| 518 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 22.6  | 15.29 |
| 519 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 19.74 | 15.07 |
| 520 | Helecho gigante | <i>Cyathea arbórea</i>         | Cyatheaceae     | 12.41 | 3.49  |
| 521 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 10.19 | 9.27  |
| 522 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 13.37 | 9.4   |
| 523 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 22.6  | 15.26 |
| 524 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 11.14 | 6.07  |
| 525 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 26.42 | 9.44  |
| 526 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 20.05 | 9.83  |
| 527 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 11.46 | 7.38  |
| 528 | Hojarasco       | <i>Ocotea sp</i>               | Lauraceae       | 10.19 | 7.61  |
| 529 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 23.87 | 14.19 |
| 530 | Cedrillo        | <i>Guarea sp</i>               | Meliaceae       | 11.78 | 8.56  |
| 531 | Helecho gigante | <i>Cyathea arbórea</i>         | Cyatheaceae     | 13.69 | 3.25  |
| 532 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 11.14 | 6.8   |

Anexo A. Continuación.

|     |                 |                                |                 |       |       |
|-----|-----------------|--------------------------------|-----------------|-------|-------|
| 533 | Palo vela       | <i>Palicourea heterochroma</i> | Rubiaceae       | 16.55 | 9.74  |
| 534 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>              | Melastomataceae | 15.6  | 9.44  |
| 535 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>              | Melastomataceae | 12.41 | 7.96  |
| 536 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>              | Melastomataceae | 14.01 | 6.56  |
| 537 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>              | Melastomataceae | 14.96 | 6.55  |
| 538 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 35.01 | 15.6  |
| 539 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 12.1  | 13.63 |
| 540 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 48.7  | 17.13 |
| 541 | Helecho gigante | <i>Cyathea arbórea</i>         | Cyatheaceae     | 13.05 | 3.39  |
| 542 | Helecho gigante | <i>Cyathea arbórea</i>         | Cyatheaceae     | 12.1  | 3.5   |
| 543 | Helecho gigante | <i>Cyathea arbórea</i>         | Cyatheaceae     | 11.14 | 2.64  |
| 544 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 17.19 | 13.92 |
| 545 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 23.87 | 15.34 |
| 546 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 21.01 | 10.51 |
| 547 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 12.1  | 10.97 |
| 548 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 16.55 | 13.63 |
| 549 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 10.5  | 9.54  |
| 550 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 10.5  | 9.66  |
| 551 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 55.39 | 17.22 |
| 552 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 14.32 | 7.65  |
| 553 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 10.03 | 7.28  |
| 554 | Palo vela       | <i>Palicourea heterochroma</i> | Rubiaceae       | 11.14 | 9.84  |
| 555 | Garrocho        | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 10.19 | 10.66 |
| 556 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 10.12 | 12    |
| 557 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 17.51 | 11.6  |
| 558 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 13.69 | 6.72  |
| 559 | Tinto           | <i>Cestrum ochraceum</i>       | Solanaceae      | 10.19 | 9.45  |
| 560 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 41.38 | 16.16 |
| 561 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 31.19 | 15.76 |
| 562 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 20.69 | 12.61 |
| 563 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i>      | Fagaceae        | 9.23  | 8     |

Anexo A. Continuación.

|     |           |                                |                 |      |   |
|-----|-----------|--------------------------------|-----------------|------|---|
| 564 | Garrocho  | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 6.68 | 6 |
| 565 | Garrocho  | <i>Myrsine coriácea</i>        | Myrsinaceae     | 8.59 | 7 |
| 566 | Palo vela | <i>Palicourea heterochroma</i> | Rubiaceae       | 5.09 | 4 |
| 567 | Hojarasco | <i>Ocotea sp</i>               | Lauraceae       | 8.91 | 7 |
| 568 | Tuno      | <i>Miconia sp</i>              | Melastomataceae | 7    | 5 |

Anexo B. Listado de individuos muertos en pie encontrados en el muestreo del bosque de roble.

| <b>ID</b> | <b>Nombre común</b> | <b>Nombre científico</b>   | <b>Familia</b>  | <b>DAP</b> | <b>Altura Total</b> |
|-----------|---------------------|----------------------------|-----------------|------------|---------------------|
| 1         | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 28.97      | 5                   |
| 2         | Tuno                | <i>Miconia sp</i>          | Melastomataceae | 11.78      | 6                   |
| 3         | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 17.51      | 5                   |
| 4         | Tuno                | <i>Miconia sp</i>          | Melastomataceae | 11.46      | 10                  |
| 5         | Tuno                | <i>Miconia sp</i>          | Melastomataceae | 11.78      | 9                   |
| 6         | Siete Cueros        | <i>Tibouchina lepidota</i> | Melastomataceae | 10.82      | 9                   |
| 7         | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 10.19      | 6                   |
| 8         | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 12.41      | 5                   |
| 9         | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 18.14      | 13                  |
| 10        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 21.96      | 7                   |
| 11        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 10.82      | 4                   |
| 12        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 11.46      | 5                   |
| 13        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 12.73      | 5                   |
| 14        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 10.19      | 6                   |
| 15        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 31.83      | 13                  |
| 16        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 20.05      | 11                  |
| 17        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 23.24      | 9                   |
| 18        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 13.05      | 12                  |
| 19        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 12.1       | 7                   |
| 20        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 11.14      | 7                   |
| 21        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 89.45      | 15                  |
| 22        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 12.41      | 9                   |
| 23        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 19.74      | 11                  |
| 24        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 11.14      | 5                   |
| 25        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 10.5       | 6                   |
| 26        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 14.96      | 7                   |
| 27        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 14.32      | 6                   |
| 28        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 14.96      | 9                   |
| 29        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 14.01      | 10                  |
| 30        | Roble               | <i>Quercus humboldtii</i>  | Fagaceae        | 13.05      | 5                   |

Anexo B. Continuación.

|    |                 |                           |                 |       |    |
|----|-----------------|---------------------------|-----------------|-------|----|
| 31 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 20.37 | 12 |
| 32 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 22.6  | 13 |
| 33 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 28.65 | 8  |
| 34 | Tuno            | <i>Miconia sp</i>         | Melastomataceae | 10.19 | 6  |
| 35 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 19.1  | 8  |
| 36 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 13.05 | 5  |
| 37 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 17.19 | 9  |
| 38 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 10.19 | 6  |
| 39 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 16.55 | 9  |
| 40 | Helecho gigante | <i>Cyathea arborea</i>    | Cyatheaceae     | 14.64 | 5  |
| 41 | Helecho gigante | <i>Cyathea arborea</i>    | Cyatheaceae     | 15.92 | 6  |
| 42 | Roble           | <i>Quercus humboldtii</i> | Fagaceae        | 14.32 | 4  |

Anexo C. Índice de valor de importancia de fustales del bosque de roble.

| <b>Especies</b>                | <b>Abundancia<br/>relativa</b> | <b>Frecuenci<br/>a relativa</b> | <b>Dominancia<br/>relativa</b> | <b>IVI</b> |
|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------|
| <i>Quercus humboldtii</i>      | 70.08                          | 42.94                           | 90.9                           | 203.93     |
| <i>Miconia sp</i>              | 7.53                           | 11.04                           | 1.9                            | 20.47      |
| <i>Clusia sp</i>               | 3.97                           | 7.98                            | 2.85                           | 14.8       |
| <i>Cyathea arborea</i>         | 4.6                            | 8.59                            | 1.37                           | 14.56      |
| <i>Myrsine coriacea</i>        | 4.39                           | 5.52                            | 0.74                           | 10.66      |
| <i>Weinmannia pubescens</i>    | 2.09                           | 5.52                            | 1.01                           | 8.62       |
| <i>Ocotea sp</i>               | 1.26                           | 3.68                            | 0.18                           | 5.12       |
| <i>Palicourea heterochroma</i> | 1.26                           | 3.07                            | 0.27                           | 4.59       |
| <i>Cestrum ochraceum</i>       | 1.05                           | 2.45                            | 0.13                           | 3.63       |
| <i>Bocconia frutecens</i>      | 0.84                           | 2.45                            | 0.12                           | 3.41       |
| <i>Myrcia sp</i>               | 0.84                           | 1.84                            | 0.16                           | 2.84       |
| <i>Myrica pubescas</i>         | 0.84                           | 1.23                            | 0.18                           | 2.25       |
| <i>Guarea sp</i>               | 0.42                           | 1.23                            | 0.06                           | 1.71       |
| <i>Miconia theaesans</i>       | 0.42                           | 1.23                            | 0.06                           | 1.7        |
| <i>Pittosporum undulatum</i>   | 0.21                           | 0.61                            | 0.03                           | 0.86       |
| <i>Escallonia paniculata</i>   | 0.21                           | 0.61                            | 0.03                           | 0.85       |
| Total, general                 | 100                            | 100                             | 100                            | 300        |

Anexo D. Índice de valor de importancia de latizales del bosque de roble.

| <b>Especies</b>                | <b>Abundancia<br/>relativa</b> | <b>Frecuencia<br/>relativa</b> | <b>Dominancia<br/>relativa</b> | <b>IVI</b> |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|
| <i>Quercus humboldtii</i>      | 45.56                          | 27.5                           | 42.63                          | 115.69     |
| <i>Miconia sp</i>              | 23.33                          | 17.5                           | 24.76                          | 65.6       |
| <i>Ocotea sp</i>               | 4.44                           | 7.5                            | 6.83                           | 18.78      |
| <i>Myrsine coriacea</i>        | 4.44                           | 5                              | 8.34                           | 17.79      |
| <i>Weinmannia pubescens</i>    | 4.44                           | 10                             | 2.21                           | 16.65      |
| <i>Clusia sp</i>               | 3.33                           | 7.5                            | 3.27                           | 14.1       |
| <i>Baccharis trinervis</i>     | 4.44                           | 5                              | 1.16                           | 10.61      |
| <i>Myrcia sp</i>               | 2.22                           | 5                              | 0.48                           | 7.71       |
| <i>Cyathea arborea</i>         | 1.11                           | 2.5                            | 3.98                           | 7.59       |
| <i>Alnus acuminata</i>         | 1.11                           | 2.5                            | 3.25                           | 6.86       |
| <i>Clethra sp</i>              | 2.22                           | 2.5                            | 0.75                           | 5.47       |
| <i>Palicourea heterochroma</i> | 1.11                           | 2.5                            | 1.06                           | 4.67       |
| <i>Tibouchina lepidota</i>     | 1.11                           | 2.5                            | 0.93                           | 4.54       |
| <i>Pittosporum undulatum</i>   | 1.11                           | 2.5                            | 0.34                           | 3.95       |
| Total, general                 | 100                            | 100                            | 100                            | 300        |

Anexo E. Abundancia y frecuencia de la regeneración natural del bosque de roble

| <b>Nombre científico</b>    | <b>Abundancia relativa</b> | <b>Frecuencia relativa</b> |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <i>Anthurium sp</i>         | 39.88                      | 18.03                      |
| <i>Quercus humboldtii</i>   | 21.47                      | 19.67                      |
| <i>Miconia sp</i>           | 14.42                      | 21.31                      |
| <i>Clusia sp</i>            | 5.83                       | 8.2                        |
| <i>Pteridium aquilinum</i>  | 3.99                       | 4.92                       |
| <i>Baccharis trinervis</i>  | 3.37                       | 9.84                       |
| <i>Diplostegium sp</i>      | 3.37                       | 1.64                       |
| <i>Piper sp</i>             | 2.15                       | 3.28                       |
| <i>Tibouchina lepidota</i>  | 1.84                       | 1.64                       |
| <i>Ocotea sp</i>            | 1.53                       | 3.28                       |
| <i>Myrsine coriacea</i>     | 1.23                       | 3.28                       |
| <i>Clethra sp</i>           | 0.31                       | 1.64                       |
| <i>Cyathea arborea</i>      | 0.31                       | 1.64                       |
| <i>Weinmannia pubescens</i> | 0.31                       | 1.64                       |
| Total, general              | 100                        | 100                        |

Anexo F. Índice de Predominio Fisionómico del bosque de roble.

| <b>Especies</b>                | <b>ABi<br/>relativa</b> | <b>Frecuencia<br/>relativa</b> | <b>Cobertura<br/>relativa</b> | <b>IPF</b> |
|--------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------|
| <i>Quercus humboldtii</i>      | 90.9                    | 70.08                          | 88.73                         | 249.72     |
| <i>Miconia sp</i>              | 1.9                     | 7.53                           | 3.41                          | 12.84      |
| <i>Clusia sp</i>               | 2.85                    | 3.97                           | 2.82                          | 9.64       |
| <i>Cyathea arborea</i>         | 1.37                    | 4.6                            | 0.77                          | 6.74       |
| <i>Myrsine coriacea</i>        | 0.74                    | 4.39                           | 1.14                          | 6.27       |
| <i>Weinmannia pubescens</i>    | 1.01                    | 2.09                           | 0.99                          | 4.09       |
| <i>Palicourea heterochroma</i> | 0.27                    | 1.26                           | 0.42                          | 1.95       |
| <i>Ocotea sp</i>               | 0.18                    | 1.26                           | 0.41                          | 1.84       |
| <i>Cestrum ochraceum</i>       | 0.13                    | 1.05                           | 0.23                          | 1.41       |
| <i>Myrica pubescas</i>         | 0.18                    | 0.84                           | 0.24                          | 1.26       |
| <i>Bocconia frutescens</i>     | 0.12                    | 0.84                           | 0.28                          | 1.23       |
| <i>Myrcia sp</i>               | 0.16                    | 0.84                           | 0.14                          | 1.14       |
| <i>Guarea sp</i>               | 0.06                    | 0.42                           | 0.25                          | 0.73       |
| <i>Miconia theaesans</i>       | 0.06                    | 0.42                           | 0.14                          | 0.61       |
| <i>Pittosporum undulatum</i>   | 0.03                    | 0.21                           | 0.04                          | 0.28       |
| <i>Escallonia paniculata</i>   | 0.03                    | 0.21                           | 0                             | 0.24       |
| <b>Total, general</b>          | <b>100</b>              | <b>100</b>                     | <b>100</b>                    | <b>300</b> |

Anexo G. Índice de posición sociológica del bosque de roble.

| <b>Especies</b>                | <b>Codominante %</b> | <b>Dominante %</b> | <b>Suprimido %</b> | <b>PS</b>  |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|------------|
| <i>Quercus humboldtii</i>      | 70.57                | 95.73              | 36                 | 202.3      |
| <i>Miconia sp</i>              | 8.36                 | 1.71               | 21                 | 31.07      |
| <i>Myrsine coriacea</i>        | 3.01                 | 0                  | 16                 | 19.01      |
| <i>Clusia sp</i>               | 4.68                 | 0.85               | 5                  | 10.54      |
| <i>Cyathea arborea</i>         | 1.34                 | 0                  | 6                  | 7.34       |
| <i>Ocotea sp</i>               | 1                    | 0                  | 5                  | 6          |
| <i>Weinmannia pubescens</i>    | 3.01                 | 0.85               | 2                  | 5.86       |
| <i>Cestrum ochraceum</i>       | 1                    | 0                  | 2                  | 3          |
| <i>Myrcia sp</i>               | 1                    | 0                  | 2                  | 3          |
| <i>Palicourea heterochroma</i> | 2.01                 | 0                  | 0                  | 2.01       |
| <i>Bocconia frutescens</i>     | 1                    | 0                  | 1                  | 2          |
| <i>Myrica pubescas</i>         | 1                    | 0.85               | 0                  | 1.86       |
| <i>Alnus acuminata</i>         | 0                    | 0                  | 1                  | 1          |
| <i>Baccharis trinervis</i>     | 0                    | 0                  | 1                  | 1          |
| <i>Clethra sp</i>              | 0                    | 0                  | 1                  | 1          |
| <i>Escallonia paniculata</i>   | 0                    | 0                  | 1                  | 1          |
| <i>Guarea sp</i>               | 0.67                 | 0                  | 0                  | 0.67       |
| <i>Miconia theaesans</i>       | 0.67                 | 0                  | 0                  | 0.67       |
| <i>Pittosporum undulatum</i>   | 0.33                 | 0                  | 0                  | 0.33       |
| <i>Tibouchina lepidota</i>     | 0.33                 | 0                  | 0                  | 0.33       |
| <b>Total, general</b>          | <b>100</b>           | <b>100</b>         | <b>100</b>         | <b>300</b> |

Anexo H. Índice de importancia ampliado del bosque de roble.

| <b>Nombre científico</b>       | <b>Af</b>  | <b>Ff</b>  | <b>Df</b>  | <b>Ar</b>  | <b>Fr</b>  | <b>I.I.A.</b> |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|
| <i>Quercus humboldtii</i>      | 70.08      | 42.94      | 90.9       | 21.47      | 19.67      | 245.08        |
| <i>Anthurium sp</i>            | 0          | 0          | 0          | 39.88      | 18.03      | 57.91         |
| <i>Miconia sp</i>              | 7.53       | 11.04      | 1.9        | 14.42      | 21.31      | 56.2          |
| <i>Clusia sp</i>               | 3.97       | 7.98       | 2.85       | 5.83       | 8.2        | 28.82         |
| <i>Cyathea arborea</i>         | 4.6        | 8.59       | 1.37       | 0.31       | 1.64       | 16.51         |
| <i>Myrsine coriacea</i>        | 4.39       | 5.52       | 0.74       | 1.23       | 3.28       | 15.16         |
| <i>Baccharis trinervis</i>     | 0          | 0          | 0          | 3.37       | 9.84       | 13.21         |
| <i>Weinmannia pubescens</i>    | 2.09       | 5.52       | 1.01       | 0.31       | 1.64       | 10.57         |
| <i>Pteridium aquilinum</i>     | 0          | 0          | 0          | 3.99       | 4.92       | 8.91          |
| <i>Piper sp</i>                | 0          | 0          | 0          | 2.15       | 3.28       | 5.43          |
| <i>Ocotea sp</i>               | 1.26       | 3.68       | 0.18       | 0          | 0          | 5.12          |
| <i>Diplostephium sp</i>        | 0          | 0          | 0          | 3.37       | 1.64       | 5.01          |
| <i>Ocotea sp</i>               | 0          | 0          | 0          | 1.53       | 3.28       | 4.81          |
| <i>Palicourea heterochroma</i> | 1.26       | 3.07       | 0.27       | 0          | 0          | 4.59          |
| <i>Cestrum ochraceum</i>       | 1.05       | 2.45       | 0.13       | 0          | 0          | 3.63          |
| <i>Tibouchina lepidota</i>     | 0          | 0          | 0          | 1.84       | 1.64       | 3.48          |
| <i>Bocconia frutecens</i>      | 0.84       | 2.45       | 0.12       | 0          | 0          | 3.41          |
| <i>Myrcia sp</i>               | 0.84       | 1.84       | 0.16       | 0          | 0          | 2.84          |
| <i>Myrica pubescas</i>         | 0.84       | 1.23       | 0.18       | 0          | 0          | 2.25          |
| <i>Clethra sp</i>              | 0          | 0          | 0          | 0.31       | 1.64       | 1.95          |
| <i>Guarea sp</i>               | 0.42       | 1.23       | 0.06       | 0          | 0          | 1.71          |
| <i>Miconia theaesans</i>       | 0.42       | 1.23       | 0.06       | 0          | 0          | 1.7           |
| <i>Pittosporum undulatum</i>   | 0.21       | 0.61       | 0.03       | 0          | 0          | 0.86          |
| <i>Escallonia paniculata</i>   | 0.21       | 0.61       | 0.03       | 0          | 0          | 0.85          |
| <b>Total</b>                   | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>500</b>    |

Anexo I. Índice de valor de importancia de fustal en el intervalo de 2814 m.s.n.m. a 1913 m.s.n.m. en el bosque de roble.

| <b>Especies</b>              | <b>Abundancia<br/>relativa</b> | <b>Frecuencia<br/>relativa</b> | <b>Dominancia<br/>relativa</b> | <b>IVI</b> |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|
| <i>Quercus humboldtii</i>    | 79.45                          | 56.6                           | 95.39                          | 231.45     |
| <i>Cyathea arborea</i>       | 5.48                           | 11.32                          | 1.46                           | 18.26      |
| <i>Clusia sp</i>             | 5.48                           | 7.55                           | 1.62                           | 14.64      |
| <i>Miconia sp</i>            | 3.42                           | 9.43                           | 0.61                           | 13.47      |
| <i>Cestrum ochraceum</i>     | 2.74                           | 5.66                           | 0.26                           | 8.66       |
| <i>Weinmannia pubescens</i>  | 2.05                           | 5.66                           | 0.52                           | 8.24       |
| <i>Guarea sp</i>             | 0.68                           | 1.89                           | 0.07                           | 2.65       |
| <i>Escallonia paniculata</i> | 0.68                           | 1.89                           | 0.06                           | 2.63       |
| Total, general               | 100                            | 100                            | 100                            | 300        |

Anexo J. Índice de valor de importancia de fustal en el intervalo de 2914 m.s.n.m. a 3013 m.s.n.m. en el bosque de roble.

| <b>Especies</b>              | <b>Abundancia<br/>relativa</b> | <b>Frecuencia<br/>relativa</b> | <b>Dominancia<br/>relativa</b> | <b>IVI</b> |
|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|
| <i>Quercus humboldtii</i>    | 79.45                          | 56.6                           | 95.39                          | 231.45     |
| <i>Cyathea arborea</i>       | 5.48                           | 11.32                          | 1.46                           | 18.26      |
| <i>Clusia sp</i>             | 5.48                           | 7.55                           | 1.62                           | 14.64      |
| <i>Miconia sp</i>            | 3.42                           | 9.43                           | 0.61                           | 13.47      |
| <i>Cestrum ochraceum</i>     | 2.74                           | 5.66                           | 0.26                           | 8.66       |
| <i>Weinmannia pubescens</i>  | 2.05                           | 5.66                           | 0.52                           | 8.24       |
| <i>Guarea sp</i>             | 0.68                           | 1.89                           | 0.07                           | 2.65       |
| <i>Escallonia paniculata</i> | 0.68                           | 1.89                           | 0.06                           | 2.63       |
| Total, general               | 100                            | 100                            | 100                            | 300        |

Anexo K. Índice de valor de importancia de fustal en el intervalo de 3014 m.s.n.m. a 3114 m.s.n.m. en el bosque de roble.

| <b>Especies</b>                | <b>Abundancia<br/>relativa</b> | <b>Frecuencia<br/>relativa</b> | <b>Dominancia<br/>relativa</b> | <b>IVI</b> |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|
| <i>Quercus humboldtii</i>      | 62.9                           | 40.54                          | 91.62                          | 195.06     |
| <i>Miconia sp</i>              | 14.03                          | 17.57                          | 3.65                           | 35.24      |
| <i>Myrsine coriacea</i>        | 9.5                            | 12.16                          | 1.65                           | 23.31      |
| <i>Cyathea arborea</i>         | 4.98                           | 8.11                           | 1.02                           | 14.11      |
| <i>Clusia sp</i>               | 2.71                           | 6.76                           | 0.95                           | 10.42      |
| <i>Palicourea heterochroma</i> | 2.71                           | 6.76                           | 0.6                            | 10.07      |
| <i>Ocotea sp</i>               | 0.9                            | 2.7                            | 0.12                           | 3.72       |
| <i>Myrcia sp</i>               | 0.9                            | 1.35                           | 0.2                            | 2.45       |
| <i>Weinmannia pubescens</i>    | 0.45                           | 1.35                           | 0.08                           | 1.88       |
| <i>Guarea sp</i>               | 0.45                           | 1.35                           | 0.07                           | 1.88       |
| <i>Cestrum ochraceum</i>       | 0.45                           | 1.35                           | 0.05                           | 1.86       |
| Total, general                 | 100                            | 100                            | 100                            | 300        |

Anexo L. Abundancia de fustales y muertos en pie del bosque de roble.

| Especies                       | Abundancia absoluta | Abundancia relativa |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|
| <i>Quercus humboldtii</i>      | 335                 | 65.6                |
| <i>Miconia sp</i>              | 36                  | 7                   |
| Muertos                        | 33                  | 6.5                 |
| <i>Cyathea arborea</i>         | 22                  | 4.3                 |
| <i>Myrsine coriacea</i>        | 21                  | 4.1                 |
| <i>Clusia sp</i>               | 19                  | 3.7                 |
| <i>Weinmannia pubescens</i>    | 10                  | 2                   |
| <i>Ocotea sp</i>               | 6                   | 1.2                 |
| <i>Palicourea heterochroma</i> | 6                   | 1.2                 |
| <i>Cestrum ochraceum</i>       | 5                   | 1                   |
| <i>Bocconia frutecens</i>      | 4                   | 0.8                 |
| <i>Myrcia sp</i>               | 4                   | 0.8                 |
| <i>Nectandra sp</i>            | 4                   | 0.8                 |
| <i>Guarea sp</i>               | 2                   | 0.4                 |
| <i>Miconia theaesans</i>       | 2                   | 0.4                 |
| <i>Pittosporum undulatum</i>   | 1                   | 0.2                 |
| <i>Escallonia paniculata</i>   | 1                   | 0.2                 |
| Total, general                 | 511                 | 100                 |

Anexo M. Cantidad de biomasa y carbono aéreo por individuo de la especie Helecho gigante (*Cyathea arborea*) muestreado del bosque de roble.

| <b>ID</b>    | <b>Nombre común</b>    | <b>DAP</b> | <b>Biomasa (Kg)</b> | <b>Carbono (Kg)</b> |
|--------------|------------------------|------------|---------------------|---------------------|
| 1            | <i>Helecho Gigante</i> | 27.06      | 351.84              | 175.92              |
| 2            | <i>Helecho Gigante</i> | 19.1       | 148.78              | 74.39               |
| 3            | <i>Helecho Gigante</i> | 13.37      | 61.63               | 30.82               |
| 4            | <i>Helecho Gigante</i> | 36.61      | 742.56              | 371.28              |
| 5            | <i>Helecho Gigante</i> | 14.96      | 81.38               | 40.69               |
| 6            | <i>Helecho Gigante</i> | 11.78      | 45.06               | 22.53               |
| 7            | <i>Helecho Gigante</i> | 11.46      | 42.11               | 21.05               |
| 8            | <i>Helecho Gigante</i> | 14.32      | 73.09               | 36.54               |
| 9            | <i>Helecho Gigante</i> | 14.32      | 73.09               | 36.54               |
| 10           | <i>Helecho Gigante</i> | 15.28      | 85.72               | 42.86               |
| 11           | <i>Helecho Gigante</i> | 10.19      | 31.48               | 15.74               |
| 12           | <i>Helecho Gigante</i> | 18.46      | 136.83              | 68.41               |
| 13           | <i>Helecho Gigante</i> | 12.73      | 54.63               | 27.32               |
| 14           | <i>Helecho Gigante</i> | 15.92      | 94.82               | 47.41               |
| 15           | <i>Helecho Gigante</i> | 14.32      | 73.09               | 36.54               |
| 16           | <i>Helecho Gigante</i> | 10.5       | 33.96               | 16.98               |
| 17           | <i>Helecho Gigante</i> | 10.19      | 31.48               | 15.74               |
| 18           | <i>Helecho Gigante</i> | 12.41      | 51.32               | 25.66               |
| 19           | <i>Helecho Gigante</i> | 13.69      | 65.32               | 32.66               |
| 20           | <i>Helecho Gigante</i> | 13.05      | 58.07               | 29.03               |
| 21           | <i>Helecho Gigante</i> | 12.1       | 48.13               | 24.06               |
| 22           | <i>Helecho Gigante</i> | 11.14      | 39.28               | 19.64               |
| <b>Total</b> |                        |            | <b>2423.63</b>      | <b>1211.82</b>      |

Anexo N. Cantidad de biomasa y carbono subterráneo por individuo de la especie Helecho gigante (*Cyathea arborea*) muestreado del bosque de roble.

| <b>ID</b>    | <b>Nombre común</b> | <b>Biomasa subterránea (Kg)</b> | <b>Carbono subterráneo (Kg)</b> |
|--------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1            | Helecho Gigante     | 4.34                            | 2.17                            |
| 2            | Helecho Gigante     | 3.55                            | 1.77                            |
| 3            | Helecho Gigante     | 2.73                            | 1.36                            |
| 4            | Helecho Gigante     | 5.03                            | 2.52                            |
| 5            | Helecho Gigante     | 2.99                            | 1.49                            |
| 6            | Helecho Gigante     | 2.44                            | 1.22                            |
| 7            | Helecho Gigante     | 2.38                            | 1.19                            |
| 8            | Helecho Gigante     | 2.89                            | 1.44                            |
| 9            | Helecho Gigante     | 2.89                            | 1.44                            |
| 10           | Helecho Gigante     | 3.03                            | 1.52                            |
| 11           | Helecho Gigante     | 2.11                            | 1.05                            |
| 12           | Helecho Gigante     | 3.47                            | 1.73                            |
| 13           | Helecho Gigante     | 2.62                            | 1.31                            |
| 14           | Helecho Gigante     | 3.13                            | 1.56                            |
| 15           | Helecho Gigante     | 2.89                            | 1.44                            |
| 16           | Helecho Gigante     | 2.18                            | 1.09                            |
| 17           | Helecho Gigante     | 2.11                            | 1.05                            |
| 18           | Helecho Gigante     | 2.56                            | 1.28                            |
| 19           | Helecho Gigante     | 2.78                            | 1.39                            |
| 20           | Helecho Gigante     | 2.67                            | 1.34                            |
| 21           | Helecho Gigante     | 2.5                             | 1.25                            |
| 22           | Helecho Gigante     | 2.31                            | 1.16                            |
| <b>Total</b> |                     | <b>63.59</b>                    | <b>31.79</b>                    |

Anexo O. Cantidad de biomasa y carbono aéreo por individuo de la especie roble (*Quercus humboldtii*) muestreado del bosque de roble.

| <b>ID</b> | <b>Nombre común</b> | <b>DAP</b> | <b>Biomasa (Kg)</b> | <b>Carbono (Kg)</b> |
|-----------|---------------------|------------|---------------------|---------------------|
| 1         | Roble               | 117.77     | 10273.68            | 5136.84             |
| 2         | Roble               | 112.68     | 9573.67             | 4786.84             |
| 3         | Roble               | 109.82     | 9178.77             | 4589.39             |
| 4         | Roble               | 98.99      | 7689.95             | 3844.98             |
| 5         | Roble               | 96.13      | 7299.33             | 3649.66             |
| 6         | Roble               | 91.35      | 6654.53             | 3327.27             |
| 7         | Roble               | 85.94      | 5936.7              | 2968.35             |
| 8         | Roble               | 70.66      | 4026.44             | 2013.22             |
| 9         | Roble               | 70.35      | 3989.06             | 1994.53             |
| 10        | Roble               | 68.44      | 3767.24             | 1883.62             |
| 11        | Roble               | 68.44      | 3767.24             | 1883.62             |
| 12        | Roble               | 66.85      | 3585.79             | 1792.9              |
| 13        | Roble               | 65.25      | 3407.58             | 1703.79             |
| 14        | Roble               | 61.75      | 3027.61             | 1513.81             |
| 15        | Roble               | 61.12      | 2960.4              | 1480.2              |
| 16        | Roble               | 60.16      | 2860.72             | 1430.36             |
| 17        | Roble               | 59.84      | 2827.79             | 1413.9              |
| 18        | Roble               | 59.52      | 2795.02             | 1397.51             |
| 19        | Roble               | 59.21      | 2762.41             | 1381.2              |
| 20        | Roble               | 58.25      | 2665.5              | 1332.75             |
| 21        | Roble               | 57.93      | 2633.52             | 1316.76             |
| 22        | Roble               | 57.3       | 2570.04             | 1285.02             |
| 23        | Roble               | 56.98      | 2538.54             | 1269.27             |
| 24        | Roble               | 55.39      | 2383.54             | 1191.77             |
| 25        | Roble               | 55.39      | 2383.54             | 1191.77             |
| 26        | Roble               | 54.11      | 2262.58             | 1131.29             |
| 27        | Roble               | 54.11      | 2262.58             | 1131.29             |
| 28        | Roble               | 53.16      | 2173.68             | 1086.84             |
| 29        | Roble               | 53.16      | 2173.68             | 1086.84             |
| 30        | Roble               | 51.88      | 2057.62             | 1028.81             |

Anexo O. Continuación.

|    |       |       |         |         |
|----|-------|-------|---------|---------|
| 31 | Roble | 51.57 | 2029.05 | 1014.53 |
| 32 | Roble | 51.25 | 2000.67 | 1000.33 |
| 33 | Roble | 51.25 | 2000.67 | 1000.33 |
| 34 | Roble | 50.29 | 1916.61 | 958.3   |
| 35 | Roble | 49.66 | 1861.5  | 930.75  |
| 36 | Roble | 49.66 | 1861.5  | 930.75  |
| 37 | Roble | 49.02 | 1807.13 | 903.57  |
| 38 | Roble | 49.02 | 1807.13 | 903.57  |
| 39 | Roble | 48.7  | 1780.23 | 890.12  |
| 40 | Roble | 48.7  | 1780.23 | 890.12  |
| 41 | Roble | 48.38 | 1753.53 | 876.76  |
| 42 | Roble | 48.38 | 1753.53 | 876.76  |
| 43 | Roble | 47.75 | 1700.68 | 850.34  |
| 44 | Roble | 47.75 | 1700.68 | 850.34  |
| 45 | Roble | 47.43 | 1674.55 | 837.27  |
| 46 | Roble | 46.79 | 1622.86 | 811.43  |
| 47 | Roble | 45.84 | 1546.79 | 773.4   |
| 48 | Roble | 45.52 | 1521.83 | 760.92  |
| 49 | Roble | 45.2  | 1497.07 | 748.53  |
| 50 | Roble | 45.04 | 1484.76 | 742.38  |
| 51 | Roble | 44.88 | 1472.5  | 736.25  |
| 52 | Roble | 43.93 | 1400.02 | 700.01  |
| 53 | Roble | 43.61 | 1376.26 | 688.13  |
| 54 | Roble | 42.97 | 1329.34 | 664.67  |
| 55 | Roble | 42.97 | 1329.34 | 664.67  |
| 56 | Roble | 42.02 | 1260.51 | 630.26  |
| 57 | Roble | 42.02 | 1260.51 | 630.26  |
| 58 | Roble | 42.02 | 1260.51 | 630.26  |
| 59 | Roble | 42.02 | 1260.51 | 630.26  |
| 60 | Roble | 41.38 | 1215.65 | 607.83  |
| 61 | Roble | 41.38 | 1215.65 | 607.83  |
| 62 | Roble | 41.38 | 1215.65 | 607.83  |

Anexo O. Continuación.

|    |       |       |         |        |
|----|-------|-------|---------|--------|
| 63 | Roble | 41.06 | 1193.53 | 596.77 |
| 64 | Roble | 40.43 | 1149.92 | 574.96 |
| 65 | Roble | 39.79 | 1107.15 | 553.57 |
| 66 | Roble | 39.79 | 1107.15 | 553.57 |
| 67 | Roble | 39.79 | 1107.15 | 553.57 |
| 68 | Roble | 39.79 | 1107.15 | 553.57 |
| 69 | Roble | 39.47 | 1086.07 | 543.04 |
| 70 | Roble | 39.15 | 1065.21 | 532.61 |
| 71 | Roble | 39.15 | 1065.21 | 532.61 |
| 72 | Roble | 38.83 | 1044.56 | 522.28 |
| 73 | Roble | 38.83 | 1044.56 | 522.28 |
| 74 | Roble | 38.52 | 1024.12 | 512.06 |
| 75 | Roble | 38.2  | 1003.9  | 501.95 |
| 76 | Roble | 38.2  | 1003.9  | 501.95 |
| 77 | Roble | 37.56 | 964.08  | 482.04 |
| 78 | Roble | 37.56 | 964.08  | 482.04 |
| 79 | Roble | 37.56 | 964.08  | 482.04 |
| 80 | Roble | 37.24 | 944.49  | 472.25 |
| 81 | Roble | 36.92 | 925.12  | 462.56 |
| 82 | Roble | 36.92 | 925.12  | 462.56 |
| 83 | Roble | 36.61 | 905.96  | 452.98 |
| 84 | Roble | 36.61 | 905.96  | 452.98 |
| 85 | Roble | 35.97 | 868.29  | 434.14 |
| 86 | Roble | 35.65 | 849.77  | 424.89 |
| 87 | Roble | 35.65 | 849.77  | 424.89 |
| 88 | Roble | 35.33 | 831.47  | 415.74 |
| 89 | Roble | 35.01 | 813.39  | 406.7  |
| 90 | Roble | 35.01 | 813.39  | 406.7  |
| 91 | Roble | 35.01 | 813.39  | 406.7  |
| 92 | Roble | 35.01 | 813.39  | 406.7  |
| 93 | Roble | 34.38 | 777.87  | 388.94 |
| 94 | Roble | 34.38 | 777.87  | 388.94 |

Anexo O. Continuación.

|     |       |       |        |        |
|-----|-------|-------|--------|--------|
| 95  | Roble | 34.06 | 760.44 | 380.22 |
| 96  | Roble | 33.74 | 743.22 | 371.61 |
| 97  | Roble | 33.74 | 743.22 | 371.61 |
| 98  | Roble | 33.42 | 726.22 | 363.11 |
| 99  | Roble | 33.42 | 726.22 | 363.11 |
| 100 | Roble | 33.1  | 709.44 | 354.72 |
| 101 | Roble | 32.79 | 692.87 | 346.43 |
| 102 | Roble | 32.79 | 692.87 | 346.43 |
| 103 | Roble | 32.79 | 692.87 | 346.43 |
| 104 | Roble | 32.47 | 676.52 | 338.26 |
| 105 | Roble | 32.47 | 676.52 | 338.26 |
| 106 | Roble | 32.47 | 676.52 | 338.26 |
| 107 | Roble | 32.47 | 676.52 | 338.26 |
| 108 | Roble | 32.15 | 660.39 | 330.19 |
| 109 | Roble | 31.83 | 644.47 | 322.24 |
| 110 | Roble | 31.83 | 644.47 | 322.24 |
| 111 | Roble | 31.83 | 644.47 | 322.24 |
| 112 | Roble | 31.19 | 613.29 | 306.64 |
| 113 | Roble | 31.19 | 613.29 | 306.64 |
| 114 | Roble | 31.19 | 613.29 | 306.64 |
| 115 | Roble | 30.56 | 582.98 | 291.49 |
| 116 | Roble | 30.56 | 582.98 | 291.49 |
| 117 | Roble | 30.24 | 568.15 | 284.07 |
| 118 | Roble | 30.24 | 568.15 | 284.07 |
| 119 | Roble | 30.24 | 568.15 | 284.07 |
| 120 | Roble | 30.24 | 568.15 | 284.07 |
| 121 | Roble | 29.92 | 553.53 | 276.77 |
| 122 | Roble | 29.6  | 539.13 | 269.57 |
| 123 | Roble | 29.28 | 524.95 | 262.48 |
| 124 | Roble | 29.28 | 524.95 | 262.48 |
| 125 | Roble | 29.28 | 524.95 | 262.48 |
| 126 | Roble | 28.97 | 510.98 | 255.49 |

Anexo O. Continuación.

|     |       |       |        |        |
|-----|-------|-------|--------|--------|
| 127 | Roble | 28.97 | 510.98 | 255.49 |
| 128 | Roble | 28.65 | 497.23 | 248.62 |
| 129 | Roble | 28.65 | 497.23 | 248.62 |
| 130 | Roble | 28.65 | 497.23 | 248.62 |
| 131 | Roble | 28.33 | 483.7  | 241.85 |
| 132 | Roble | 28.33 | 483.7  | 241.85 |
| 133 | Roble | 28.33 | 483.7  | 241.85 |
| 134 | Roble | 28.01 | 470.38 | 235.19 |
| 135 | Roble | 27.69 | 457.28 | 228.64 |
| 136 | Roble | 27.69 | 457.28 | 228.64 |
| 137 | Roble | 27.69 | 457.28 | 228.64 |
| 138 | Roble | 27.69 | 457.28 | 228.64 |
| 139 | Roble | 27.06 | 431.71 | 215.85 |
| 140 | Roble | 27.06 | 431.71 | 215.85 |
| 141 | Roble | 27.06 | 431.71 | 215.85 |
| 142 | Roble | 27.06 | 431.71 | 215.85 |
| 143 | Roble | 27.06 | 431.71 | 215.85 |
| 144 | Roble | 27.06 | 431.71 | 215.85 |
| 145 | Roble | 26.74 | 419.25 | 209.62 |
| 146 | Roble | 26.74 | 419.25 | 209.62 |
| 147 | Roble | 26.74 | 419.25 | 209.62 |
| 148 | Roble | 26.74 | 419.25 | 209.62 |
| 149 | Roble | 26.42 | 407    | 203.5  |
| 150 | Roble | 26.42 | 407    | 203.5  |
| 151 | Roble | 26.1  | 394.96 | 197.48 |
| 152 | Roble | 26.1  | 394.96 | 197.48 |
| 153 | Roble | 26.1  | 394.96 | 197.48 |
| 154 | Roble | 26.1  | 394.96 | 197.48 |
| 155 | Roble | 25.78 | 383.13 | 191.57 |
| 156 | Roble | 25.78 | 383.13 | 191.57 |
| 157 | Roble | 25.46 | 371.52 | 185.76 |
| 158 | Roble | 25.46 | 371.52 | 185.76 |

Anexo O. Continuación.

|     |       |       |        |        |
|-----|-------|-------|--------|--------|
| 159 | Roble | 25.46 | 371.52 | 185.76 |
| 160 | Roble | 25.15 | 360.12 | 180.06 |
| 161 | Roble | 25.15 | 360.12 | 180.06 |
| 162 | Roble | 25.15 | 360.12 | 180.06 |
| 163 | Roble | 25.15 | 360.12 | 180.06 |
| 164 | Roble | 25.15 | 360.12 | 180.06 |
| 165 | Roble | 24.83 | 348.92 | 174.46 |
| 166 | Roble | 24.83 | 348.92 | 174.46 |
| 167 | Roble | 24.83 | 348.92 | 174.46 |
| 168 | Roble | 24.83 | 348.92 | 174.46 |
| 169 | Roble | 24.83 | 348.92 | 174.46 |
| 170 | Roble | 24.51 | 337.94 | 168.97 |
| 171 | Roble | 24.51 | 337.94 | 168.97 |
| 172 | Roble | 24.51 | 337.94 | 168.97 |
| 173 | Roble | 24.51 | 337.94 | 168.97 |
| 174 | Roble | 24.51 | 337.94 | 168.97 |
| 175 | Roble | 24.51 | 337.94 | 168.97 |
| 176 | Roble | 24.19 | 327.17 | 163.58 |
| 177 | Roble | 24.19 | 327.17 | 163.58 |
| 178 | Roble | 24.19 | 327.17 | 163.58 |
| 179 | Roble | 23.87 | 316.6  | 158.3  |
| 180 | Roble | 23.87 | 316.6  | 158.3  |
| 181 | Roble | 23.87 | 316.6  | 158.3  |
| 182 | Roble | 23.87 | 316.6  | 158.3  |
| 183 | Roble | 23.55 | 306.24 | 153.12 |
| 184 | Roble | 23.55 | 306.24 | 153.12 |
| 185 | Roble | 23.24 | 296.09 | 148.04 |
| 186 | Roble | 23.24 | 296.09 | 148.04 |
| 187 | Roble | 23.24 | 296.09 | 148.04 |
| 188 | Roble | 22.92 | 286.14 | 143.07 |
| 189 | Roble | 22.92 | 286.14 | 143.07 |
| 190 | Roble | 22.92 | 286.14 | 143.07 |

Anexo O. Continuación.

|     |       |       |        |        |
|-----|-------|-------|--------|--------|
| 191 | Roble | 22.6  | 276.4  | 138.2  |
| 192 | Roble | 22.6  | 276.4  | 138.2  |
| 193 | Roble | 22.6  | 276.4  | 138.2  |
| 194 | Roble | 22.28 | 266.86 | 133.43 |
| 195 | Roble | 21.96 | 257.52 | 128.76 |
| 196 | Roble | 21.96 | 257.52 | 128.76 |
| 197 | Roble | 21.96 | 257.52 | 128.76 |
| 198 | Roble | 21.96 | 257.52 | 128.76 |
| 199 | Roble | 21.96 | 257.52 | 128.76 |
| 200 | Roble | 21.96 | 257.52 | 128.76 |
| 201 | Roble | 21.96 | 257.52 | 128.76 |
| 202 | Roble | 21.65 | 248.38 | 124.19 |
| 203 | Roble | 21.33 | 239.45 | 119.72 |
| 204 | Roble | 21.33 | 239.45 | 119.72 |
| 205 | Roble | 21.33 | 239.45 | 119.72 |
| 206 | Roble | 21.01 | 230.71 | 115.36 |
| 207 | Roble | 21.01 | 230.71 | 115.36 |
| 208 | Roble | 21.01 | 230.71 | 115.36 |
| 209 | Roble | 21.01 | 230.71 | 115.36 |
| 210 | Roble | 20.69 | 222.17 | 111.09 |
| 211 | Roble | 20.69 | 222.17 | 111.09 |
| 212 | Roble | 20.69 | 222.17 | 111.09 |
| 213 | Roble | 20.69 | 222.17 | 111.09 |
| 214 | Roble | 20.69 | 222.17 | 111.09 |
| 215 | Roble | 20.69 | 222.17 | 111.09 |
| 216 | Roble | 20.37 | 213.83 | 106.92 |
| 217 | Roble | 20.37 | 213.83 | 106.92 |
| 218 | Roble | 20.37 | 213.83 | 106.92 |
| 219 | Roble | 20.37 | 213.83 | 106.92 |
| 220 | Roble | 20.05 | 205.69 | 102.84 |
| 221 | Roble | 20.05 | 205.69 | 102.84 |
| 222 | Roble | 20.05 | 205.69 | 102.84 |

Anexo O. Continuación.

|     |       |       |        |        |
|-----|-------|-------|--------|--------|
| 223 | Roble | 20.05 | 205.69 | 102.84 |
| 224 | Roble | 20.05 | 205.69 | 102.84 |
| 225 | Roble | 20.05 | 205.69 | 102.84 |
| 226 | Roble | 20.05 | 205.69 | 102.84 |
| 227 | Roble | 20.05 | 205.69 | 102.84 |
| 228 | Roble | 20.05 | 205.69 | 102.84 |
| 229 | Roble | 19.74 | 197.74 | 98.87  |
| 230 | Roble | 19.74 | 197.74 | 98.87  |
| 231 | Roble | 19.74 | 197.74 | 98.87  |
| 232 | Roble | 19.74 | 197.74 | 98.87  |
| 233 | Roble | 19.58 | 193.84 | 96.92  |
| 234 | Roble | 19.42 | 189.98 | 94.99  |
| 235 | Roble | 19.42 | 189.98 | 94.99  |
| 236 | Roble | 19.1  | 182.42 | 91.21  |
| 237 | Roble | 19.1  | 182.42 | 91.21  |
| 238 | Roble | 18.78 | 175.04 | 87.52  |
| 239 | Roble | 18.46 | 167.86 | 83.93  |
| 240 | Roble | 18.46 | 167.86 | 83.93  |
| 241 | Roble | 18.46 | 167.86 | 83.93  |
| 242 | Roble | 18.46 | 167.86 | 83.93  |
| 243 | Roble | 18.3  | 164.33 | 82.17  |
| 244 | Roble | 18.14 | 160.86 | 80.43  |
| 245 | Roble | 18.14 | 160.86 | 80.43  |
| 246 | Roble | 17.51 | 147.42 | 73.71  |
| 247 | Roble | 17.51 | 147.42 | 73.71  |
| 248 | Roble | 17.19 | 140.97 | 70.49  |
| 249 | Roble | 17.19 | 140.97 | 70.49  |
| 250 | Roble | 17.19 | 140.97 | 70.49  |
| 251 | Roble | 17.19 | 140.97 | 70.49  |
| 252 | Roble | 16.87 | 134.71 | 67.35  |
| 253 | Roble | 16.87 | 134.71 | 67.35  |
| 254 | Roble | 16.87 | 134.71 | 67.35  |

Anexo O. Continuación.

|     |       |       |        |       |
|-----|-------|-------|--------|-------|
| 255 | Roble | 16.87 | 134.71 | 67.35 |
| 256 | Roble | 16.55 | 128.62 | 64.31 |
| 257 | Roble | 16.55 | 128.62 | 64.31 |
| 258 | Roble | 16.55 | 128.62 | 64.31 |
| 259 | Roble | 16.23 | 122.72 | 61.36 |
| 260 | Roble | 16.23 | 122.72 | 61.36 |
| 261 | Roble | 16.23 | 122.72 | 61.36 |
| 262 | Roble | 15.92 | 116.99 | 58.49 |
| 263 | Roble | 15.92 | 116.99 | 58.49 |
| 264 | Roble | 15.92 | 116.99 | 58.49 |
| 265 | Roble | 15.92 | 116.99 | 58.49 |
| 266 | Roble | 15.6  | 111.43 | 55.71 |
| 267 | Roble | 15.6  | 111.43 | 55.71 |
| 268 | Roble | 15.28 | 106.04 | 53.02 |
| 269 | Roble | 15.28 | 106.04 | 53.02 |
| 270 | Roble | 15.28 | 106.04 | 53.02 |
| 271 | Roble | 15.28 | 106.04 | 53.02 |
| 272 | Roble | 15.28 | 106.04 | 53.02 |
| 273 | Roble | 15.28 | 106.04 | 53.02 |
| 274 | Roble | 15.28 | 106.04 | 53.02 |
| 275 | Roble | 14.96 | 100.83 | 50.41 |
| 276 | Roble | 14.96 | 100.83 | 50.41 |
| 277 | Roble | 14.96 | 100.83 | 50.41 |
| 278 | Roble | 14.96 | 100.83 | 50.41 |
| 279 | Roble | 14.96 | 100.83 | 50.41 |
| 280 | Roble | 14.96 | 100.83 | 50.41 |
| 281 | Roble | 14.96 | 100.83 | 50.41 |
| 282 | Roble | 14.64 | 95.78  | 47.89 |
| 283 | Roble | 14.64 | 95.78  | 47.89 |
| 284 | Roble | 14.64 | 95.78  | 47.89 |
| 285 | Roble | 14.64 | 95.78  | 47.89 |
| 286 | Roble | 14.64 | 95.78  | 47.89 |

Anexo O. Continuación.

|     |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| 287 | Roble | 14.64 | 95.78 | 47.89 |
| 288 | Roble | 14.64 | 95.78 | 47.89 |
| 289 | Roble | 14.32 | 90.9  | 45.45 |
| 290 | Roble | 14.32 | 90.9  | 45.45 |
| 291 | Roble | 14.32 | 90.9  | 45.45 |
| 292 | Roble | 14.32 | 90.9  | 45.45 |
| 293 | Roble | 14.32 | 90.9  | 45.45 |
| 294 | Roble | 14.32 | 90.9  | 45.45 |
| 295 | Roble | 13.69 | 81.63 | 40.82 |
| 296 | Roble | 13.69 | 81.63 | 40.82 |
| 297 | Roble | 13.69 | 81.63 | 40.82 |
| 298 | Roble | 13.69 | 81.63 | 40.82 |
| 299 | Roble | 13.69 | 81.63 | 40.82 |
| 300 | Roble | 13.69 | 81.63 | 40.82 |
| 301 | Roble | 13.37 | 77.24 | 38.62 |
| 302 | Roble | 13.37 | 77.24 | 38.62 |
| 303 | Roble | 13.05 | 73    | 36.5  |
| 304 | Roble | 13.05 | 73    | 36.5  |
| 305 | Roble | 13.05 | 73    | 36.5  |
| 306 | Roble | 12.73 | 68.92 | 34.46 |
| 307 | Roble | 12.41 | 64.99 | 32.5  |
| 308 | Roble | 12.41 | 64.99 | 32.5  |
| 309 | Roble | 12.41 | 64.99 | 32.5  |
| 310 | Roble | 12.41 | 64.99 | 32.5  |
| 311 | Roble | 12.41 | 64.99 | 32.5  |
| 312 | Roble | 12.41 | 64.99 | 32.5  |
| 313 | Roble | 12.1  | 61.21 | 30.61 |
| 314 | Roble | 12.1  | 61.21 | 30.61 |
| 315 | Roble | 12.1  | 61.21 | 30.61 |
| 316 | Roble | 12.1  | 61.21 | 30.61 |
| 317 | Roble | 11.78 | 57.58 | 28.79 |
| 318 | Roble | 11.46 | 54.1  | 27.05 |

Anexo O. Continuación.

|       |       |       |           |           |
|-------|-------|-------|-----------|-----------|
| 319   | Roble | 11.46 | 54.1      | 27.05     |
| 320   | Roble | 11.46 | 54.1      | 27.05     |
| 321   | Roble | 11.46 | 54.1      | 27.05     |
| 322   | Roble | 11.14 | 50.76     | 25.38     |
| 323   | Roble | 11.14 | 50.76     | 25.38     |
| 324   | Roble | 11.14 | 50.76     | 25.38     |
| 325   | Roble | 11.14 | 50.76     | 25.38     |
| 326   | Roble | 11.14 | 50.76     | 25.38     |
| 327   | Roble | 11.14 | 50.76     | 25.38     |
| 328   | Roble | 10.82 | 47.56     | 23.78     |
| 329   | Roble | 10.82 | 47.56     | 23.78     |
| 330   | Roble | 10.5  | 44.5      | 22.25     |
| 331   | Roble | 10.5  | 44.5      | 22.25     |
| 332   | Roble | 10.19 | 41.58     | 20.79     |
| 333   | Roble | 10.19 | 41.58     | 20.79     |
| 334   | Roble | 10.19 | 41.58     | 20.79     |
| 335   | Roble | 10.12 | 41.01     | 20.5      |
| Total |       |       | 268614.35 | 134307.17 |

Anexo P. Cantidad de biomasa y carbono subterráneo por individuo de la especie roble (*Quercus humboldtii*) muestreado del bosque roble.

| <b>ID</b> | <b>Nombre común</b> | <b>DAP</b> | <b>Biomasa Subterránea (Kg)</b> | <b>Carbono subterráneo (Kg)</b> |
|-----------|---------------------|------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1         | Roble               | 21.96      | 4.05                            | 2.03                            |
| 2         | Roble               | 20.05      | 3.85                            | 1.92                            |
| 3         | Roble               | 54.11      | 6.06                            | 3.03                            |
| 4         | Roble               | 19.1       | 3.73                            | 1.87                            |
| 5         | Roble               | 25.15      | 4.36                            | 2.18                            |
| 6         | Roble               | 13.05      | 2.89                            | 1.44                            |
| 7         | Roble               | 15.28      | 3.23                            | 1.62                            |
| 8         | Roble               | 59.52      | 6.26                            | 3.13                            |
| 9         | Roble               | 47.75      | 5.8                             | 2.9                             |
| 10        | Roble               | 56.98      | 6.17                            | 3.09                            |
| 11        | Roble               | 70.35      | 6.59                            | 3.29                            |
| 12        | Roble               | 14.32      | 3.09                            | 1.54                            |
| 13        | Roble               | 11.46      | 2.61                            | 1.3                             |
| 14        | Roble               | 22.28      | 4.09                            | 2.04                            |
| 15        | Roble               | 26.74      | 4.5                             | 2.25                            |
| 16        | Roble               | 13.69      | 2.99                            | 1.49                            |
| 17        | Roble               | 11.14      | 2.55                            | 1.27                            |
| 18        | Roble               | 24.51      | 4.3                             | 2.15                            |
| 19        | Roble               | 15.28      | 3.23                            | 1.62                            |
| 20        | Roble               | 36.92      | 5.24                            | 2.62                            |
| 21        | Roble               | 68.44      | 6.54                            | 3.27                            |
| 22        | Roble               | 39.15      | 5.37                            | 2.68                            |
| 23        | Roble               | 45.84      | 5.71                            | 2.86                            |
| 24        | Roble               | 38.83      | 5.35                            | 2.67                            |
| 25        | Roble               | 24.19      | 4.27                            | 2.14                            |
| 26        | Roble               | 27.06      | 4.53                            | 2.27                            |
| 27        | Roble               | 91.35      | 7.06                            | 3.53                            |
| 28        | Roble               | 21.01      | 3.95                            | 1.98                            |
| 29        | Roble               | 16.87      | 3.45                            | 1.73                            |
| 30        | Roble               | 19.42      | 3.77                            | 1.89                            |

Anexo P. Continuación

---

|    |       |       |      |      |
|----|-------|-------|------|------|
| 31 | Roble | 25.46 | 4.39 | 2.2  |
| 32 | Roble | 19.74 | 3.81 | 1.9  |
| 33 | Roble | 44.88 | 5.67 | 2.83 |
| 34 | Roble | 20.37 | 3.88 | 1.94 |
| 35 | Roble | 14.64 | 3.14 | 1.57 |
| 36 | Roble | 48.38 | 5.83 | 2.91 |
| 37 | Roble | 23.24 | 4.18 | 2.09 |
| 38 | Roble | 11.14 | 2.55 | 1.27 |
| 39 | Roble | 25.46 | 4.39 | 2.2  |
| 40 | Roble | 16.55 | 3.41 | 1.71 |
| 41 | Roble | 13.69 | 2.99 | 1.49 |
| 42 | Roble | 58.25 | 6.22 | 3.11 |
| 43 | Roble | 59.84 | 6.27 | 3.14 |
| 44 | Roble | 18.46 | 3.66 | 1.83 |
| 45 | Roble | 31.83 | 4.9  | 2.45 |
| 46 | Roble | 21.96 | 4.05 | 2.03 |
| 47 | Roble | 28.97 | 4.69 | 2.34 |
| 48 | Roble | 18.78 | 3.7  | 1.85 |
| 49 | Roble | 10.19 | 2.37 | 1.18 |
| 50 | Roble | 20.37 | 3.88 | 1.94 |
| 51 | Roble | 20.05 | 3.85 | 1.92 |
| 52 | Roble | 14.64 | 3.14 | 1.57 |
| 53 | Roble | 25.15 | 4.36 | 2.18 |
| 54 | Roble | 23.87 | 4.24 | 2.12 |
| 55 | Roble | 36.61 | 5.22 | 2.61 |
| 56 | Roble | 14.96 | 3.19 | 1.59 |
| 57 | Roble | 12.41 | 2.78 | 1.39 |
| 58 | Roble | 26.74 | 4.5  | 2.25 |
| 59 | Roble | 19.42 | 3.77 | 1.89 |
| 60 | Roble | 16.23 | 3.37 | 1.68 |
| 61 | Roble | 14.64 | 3.14 | 1.57 |
| 62 | Roble | 35.33 | 5.14 | 2.57 |

---

Anexo P. Continuación

---

|    |       |       |      |      |
|----|-------|-------|------|------|
| 63 | Roble | 13.37 | 2.94 | 1.47 |
| 64 | Roble | 42.97 | 5.57 | 2.79 |
| 65 | Roble | 39.47 | 5.39 | 2.69 |
| 66 | Roble | 33.1  | 4.99 | 2.5  |
| 67 | Roble | 70.66 | 6.6  | 3.3  |
| 68 | Roble | 23.55 | 4.21 | 2.11 |
| 69 | Roble | 15.28 | 3.23 | 1.62 |
| 70 | Roble | 10.19 | 2.37 | 1.18 |
| 71 | Roble | 14.32 | 3.09 | 1.54 |
| 72 | Roble | 12.41 | 2.78 | 1.39 |
| 73 | Roble | 18.46 | 3.66 | 1.83 |
| 74 | Roble | 48.7  | 5.84 | 2.92 |
| 75 | Roble | 33.74 | 5.03 | 2.52 |
| 76 | Roble | 22.92 | 4.15 | 2.08 |
| 77 | Roble | 14.96 | 3.19 | 1.59 |
| 78 | Roble | 17.19 | 3.5  | 1.75 |
| 79 | Roble | 21.96 | 4.05 | 2.03 |
| 80 | Roble | 68.44 | 6.54 | 3.27 |
| 81 | Roble | 28.65 | 4.66 | 2.33 |
| 82 | Roble | 24.83 | 4.33 | 2.17 |
| 83 | Roble | 32.47 | 4.95 | 2.47 |
| 84 | Roble | 21.96 | 4.05 | 2.03 |
| 85 | Roble | 35.01 | 5.12 | 2.56 |
| 86 | Roble | 36.92 | 5.24 | 2.62 |
| 87 | Roble | 29.28 | 4.71 | 2.36 |
| 88 | Roble | 29.92 | 4.76 | 2.38 |
| 89 | Roble | 34.38 | 5.08 | 2.54 |
| 90 | Roble | 15.6  | 3.28 | 1.64 |
| 91 | Roble | 38.2  | 5.31 | 2.66 |
| 92 | Roble | 12.41 | 2.78 | 1.39 |
| 93 | Roble | 61.12 | 6.31 | 3.16 |
| 94 | Roble | 15.28 | 3.23 | 1.62 |

---

Anexo P. Continuación

|     |       |       |      |      |
|-----|-------|-------|------|------|
| 95  | Roble | 13.37 | 2.94 | 1.47 |
| 96  | Roble | 47.43 | 5.79 | 2.89 |
| 97  | Roble | 18.3  | 3.64 | 1.82 |
| 98  | Roble | 10.5  | 2.43 | 1.21 |
| 99  | Roble | 10.82 | 2.49 | 1.24 |
| 100 | Roble | 55.39 | 6.11 | 3.06 |
| 101 | Roble | 21.96 | 4.05 | 2.03 |
| 102 | Roble | 30.24 | 4.79 | 2.39 |
| 103 | Roble | 27.06 | 4.53 | 2.27 |
| 104 | Roble | 15.28 | 3.23 | 1.62 |
| 105 | Roble | 26.74 | 4.5  | 2.25 |
| 106 | Roble | 30.24 | 4.79 | 2.39 |
| 107 | Roble | 14.96 | 3.19 | 1.59 |
| 108 | Roble | 12.41 | 2.78 | 1.39 |
| 109 | Roble | 15.92 | 3.32 | 1.66 |
| 110 | Roble | 53.16 | 6.03 | 3.01 |
| 111 | Roble | 30.24 | 4.79 | 2.39 |
| 112 | Roble | 18.46 | 3.66 | 1.83 |
| 113 | Roble | 31.83 | 4.9  | 2.45 |
| 114 | Roble | 24.51 | 4.3  | 2.15 |
| 115 | Roble | 21.01 | 3.95 | 1.98 |
| 116 | Roble | 37.56 | 5.27 | 2.64 |
| 117 | Roble | 39.15 | 5.37 | 2.68 |
| 118 | Roble | 32.79 | 4.97 | 2.48 |
| 119 | Roble | 39.79 | 5.4  | 2.7  |
| 120 | Roble | 12.73 | 2.83 | 1.42 |
| 121 | Roble | 59.21 | 6.25 | 3.12 |
| 122 | Roble | 25.15 | 4.36 | 2.18 |
| 123 | Roble | 45.2  | 5.68 | 2.84 |
| 124 | Roble | 25.15 | 4.36 | 2.18 |
| 125 | Roble | 29.28 | 4.71 | 2.36 |
| 126 | Roble | 36.61 | 5.22 | 2.61 |

Anexo P. Continuación

---

|     |       |       |      |      |
|-----|-------|-------|------|------|
| 127 | Roble | 33.42 | 5.01 | 2.51 |
| 128 | Roble | 32.79 | 4.97 | 2.48 |
| 129 | Roble | 30.56 | 4.81 | 2.4  |
| 130 | Roble | 29.6  | 4.74 | 2.37 |
| 131 | Roble | 20.05 | 3.85 | 1.92 |
| 132 | Roble | 37.24 | 5.26 | 2.63 |
| 133 | Roble | 24.83 | 4.33 | 2.17 |
| 134 | Roble | 17.19 | 3.5  | 1.75 |
| 135 | Roble | 22.6  | 4.12 | 2.06 |
| 136 | Roble | 13.69 | 2.99 | 1.49 |
| 137 | Roble | 21.33 | 3.99 | 1.99 |
| 138 | Roble | 20.05 | 3.85 | 1.92 |
| 139 | Roble | 27.69 | 4.58 | 2.29 |
| 140 | Roble | 26.1  | 4.45 | 2.22 |
| 141 | Roble | 10.82 | 2.49 | 1.24 |
| 142 | Roble | 33.42 | 5.01 | 2.51 |
| 143 | Roble | 13.05 | 2.89 | 1.44 |
| 144 | Roble | 29.28 | 4.71 | 2.36 |
| 145 | Roble | 23.24 | 4.18 | 2.09 |
| 146 | Roble | 27.06 | 4.53 | 2.27 |
| 147 | Roble | 11.14 | 2.55 | 1.27 |
| 148 | Roble | 16.87 | 3.45 | 1.73 |
| 149 | Roble | 20.05 | 3.85 | 1.92 |
| 150 | Roble | 27.06 | 4.53 | 2.27 |
| 151 | Roble | 15.28 | 3.23 | 1.62 |
| 152 | Roble | 11.46 | 2.61 | 1.3  |
| 153 | Roble | 28.33 | 4.64 | 2.32 |
| 154 | Roble | 15.6  | 3.28 | 1.64 |
| 155 | Roble | 60.16 | 6.28 | 3.14 |
| 156 | Roble | 21.96 | 4.05 | 2.03 |
| 157 | Roble | 45.52 | 5.7  | 2.85 |
| 158 | Roble | 11.46 | 2.61 | 1.3  |

---

Anexo P. Continuación

---

|     |       |       |      |      |
|-----|-------|-------|------|------|
| 159 | Roble | 14.64 | 3.14 | 1.57 |
| 160 | Roble | 12.1  | 2.72 | 1.36 |
| 161 | Roble | 21.33 | 3.99 | 1.99 |
| 162 | Roble | 21.96 | 4.05 | 2.03 |
| 163 | Roble | 14.32 | 3.09 | 1.54 |
| 164 | Roble | 30.56 | 4.81 | 2.4  |
| 165 | Roble | 66.85 | 6.49 | 3.25 |
| 166 | Roble | 14.32 | 3.09 | 1.54 |
| 167 | Roble | 20.05 | 3.85 | 1.92 |
| 168 | Roble | 23.55 | 4.21 | 2.11 |
| 169 | Roble | 13.69 | 2.99 | 1.49 |
| 170 | Roble | 23.24 | 4.18 | 2.09 |
| 171 | Roble | 11.46 | 2.61 | 1.3  |
| 172 | Roble | 25.46 | 4.39 | 2.2  |
| 173 | Roble | 26.1  | 4.45 | 2.22 |
| 174 | Roble | 17.19 | 3.5  | 1.75 |
| 175 | Roble | 21.33 | 3.99 | 1.99 |
| 176 | Roble | 24.51 | 4.3  | 2.15 |
| 177 | Roble | 20.69 | 3.92 | 1.96 |
| 178 | Roble | 25.78 | 4.42 | 2.21 |
| 179 | Roble | 18.46 | 3.66 | 1.83 |
| 180 | Roble | 51.25 | 5.95 | 2.98 |
| 181 | Roble | 46.79 | 5.76 | 2.88 |
| 182 | Roble | 20.69 | 3.92 | 1.96 |
| 183 | Roble | 13.69 | 2.99 | 1.49 |
| 184 | Roble | 12.41 | 2.78 | 1.39 |
| 185 | Roble | 16.23 | 3.37 | 1.68 |
| 186 | Roble | 20.69 | 3.92 | 1.96 |
| 187 | Roble | 20.05 | 3.85 | 1.92 |
| 188 | Roble | 14.96 | 3.19 | 1.59 |
| 189 | Roble | 16.55 | 3.41 | 1.71 |
| 190 | Roble | 24.19 | 4.27 | 2.14 |

---

Anexo P. Continuación

---

|     |       |        |      |      |
|-----|-------|--------|------|------|
| 191 | Roble | 24.51  | 4.3  | 2.15 |
| 192 | Roble | 98.99  | 7.2  | 3.6  |
| 193 | Roble | 17.51  | 3.54 | 1.77 |
| 194 | Roble | 14.32  | 3.09 | 1.54 |
| 195 | Roble | 14.32  | 3.09 | 1.54 |
| 196 | Roble | 21.01  | 3.95 | 1.98 |
| 197 | Roble | 49.02  | 5.86 | 2.93 |
| 198 | Roble | 16.87  | 3.45 | 1.73 |
| 199 | Roble | 16.23  | 3.37 | 1.68 |
| 200 | Roble | 109.82 | 7.36 | 3.68 |
| 201 | Roble | 112.68 | 7.4  | 3.7  |
| 202 | Roble | 42.97  | 5.57 | 2.79 |
| 203 | Roble | 38.83  | 5.35 | 2.67 |
| 204 | Roble | 19.74  | 3.81 | 1.9  |
| 205 | Roble | 49.66  | 5.88 | 2.94 |
| 206 | Roble | 14.64  | 3.14 | 1.57 |
| 207 | Roble | 35.01  | 5.12 | 2.56 |
| 208 | Roble | 26.74  | 4.5  | 2.25 |
| 209 | Roble | 15.92  | 3.32 | 1.66 |
| 210 | Roble | 41.06  | 5.47 | 2.74 |
| 211 | Roble | 24.51  | 4.3  | 2.15 |
| 212 | Roble | 117.77 | 7.47 | 3.73 |
| 213 | Roble | 24.83  | 4.33 | 2.17 |
| 214 | Roble | 24.19  | 4.27 | 2.14 |
| 215 | Roble | 39.79  | 5.4  | 2.7  |
| 216 | Roble | 30.24  | 4.79 | 2.39 |
| 217 | Roble | 51.88  | 5.98 | 2.99 |
| 218 | Roble | 19.1   | 3.73 | 1.87 |
| 219 | Roble | 24.83  | 4.33 | 2.17 |
| 220 | Roble | 14.64  | 3.14 | 1.57 |
| 221 | Roble | 51.57  | 5.96 | 2.98 |
| 222 | Roble | 26.1   | 4.45 | 2.22 |

---

Anexo P. Continuación

|     |       |       |      |      |
|-----|-------|-------|------|------|
| 223 | Roble | 26.42 | 4.48 | 2.24 |
| 224 | Roble | 28.01 | 4.61 | 2.31 |
| 225 | Roble | 54.11 | 6.06 | 3.03 |
| 226 | Roble | 57.3  | 6.18 | 3.09 |
| 227 | Roble | 28.33 | 4.64 | 2.32 |
| 228 | Roble | 11.14 | 2.55 | 1.27 |
| 229 | Roble | 27.06 | 4.53 | 2.27 |
| 230 | Roble | 48.38 | 5.83 | 2.91 |
| 231 | Roble | 57.93 | 6.21 | 3.1  |
| 232 | Roble | 20.37 | 3.88 | 1.94 |
| 233 | Roble | 24.83 | 4.33 | 2.17 |
| 234 | Roble | 14.96 | 3.19 | 1.59 |
| 235 | Roble | 21.65 | 4.02 | 2.01 |
| 236 | Roble | 20.69 | 3.92 | 1.96 |
| 237 | Roble | 32.15 | 4.92 | 2.46 |
| 238 | Roble | 22.92 | 4.15 | 2.08 |
| 239 | Roble | 39.79 | 5.4  | 2.7  |
| 240 | Roble | 28.97 | 4.69 | 2.34 |
| 241 | Roble | 26.1  | 4.45 | 2.22 |
| 242 | Roble | 27.69 | 4.58 | 2.29 |
| 243 | Roble | 32.47 | 4.95 | 2.47 |
| 244 | Roble | 43.61 | 5.6  | 2.8  |
| 245 | Roble | 35.65 | 5.16 | 2.58 |
| 246 | Roble | 50.29 | 5.91 | 2.96 |
| 247 | Roble | 22.92 | 4.15 | 2.08 |
| 248 | Roble | 20.69 | 3.92 | 1.96 |
| 249 | Roble | 39.79 | 5.4  | 2.7  |
| 250 | Roble | 34.06 | 5.06 | 2.53 |
| 251 | Roble | 19.74 | 3.81 | 1.9  |
| 252 | Roble | 42.02 | 5.52 | 2.76 |
| 253 | Roble | 20.37 | 3.88 | 1.94 |
| 254 | Roble | 27.06 | 4.53 | 2.27 |

Anexo P. Continuación

---

|     |       |       |      |      |
|-----|-------|-------|------|------|
| 255 | Roble | 16.87 | 3.45 | 1.73 |
| 256 | Roble | 33.74 | 5.03 | 2.52 |
| 257 | Roble | 34.38 | 5.08 | 2.54 |
| 258 | Roble | 28.33 | 4.64 | 2.32 |
| 259 | Roble | 32.47 | 4.95 | 2.47 |
| 260 | Roble | 27.69 | 4.58 | 2.29 |
| 261 | Roble | 43.93 | 5.62 | 2.81 |
| 262 | Roble | 31.19 | 4.86 | 2.43 |
| 263 | Roble | 15.92 | 3.32 | 1.66 |
| 264 | Roble | 38.2  | 5.31 | 2.66 |
| 265 | Roble | 38.52 | 5.33 | 2.67 |
| 266 | Roble | 28.65 | 4.66 | 2.33 |
| 267 | Roble | 42.02 | 5.52 | 2.76 |
| 268 | Roble | 35.01 | 5.12 | 2.56 |
| 269 | Roble | 40.43 | 5.44 | 2.72 |
| 270 | Roble | 25.78 | 4.42 | 2.21 |
| 271 | Roble | 42.02 | 5.52 | 2.76 |
| 272 | Roble | 53.16 | 6.03 | 3.01 |
| 273 | Roble | 42.02 | 5.52 | 2.76 |
| 274 | Roble | 23.87 | 4.24 | 2.12 |
| 275 | Roble | 32.47 | 4.95 | 2.47 |
| 276 | Roble | 37.56 | 5.27 | 2.64 |
| 277 | Roble | 37.56 | 5.27 | 2.64 |
| 278 | Roble | 85.94 | 6.96 | 3.48 |
| 279 | Roble | 49.02 | 5.86 | 2.93 |
| 280 | Roble | 96.13 | 7.15 | 3.57 |
| 281 | Roble | 20.05 | 3.85 | 1.92 |
| 282 | Roble | 47.75 | 5.8  | 2.9  |
| 283 | Roble | 25.15 | 4.36 | 2.18 |
| 284 | Roble | 35.65 | 5.16 | 2.58 |
| 285 | Roble | 14.96 | 3.19 | 1.59 |
| 286 | Roble | 32.79 | 4.97 | 2.48 |

---

Anexo P. Continuación

|     |       |       |      |      |
|-----|-------|-------|------|------|
| 287 | Roble | 65.25 | 6.44 | 3.22 |
| 288 | Roble | 35.97 | 5.18 | 2.59 |
| 289 | Roble | 11.14 | 2.55 | 1.27 |
| 290 | Roble | 13.05 | 2.89 | 1.44 |
| 291 | Roble | 19.58 | 3.79 | 1.9  |
| 292 | Roble | 18.14 | 3.62 | 1.81 |
| 293 | Roble | 15.92 | 3.32 | 1.66 |
| 294 | Roble | 12.1  | 2.72 | 1.36 |
| 295 | Roble | 18.14 | 3.62 | 1.81 |
| 296 | Roble | 24.51 | 4.3  | 2.15 |
| 297 | Roble | 49.66 | 5.88 | 2.94 |
| 298 | Roble | 15.28 | 3.23 | 1.62 |
| 299 | Roble | 27.69 | 4.58 | 2.29 |
| 300 | Roble | 14.64 | 3.14 | 1.57 |
| 301 | Roble | 31.19 | 4.86 | 2.43 |
| 302 | Roble | 41.38 | 5.49 | 2.74 |
| 303 | Roble | 45.04 | 5.67 | 2.84 |
| 304 | Roble | 14.96 | 3.19 | 1.59 |
| 305 | Roble | 12.41 | 2.78 | 1.39 |
| 306 | Roble | 31.83 | 4.9  | 2.45 |
| 307 | Roble | 61.75 | 6.33 | 3.17 |
| 308 | Roble | 51.25 | 5.95 | 2.98 |
| 309 | Roble | 41.38 | 5.49 | 2.74 |
| 310 | Roble | 28.65 | 4.66 | 2.33 |
| 311 | Roble | 11.78 | 2.67 | 1.33 |
| 312 | Roble | 10.19 | 2.37 | 1.18 |
| 313 | Roble | 22.6  | 4.12 | 2.06 |
| 314 | Roble | 19.74 | 3.81 | 1.9  |
| 315 | Roble | 22.6  | 4.12 | 2.06 |
| 316 | Roble | 11.14 | 2.55 | 1.27 |
| 317 | Roble | 26.42 | 4.48 | 2.24 |
| 318 | Roble | 20.05 | 3.85 | 1.92 |

Anexo P. Continuación

|       |       |       |         |        |
|-------|-------|-------|---------|--------|
| 319   | Roble | 23.87 | 4.24    | 2.12   |
| 320   | Roble | 35.01 | 5.12    | 2.56   |
| 321   | Roble | 12.1  | 2.72    | 1.36   |
| 322   | Roble | 48.7  | 5.84    | 2.92   |
| 323   | Roble | 17.19 | 3.5     | 1.75   |
| 324   | Roble | 23.87 | 4.24    | 2.12   |
| 325   | Roble | 21.01 | 3.95    | 1.98   |
| 326   | Roble | 12.1  | 2.72    | 1.36   |
| 327   | Roble | 16.55 | 3.41    | 1.71   |
| 328   | Roble | 10.5  | 2.43    | 1.21   |
| 329   | Roble | 55.39 | 6.11    | 3.06   |
| 330   | Roble | 10.12 | 2.35    | 1.18   |
| 331   | Roble | 17.51 | 3.54    | 1.77   |
| 332   | Roble | 13.69 | 2.99    | 1.49   |
| 333   | Roble | 41.38 | 5.49    | 2.74   |
| 334   | Roble | 31.19 | 4.86    | 2.43   |
| 335   | Roble | 20.69 | 3.92    | 1.96   |
| Total |       |       | 1468.95 | 734.48 |

Anexo Q. Cantidad de necromasa y carbono aéreo por individuo de la especie roble (*Quercus humboldtii*) muerto muestreado del bosque de roble.

| <b>ID</b> | <b>Nombre común</b> | <b>DAP</b> | <b>Necromasa (Kg)</b> | <b>Carbono (Kg)</b> |
|-----------|---------------------|------------|-----------------------|---------------------|
| 1         | Roble               | 89.45      | 6399.39               | 3199.69             |
| 2         | Roble               | 31.83      | 644.47                | 322.24              |
| 3         | Roble               | 28.97      | 510.98                | 255.49              |
| 4         | Roble               | 28.65      | 497.23                | 248.62              |
| 5         | Roble               | 23.24      | 296.09                | 148.04              |
| 6         | Roble               | 22.6       | 276.4                 | 138.2               |
| 7         | Roble               | 21.96      | 257.52                | 128.76              |
| 8         | Roble               | 20.37      | 213.83                | 106.92              |
| 9         | Roble               | 20.05      | 205.69                | 102.84              |
| 10        | Roble               | 19.74      | 197.74                | 98.87               |
| 11        | Roble               | 19.1       | 182.42                | 91.21               |
| 12        | Roble               | 18.14      | 160.86                | 80.43               |
| 13        | Roble               | 17.51      | 147.42                | 73.71               |
| 14        | Roble               | 17.19      | 140.97                | 70.49               |
| 15        | Roble               | 14.96      | 100.83                | 50.41               |
| 16        | Roble               | 14.96      | 100.83                | 50.41               |
| 17        | Roble               | 14.32      | 90.9                  | 45.45               |
| 18        | Roble               | 14.32      | 90.9                  | 45.45               |
| 19        | Roble               | 14.01      | 86.19                 | 43.09               |
| 20        | Roble               | 13.05      | 73                    | 36.5                |
| 21        | Roble               | 13.05      | 73                    | 36.5                |
| 22        | Roble               | 13.05      | 73                    | 36.5                |
| 23        | Roble               | 12.73      | 68.92                 | 34.46               |
| 24        | Roble               | 12.41      | 64.99                 | 32.5                |
| 25        | Roble               | 12.41      | 64.99                 | 32.5                |
| 26        | Roble               | 12.1       | 61.21                 | 30.61               |
| 27        | Roble               | 11.46      | 54.1                  | 27.05               |
| 28        | Roble               | 11.14      | 50.76                 | 25.38               |
| 29        | Roble               | 11.14      | 50.76                 | 25.38               |
| 30        | Roble               | 10.82      | 47.56                 | 23.78               |

Anexo Q. Continuación.

|       |       |       |          |         |
|-------|-------|-------|----------|---------|
| 31    | Roble | 10.5  | 44.5     | 22.25   |
| 32    | Roble | 10.19 | 41.58    | 20.79   |
| 33    | Roble | 10.19 | 41.58    | 20.79   |
| Total |       |       | 11410.61 | 5705.31 |

Anexo R. Cantidad de necromasa y carbono subterráneo por individuo de la especie roble (*Quercus humboldtii*) muerto muestreado del bosque de roble.

| ID | Nombre común | DAP   | Necromasa Sub (Kg) | Carbono Sub (Kg) |
|----|--------------|-------|--------------------|------------------|
| 1  | Roble        | 89.45 | 7.03               | 3.51             |
| 2  | Roble        | 31.83 | 4.9                | 2.45             |
| 3  | Roble        | 28.97 | 4.69               | 2.34             |
| 4  | Roble        | 28.65 | 4.66               | 2.33             |
| 5  | Roble        | 23.24 | 4.18               | 2.09             |
| 6  | Roble        | 22.6  | 4.12               | 2.06             |
| 7  | Roble        | 21.96 | 4.05               | 2.03             |
| 8  | Roble        | 20.37 | 3.88               | 1.94             |
| 9  | Roble        | 20.05 | 3.85               | 1.92             |
| 10 | Roble        | 19.74 | 3.81               | 1.9              |
| 11 | Roble        | 19.1  | 3.73               | 1.87             |
| 12 | Roble        | 18.14 | 3.62               | 1.81             |
| 13 | Roble        | 17.51 | 3.54               | 1.77             |
| 14 | Roble        | 17.19 | 3.5                | 1.75             |
| 15 | Roble        | 14.96 | 3.19               | 1.59             |
| 16 | Roble        | 14.96 | 3.19               | 1.59             |
| 17 | Roble        | 14.32 | 3.09               | 1.54             |
| 18 | Roble        | 14.32 | 3.09               | 1.54             |
| 19 | Roble        | 14.01 | 3.04               | 1.52             |
| 20 | Roble        | 13.05 | 2.89               | 1.44             |
| 21 | Roble        | 13.05 | 2.89               | 1.44             |
| 22 | Roble        | 13.05 | 2.89               | 1.44             |
| 23 | Roble        | 12.73 | 2.83               | 1.42             |
| 24 | Roble        | 12.41 | 2.78               | 1.39             |
| 25 | Roble        | 12.41 | 2.78               | 1.39             |
| 26 | Roble        | 12.1  | 2.72               | 1.36             |
| 27 | Roble        | 11.46 | 2.61               | 1.3              |
| 28 | Roble        | 11.14 | 2.55               | 1.27             |
| 29 | Roble        | 11.14 | 2.55               | 1.27             |
| 30 | Roble        | 10.82 | 2.49               | 1.24             |

Anexo R. Continuación.

|       |       |       |        |       |
|-------|-------|-------|--------|-------|
| 31    | Roble | 10.5  | 2.43   | 1.21  |
| 32    | Roble | 10.19 | 2.37   | 1.18  |
| 33    | Roble | 10.19 | 2.37   | 1.18  |
| Total |       |       | 112.27 | 56.13 |

Anexo S. Cantidad de necromasa y biomasa por parcela del bosque de roble en toneladas por hectárea (t/ha).

| <b>Parcela</b> | <b>Biomasa total Roble</b> | <b>Necromasa total de muertos</b> | <b>Biomasa total de helechos</b> | <b>Total</b> |
|----------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------|
| Parcela 1      | 439.98                     | 6.67                              | 0                                | 446.64       |
| Parcela 2      | 252.89                     | 0.44                              | 5.73                             | 259.06       |
| Parcela 3      | 221.93                     | 15.75                             | 11.98                            | 249.66       |
| Parcela 4      | 513.2                      | 69.68                             | 0                                | 582.87       |
| Parcela 5      | 505.32                     | 7.69                              | 0                                | 513.01       |
| Parcela 6      | 468.21                     | 14.07                             | 0                                | 482.28       |
| Parcela 7      | 299.31                     | 0.94                              | 7.16                             | 307.41       |

Anexo T. Cantidad de carbono por parcela del bosque de roble en toneladas por hectárea (t/ha).

| <b>Parcela</b> | <b>Carbono total de roble</b> | <b>Carbono total de muertos</b> | <b>Carbono total de helechos</b> | <b>Total</b> |
|----------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------|
| Parcela 1      | 219.99                        | 3.33                            | 0                                | 223.32       |
| Parcela 2      | 126.45                        | 0.22                            | 2.86                             | 129.53       |
| Parcela 3      | 110.96                        | 7.88                            | 5.99                             | 124.83       |
| Parcela 4      | 256.6                         | 34.84                           | 0                                | 291.44       |
| Parcela 5      | 252.66                        | 3.84                            | 0                                | 256.51       |
| Parcela 6      | 234.11                        | 7.03                            | 0                                | 241.14       |
| Parcela 7      | 149.65                        | 0.47                            | 3.58                             | 153.7        |

Anexo U. Registro fotográfico del establecimiento de parcelas y toma de datos.

*Bosque de roble*



*Orientación de la parcela norte-sur*



*Establecimiento de parcelas*



*Medición de diámetros (DAP).*



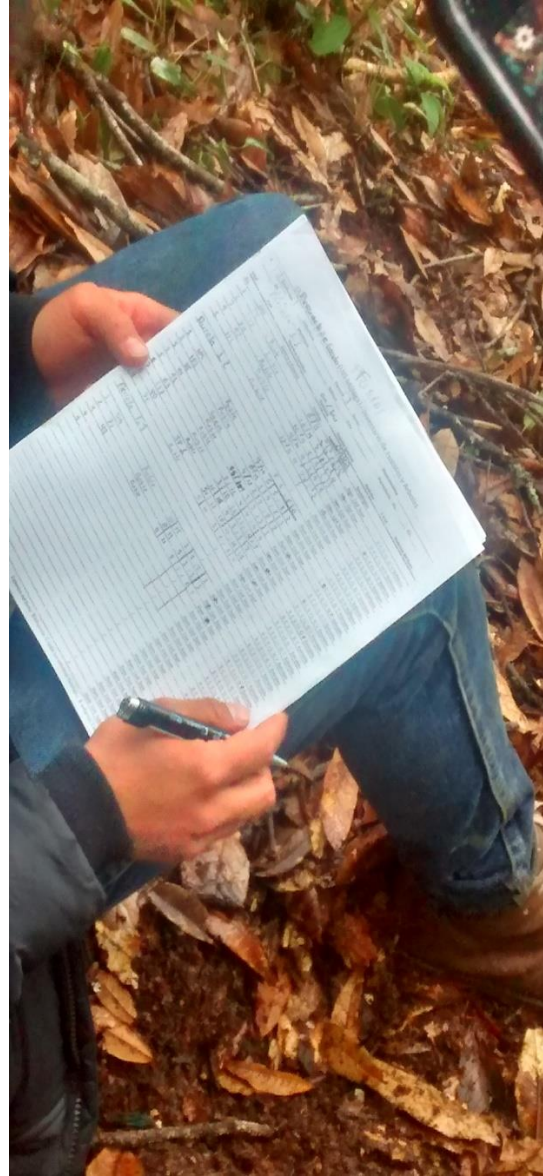
*Medición de ángulos para el cálculo de alturas.*



***Identificación de especies de la regeneración natural.***



**Registro de datos de campo.**



Anexo V. Registro fotográfico de los disturbios antrópicos.

**Deforestación en el bosque de roble.**



*Modificación del paisaje para el establecimiento de sistemas apícolas.*

