

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE FRUTOS Y SEMILLAS EN UN
BOSQUE ALTOANDINO, MUNICIPIO DE TOTORÓ-CAUCA**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR EL TÍTULO DE BIÓLOGO EN LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

LUIS EDUARDO LÓPEZ VARGAS

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
POPAYÁN 2015**

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE FRUTOS Y SEMILLAS EN UN
BOSQUE ALTOANDINO, MUNICIPIO DE TOTORÓ-CAUCA**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR EL TÍTULO DE BIÓLOGO EN LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

LUIS EDUARDO LÓPEZ VARGAS

DIRECTOR: DIEGO JESÚS MACÍAS PINTO

PROFESOR DPTO. BIOLOGÍA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

POPAYÁN 2015

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del director

Firma del jurado

Firma del jurado

Popayán, 2015

A mi mamá por su amor y apoyo incondicional.

A mi hermano por su apoyo y Confianza.

Al libro abierto ante nuestros ojos esperando ser leído
y comprendido titulado “naturaleza”.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que me apoyaron para la realización y culminación de este trabajo, que de una u otra forma influyeron y me acompañaron en el proceso en especial a: Mi mamá por brindarme el apoyo y el amor necesario para cumplir esta meta, a mi hermano por su inmenso apoyo y sabios consejos que me impulsaron a concluir este ciclo y mi familia por su cariño incondicional.

A la Universidad del Cauca y especialmente al programa de Biología por darme la oportunidad de aprender y crecer en su espacio, a John Carlos, por hacer más ameno el trabajo de laboratorio; al profesor Giovanni Varona por su apoyo logístico, principalmente en todo lo concerniente en campo.

A mi director Diego Macías por inculcar su deseo de investigación que permitieron el desarrollo continuo e integral de mi persona. Al profesor Bernardo Ramírez por regalarme un poco de su conocimiento y de su tiempo.

A mi amigo y compañero, Jhoy Córdoba, por su compañía, apoyo y colaboración en el laboratorio y en campo.

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1. OBJETIVOS | 3 |
| 1.1. Objetivo general | 3 |
| 1.2. Objetivos específicos | 3 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 4 |
| 2.1. Generalidades de frutos | 4 |
| 2.2. Síndromes de dispersión de diásporas | 5 |
| 2.2.1. Dispersión anemocoria | 6 |
| 2.2.2. Dispersión zoocoria | 6 |
| 2.2.2.1. Dispersión ectozoocoria | 6 |
| 2.2.2.2. Dispersión mirmecocoria | 7 |
| 2.2.2.3. Dispersión endozoocoria | 7 |
| 2.2.2.4. Dispersión sinzoocoria | 7 |
| 2.2.3. Dispersión hidrocoria | 7 |
| 2.2.4. Dispersión autocoria | 7 |
| 2.2.4.1. Dispersión barocoria | 7 |
| 3. METODOLOGÍA | 8 |
| 4. ÁREA DE ESTUDIO | 14 |
| 5. Resultados y discusión | 16 |
| 5.1. Caracterización morfológica de frutos y semillas. | 16 |
| 5.2. Peso de frutos y semillas | 17 |
| 5.3. Número de semillas por fruto. | 18 |
| 5.4. Forma de vida y morfometría de fruto y semilla | 19 |
| 5.5. Forma de vida y síndrome de dispersión. | 20 |

| | |
|--|-----------|
| 5.6. Síndromes de dispersión a nivel comunitario. | 21 |
| 5.7. Variación temporal de los síndromes de dispersión y disponibilidad de diásporas sarcocoras. | 24 |
| 5.8. Patrones de frecuencia y abundancia de los síndromes de dispersión. | 28 |
| 6. CONCLUSIONES | 32 |
| BIBLIOGRAFÍA | 33 |
| ANEXOS | 39 |
| Anexo 1: Descripción morfológica de frutos y semillas del relicto boscoso altoandino Base de datos Acces 2007. | 39 |
| Anexo 2: Frecuencias (Fr) y abundancias (Ar) relativas de los síndromes de dispersión para 3 parcelas en el relicto boscoso altoandino. | 39 |
| Anexo 3: Imágenes de algunas de las semillas y frutos del relicto boscoso altoandino. | 40 |

TABLAS

Tabla 1: Clasificación morfológica de las diásporas 6

Tabla 2 formas base para descripción de frutos. 11

Tabla 3 formas base para descripción de semillas. 12

Tabla 4. Valores promedio del peso (g), longitud (mm), relación largo/ancho y relación pericarpo/semilla del fruto y la semilla de acuerdo al hábito de las plantas.
18

Tabla 5. Resultados análisis varianza paramétrico (ANOVA) y no paramétrico (Kruskal- Wallis) de características del fruto, semilla y diáspora relativo al hábito y síndrome de dispersión. 20

Tabla 6. Número y porcentaje de especies de acuerdo al síndrome de dispersión y al hábito de las plantas. 22

Tabla 7. Valores promedio de la relación largo/ancho (R. L/A), peso (g), longitud (mm) de la diáspora, número de especies relativo al color de la diáspora y a la forma de vida. 25

Tabla 8. Porcentaje del síndrome de dispersión de las especies de acuerdo a la unidad de dispersión. 27

FIGURAS

- Figura 1:** tamaño según ejes. 10
- Figura 2** texturas y/o superficies. 12
- Figura 3** tablas de colores 13
- Figura 4.** Ubicación geográfica del bosque estudiado. 15
- Figura 5.** Número de especies con mecanismo de dispersión de acuerdo al hábito de las plantas. 21
- Figura 6.** Caracterización general de los síndromes de dispersión, incluyendo tipo de diáspora y unidad de dispersión. 22
- Figura 7.** Consistencia y dehiscencia durante los doce meses del año 24
- Figura 8.** Síndromes de dispersión durante los doce meses del año. 25
- Figura 9.** Variación temporal de número de plantas con frutos carnosos en el relicto boscoso alto andino durante los doce meses del año. 26
- Figura 10.** Variación temporal individual de las 17 especies que producen diásporas sarcocoras, más relevantes del relicto boscoso. 27
- Figura 11.** Análisis de correspondencias entre las parcelas y los sistemas de dispersión para las especies. 29
- Figura 12.** Escalamiento multidimensional por sistema de dispersión, en base a las especies y su abundancia. **a.** epizocoria, **b.** endozocoria, **c.** sinzocoria, **d.** autocoria, **e.** barocoria, **f.** balocoria, **g.** anemocoria y **h.** hidrocoria 31

INTRODUCCIÓN

Debido a la diversidad de especies en el grupo de las angiospermas, estas poseen una enorme variedad de aspectos morfológicos y genéticos. Diversos autores calculan alrededor de 250000 taxa para angiospermas; de las cuales alrededor de 27800 están presentes en Colombia, de las cuales según el IAVH calcula, se conocen cerca del 90%; además Colombia está catalogada dentro de las primeras posiciones de los países más ricos en plantas vasculares del mundo (IAVH 2009), lo que se traduce en una compleja variedad de frutos y semillas para nuestro territorio nacional.

A pesar de los avances en estudios morfológicos, actualmente se presenta un déficit en la descripción e investigación de los frutos y semillas de un alto porcentaje de plantas, en especial en aquellas que no representan un beneficio económico a las poblaciones humanas; olvidando que su estudio, identificación y descripción es importante en trabajos ecológicos (Arias, 1986; Giraldo y Link, 2010; Arbeláez y Parrado, 2005; Fenner, 1985; Ibarra *et al.*, 2010; y Piedade *et al.*, 2010), anatómicos y morfológicos (Dottori y Cosa, 2007; Campana *et al.*, 2010; Mazorra *et al.*, 2006; Fletcher, 2007; Ríos *et al.*, 2004), florísticos-fenológicos (Gómez y Macías, 2012; Gentry, 1973; Gómez y toro, 2008; Plazas, 2003 y Obando, 2002), sin relegar los de tipo taxonómico y sistemático (APG III, 2009; Barroso *et al.*, 1999 y Radford *et al.*, 1974) y la importancia de estos para la planeación adecuada del manejo de los servicios ecosistémicos.

Los páramos, bosques andinos y altoandinos nos ofrecen diferentes servicios ecosistémicos como lo son la biodiversidad, la regulación del agua, la retención de carbono (Vásquez *et al.*, 2011), entre otros. Trabajos de este tipo y en estos espacios pueden ser relevantes para la implementación de estrategias para la restauración, reforestación y conservación.

La disminución acelerada de los bosques altoandinos primarios, causa no solo la degradación de los suelos, el aislamiento y fraccionamiento genético y la disminución de la diversidad, sino también pone en evidencia la falta de conocimientos esenciales sobre las características ecológicas, biológicas y los factores que influyen en el desarrollo del bosque que permitan recuperar los ecosistemas naturales perdidos, manteniéndolos productivos sin deteriorarlos.

Es de extrañar entonces, la escases de manuales, guías, trabajos de grado, tesis y demás para Colombia en el ámbito carpológico, conociendo de antemano la importancia que tienen para la regeneración natural, conservación, mantenimiento y restauración de los ecosistemas.

Una manera de contribuir a la deficiencia en estos aspectos es mediante la elaboración de trabajos locales como este, que permitan contribuir al conocimiento

que se tiene al respecto y determinando de manera precisa y detallada los frutos y semillas de las especies del área de estudio (Sánchez 1988). El área de estudio (figura 1.) cuenta con un inventario florístico (Arcos 2009) que sirve como punto de partida para el estudio carpológico detallado de este bosque altoandino localizado en el municipio de Totoró situado al sur occidente de Colombia, en la zona oriental del departamento del Cauca, entre los 2900 y 3200 m (CRC, 2003).

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

Caracterizar la morfología y síndromes de dispersión de frutos y semillas de las plantas presentes en un bosque altoandino del municipio de Totoró-Cauca.

1.2. Objetivos específicos

Describir detalladamente los frutos y semillas de las plantas presentes en un relicto boscoso altoandino.

Determinar la unidad y síndromes de dispersión de las plantas presentes en el área de estudio.

Relacionar las características morfológicas con la estructura del bosque y los síndromes de dispersión.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades de frutos

Los frutos y semillas han sido elementos vitales para el futuro global; desde los nómadas recolectores hasta la industrialización y producción de estos a gran escala; reportados en libros antiguos, petroglifos y arte rupestre, donde se les ha dado connotaciones de fertilidad, buenos presagios, abundancia y riqueza. Son parte importante en nuestra alimentación y como fuente de medicamentos ya sea de extracción de sus compuestos químicos, así como la utilización de los mismos en infusiones y preparaciones caseras. De la misma forma son importantes para la fauna, como fuente de alimento accesible y básico, representando en ocasiones la dieta estricta para varios gremios frugívoros; además de presentar relaciones ecológicas diferentes con diversos organismos.

Lo mencionado anteriormente ha servido para que científicos centren su atención en estos órganos y realicen trabajos importantes para la determinación de estos; entre ellos se encuentran Sánchez *et al.* (1991), quien en su libro “manual de identificación de frutos y semillas anemócoras de árboles y lianas de la estación los Tuxtlas, México”, define el fruto como un ovario maduro que contiene una o más semillas y que puede incluir partes florales accesorias.

La pared del ovario, al madurar el fruto, se convierte en pericarpio o pared del fruto, que puede ser succulenta o seca. Paralelamente, la pared del fruto puede ser dehiscente permitiendo que el fruto se abra para exponer o expulsar las semillas o indehiscente, desprendiéndose entonces junto con estas (Benson, 1959; Jamienson y Reynolds, 1967; Radford *et al.*, 1974).

La semilla es el ovulo maduro fertilizado que posee un embrión, endospermo (semillas albuminosas) o puede carecer de él (semillas exalbuminosas) y las cubiertas protectoras o testa. Las semillas presentan formas y tamaños diversos. La superficie de la cubierta puede ser lisa o esculpida; en unas los tegumentos se alargan para formar un ala papirácea o traslúcida; otras están cubiertas por pelos aislados o agregados a manera de una masa algodonosa; puede tener un simple penacho de pelos en uno o en ambos extremos o bien una excrescencia carnosa (arilo) del funículo (Flórez, 1999).

Otros autores definen el fruto como una estructura que protege la semilla y han realizado importantes estudios en caracterización morfológica como Velázquez *et al.*, 2009, Plazas (2003), Obando (2002), Acosta y Linares (2004) y Ríos *et al.*, (2004).

Uno de los trabajos más importantes en este campo, lo presenta Barroso *et al.*, (1999), el cual titula “Guía de frutos e sementes-morfología aplicada a sistemática

de dicotiledóneas”; donde se expone una clasificación más amplia y una definición más exacta para los subtipos de frutos, además claves para la identificación de los diferentes tipos de frutos.

Fletcher (2007) en su trabajo de caracterización morfológica de frutos y semillas de dicotiledóneas del cerro Híspala, municipio de Purace, realiza un importante estudio y avance en el Cauca sobre la morfología de frutos y semillas y sus posibles mecanismos de dispersión, detallando apéndices y estructuras utilizadas por las diásporas para dispersarse de 50 especies.

2.2. Síndromes de dispersión de diásporas

Dispersión es la forma de transporte que consistente en el efecto de diseminar y esparcir. Las plantas usan la dispersión para expandir su área de distribución y la parte dispersada se denomina diáspora, disemínulo o propágulo (Alcaraz 2007).

La dispersión de la semilla y/o el fruto es una etapa crítica en el ciclo de vida de las especies, porque permite el transporte y liberación de individuos fisiológicamente independientes en el ámbito del hábitat ocupado por sus progenitores o la colonización de nuevos territorios, si las condiciones ambientales son adecuadas. La unidad de dispersión se denomina diáspora, la cual constituye o consiste, en la semilla, fruto y partes florales accesorias que representan adaptaciones a diferentes agentes dispersores. Las diásporas pueden ser dispersadas en espacio y tiempo. La dispersión en espacio es de un lugar a otro, usualmente lo más retirado posible de la planta progenitora; la dispersión en tiempo es la latencia o inactividad de las diásporas, por un periodo variable de tiempo (Flores, 1999).

La dispersión en general hace parte de las estrategias que poseen los organismos vegetales, para movilizar su material genético y adecuarse a los cambios periódicos que ocurren en su hábitat, con el fin de encontrar recursos favorables para su desarrollo. La dispersión es un fenómeno preponderante para entender la distribución y abundancia de las plantas, ya que la presencia de una especie en un área determinada puede depender de su habilidad para llegar a ella (Dirzo y Domínguez, 1986). Por lo tanto la dispersión está considerada como una de las fases críticas en la historia de vida y dinámica poblacional de los organismos vegetales (Fenner, 1985; Gentry, 1982b; Good 1947). Estos autores también indican que la morfología de frutos y semillas indica frecuentemente los mecanismos generales de dispersión, aunque estos solo pueden aplicarse de manera tentativa (Van Der Pijl, 1972); además se pueden presentar relaciones de dispersión, en las cuales un solo individuo puede presentar dos o más mecanismos de dispersión.

Dansereau y Lems (1957) proponen la siguiente clasificación para las diásporas:

Tabla 1: Clasificación morfológica de las diásporas

| Autocoras | Heterocoras |
|------------------|--------------------|
| Auxocoras | Acantocoras |
| Balocoras | Ascocoras |
| Barocoras | Ciclocoras |
| Esclerocora | Esporocoras |
| Microesclerocora | Ixocoras |
| Pirenocora | Pogonocoras |
| Semacoras | Pterocoras |
| | Sacocoras |
| | Sarcocoras |

Los principales métodos de dispersión según Van Der Pijl (1972) son:

2.2.1. Dispersión anemocoria

Transporte de diásporas por el viento, incluye las semillas muy pequeñas como aquellas que tienen estructuras especiales que le permitan usar corrientes de aire para dispersarse como alas, papús y plumas.

2.2.2. Dispersión zoocoria

En muchos casos se establece una dependencia mutua entre plantas y dispersores y como resultado una coevolución entre ambos. Hay distintos tipos de esta relación.

2.2.2.1. Dispersión ectozoocoria

(Epizoocoria) Semillas que desarrollan estructuras como apéndices en forma de ganchos, o sustancias pegajosas que les permiten adherirse al cuerpo de los animales (piel, plumas o pelo).

2.2.2.2. Dispersión mirmecocoria

Constituye un tipo de Ectozoocoria, relación especializada y específica planta-hormiga; frecuentemente las semillas tienen estructuras especiales como el elaiosoma (tejido nutritivo con aceites y almidón).

2.2.2.3. Dispersión endozoocoria

Diásporas frecuentemente con una cubierta nutritiva, llamativa o comestible que atrae a los animales y les sirve como recompensa; capaces de tolerar el paso por el sistema bucal y el tracto digestivo.

2.2.2.4. Dispersión sinzoocoria

Las diásporas son colectadas y transportadas a un lugar de almacenamiento.

2.2.3. Dispersión hidrocoria

Se presenta principalmente en las plantas acuáticas o costeras; puede ser por lluvia o corrientes, las cuales poseen características que les permiten flotar en agua dulce y salada, por ejemplo con una cavidad interna vacía, con tejidos ligeros, testa impermeable, o diásporas muy delgadas.

2.2.4. Dispersión autocoria

En esta categoría están las plantas que son autónomas y ellas mismas se encargan de su dispersión, los frutos de este grupo caen explotan y lanzan las semillas, algunos sufren cambios higroscópicos.

2.2.4.1. Dispersión barocoria

Diásporas grandes y pesadas que caen por su propio peso; sin embargo es una categoría poco clara.

3. METODOLOGÍA

Se realizaron salidas mensuales desde Noviembre de 2012 a Diciembre de 2013, con el fin de estudiar y tomar información durante los doce meses del año. En las salidas se tomaron muestras de herbario y de material carpológico, para su posterior estudio.

Las muestras de herbario se herborizaron siguiendo a Judd (2002). Estas muestras sirvieron como ejemplares testigo y fueron incluidos en el herbario de la Universidad del Cauca (CAUP), bajo la numeración L. López. Por su parte el material carpológico fue colectado directamente del parental, (bajo el mismo número de colección del parental), los frutos fueron sometidos a un proceso de conservación en seco y en liquido (mezcla de alcohol y glicerina, 70-30 % respectivamente); estas muestras son parte de la naciente carpoteca de la Universidad del Cauca.

Se identificaron y describieron las estructuras empleadas para la dispersión, basándose en el material bibliográfico Barroso *et al.* (1999); Fletcher (2007); Ríos *et al.* (2004) y Sánchez *et al.* (1991). Así mismo la determinación del material vegetal se llevó a cabo por medio de claves para familias, géneros y especies (Mendoza y Ramírez, 2000 y Gentry, 1993, entre otras) y por comparaciones con los especímenes que se encuentran en el Herbario CAUP. La morfometría de los frutos y semillas se tomó según la figura 1.

Las descripciones de los frutos y semillas, fueron acompañadas por fotografías de la planta madre, frutos y semillas en detalle, las cuales conforman el álbum digital de las especies estudiadas; y se incluyeron en una base datos en Access 2007 (Anexo 1).

Las formas de los frutos se describieron, apoyándose en las figuras descritas en la tabla 2; para las semillas se utilizaron las formas descritas en la tabla 3. Las texturas y/o superficies de frutos y semillas se describieron siguiendo las figuras y terminología descritas en la figura 2.

Para la identificación de los colores en los frutos y semillas, se tuvo en cuenta las coloraciones descritas en la figura 3.

El número de semillas por fruto fue determinado en un total de 20 frutos por cada una de las especies; el mismo número de frutos y semillas por cada especie, fue utilizado para determinar la morfometría. El peso fue utilizado para determinar la relación pericarpio/semilla (peso promedio del fruto/(peso promedio semillas* número promedio de semillas por fruto)) (López y Ramírez 1998).

La frecuencia de especies pertenecientes a los diferentes caracteres cualitativos analizados fue establecida a través de la prueba de la mediana (X²). La

comparación de más de dos medias fue realizada a través de un análisis de varianza paramétrico; se utilizó Anova no paramétrico (Sokal y Rohlf 1969), cuando no se encontró homogeneidad de varianza para los datos comparados utilizando el test de Barlett (López y Ramírez 1998). La distribución de frecuencia de los síndromes de dispersión en relación con la forma de vida de las plantas y el periodo de estudio se realizó a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para la disponibilidad de diásporas sarcocoras, se realizó una Andeva de una vía para evaluar el efecto del tiempo (meses) en la variación de diásporas sarcocora (Giraldo y Link 2010). Finalmente se realizó una regresión exponencial entre la precipitación y las plantas con diásporas sarcocoras.

Para evaluar los patrones de frecuencia y abundancia de los síndromes de dispersión en el área de estudio en tres diferentes sectores, se realizaron tres transeptos (de tanto por tanto), una por zona (izquierda-centro-derecha), donde la zona izquierda se caracteriza por estar en una sucesión secundaria temprana dominada por arbustos, la central está representada por un bosque mucho más maduro con árboles de buen porte y la zona derecha presenta características intermedias entre las mencionadas anteriormente. La clasificación zonal del área de estudio se determinó por observación directa y cambios visuales en la morfología general del relicto boscoso.

Los análisis de datos se basaron en los 8 síndromes de dispersión otorgados a las plantas del relicto. Para determinar la asociación entre los síndromes de dispersión y los transeptos, se realizó un análisis de correspondencia, relacionando la frecuencia de los síndromes de dispersión por especies con los transeptos (Giraldo y Link 2010).

Adicionalmente, se realizó Kruskal Wallis y escalamiento multidireccional (MDS) para determinar diferencias significativas y afinidades florísticas entre transeptos, utilizando la frecuencia relativa ($\frac{\#spp \text{ con determinado síndrome de dispersión}}{\#total \text{ spp por transepto}}$) y la abundancia relativa ($\frac{\# \text{ de individuos con determinado síndrome de dispersión}}{\# \text{ total de individuos por parcela.}}$) de los síndromes de dispersión por transepto.

Los análisis se realizaron con el programa IBM statics SPSS (IBM Corp.,2011).

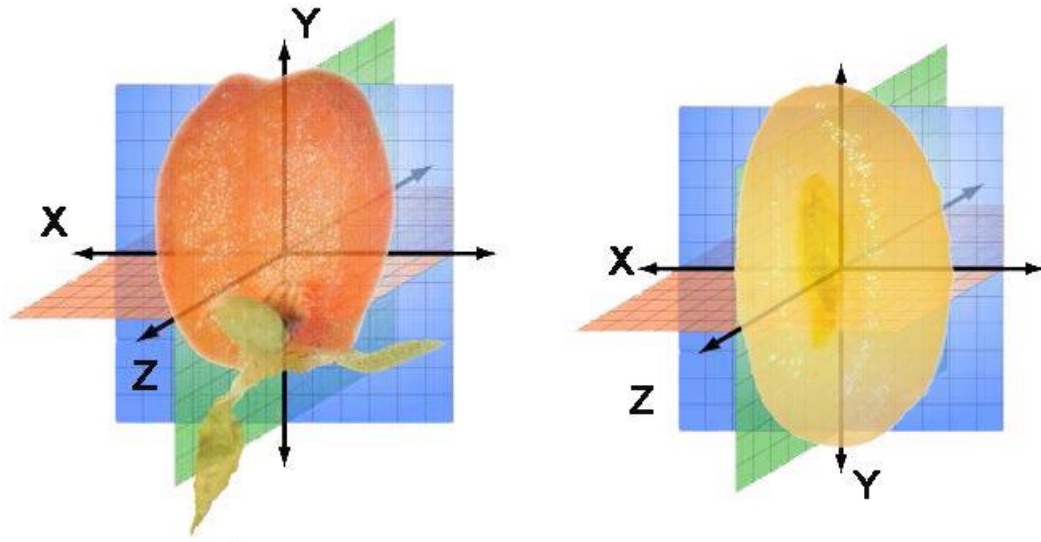


Figura 1: tamaño según ejes.

Y: Diámetro polar **X:** Diámetro ecuatorial. **Z:** es la parte de menor grosor y transversal al eje X.



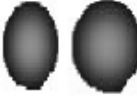




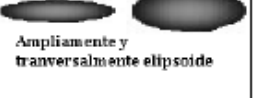





































| | 12:1 | 6:1 o 3:1 | 2:1 o 3:2 | 6:5 | 1:1 | 5:6 | 2:3 o 1:2 | 1:3 o 1:6 | |
|--|---|---|---|--|---|---|---|-----------|--|
|  Cilindrico |  Estrechamente elipsoide |  Elipsoide |  Ampliamente elipsoide |  Globoso |  Obloide |  Transversalmente elipsoide |  Ampliamente y transversalmente elipsoide | | |
| |  Estrechamente oblongo |  Oblongo |  Ampliamente oblongo |  Cubico |  Transversal y ampliamente oblongo |  Transversalmente oblongo |  Estrecha y transversalmente oblongo | | |
|  Linear |  Estrechamente ovoide |  Ovoide |  Ampliamente ovoide |  Muy ampliamente ovoide |  Depreso ovoide |  | | | |
| |  Estrechamente obovoide |  Obovoide |  Ampliamente obovoide |  Muy ampliamente obovoide |  Depreso obovoide |  | | | |
|  Linear triangular |  Estrechamente romboide |  Romboide |  ampliamente romboide |  Transversalmente romboide |  Estrecha y transversalmente romboide | | | | |
| |  Estrechamente ob-conico |  Conico-obconico |  Ampliamente ob-conico |  Muy ampliamente ob-conico |  Ampliamente depresso conico | | | |  Estrecha y transversalmente conico |
|  Linear obtriangular |  Estrechamente ob-piramidal |  ob-piramidal | | | |  Ampliamente ob-piramidal |  Transversalmente piramidal | | |

Tabla 2. Formas base para descripción de frutos (Modificado de Systematic Association Committees for Descriptive Terminology, 1962)

| | |
|-----------------------------------|---|
| Cocleada | Ovoide |
| | |
| Oblonga | Triangular – piramidal-angulosas |
| | |
| Filiforme – linear - plana | Globosa |
| | |
| Lenticular | Reniforme |
| | |

Tabla 3. Formas base para descripción de semillas (tomado de Mendoza H. y Ramírez B. 2006)

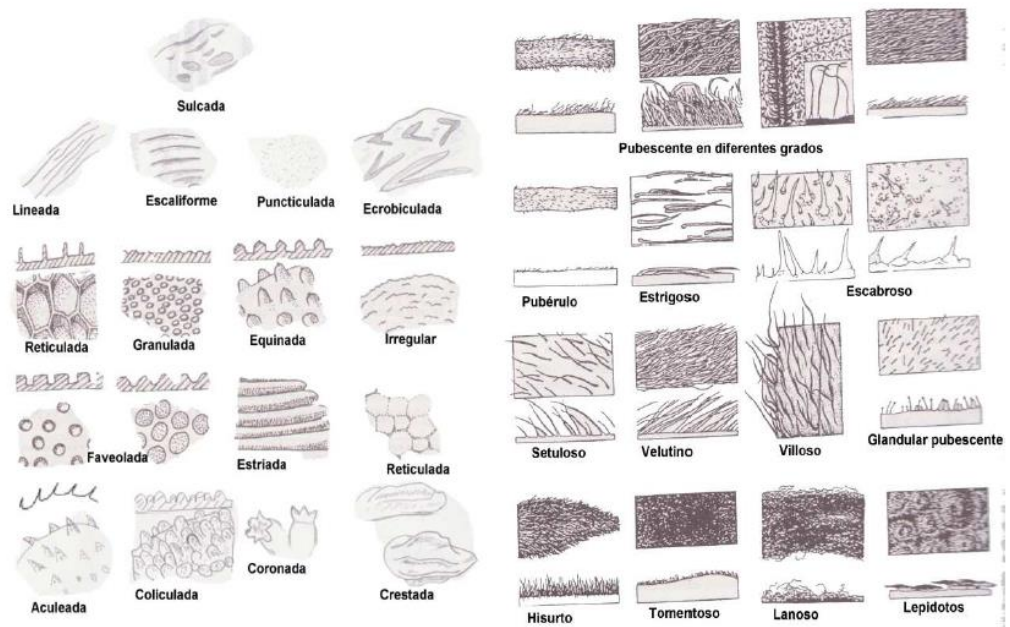


Figura 2. Texturas y/o superficies (Tomado y modificado de Mendoza H. y Ramírez B. 2006., Ramírez B. y Goyes R. 2005. Y Barroso G. *et al* 1999.)

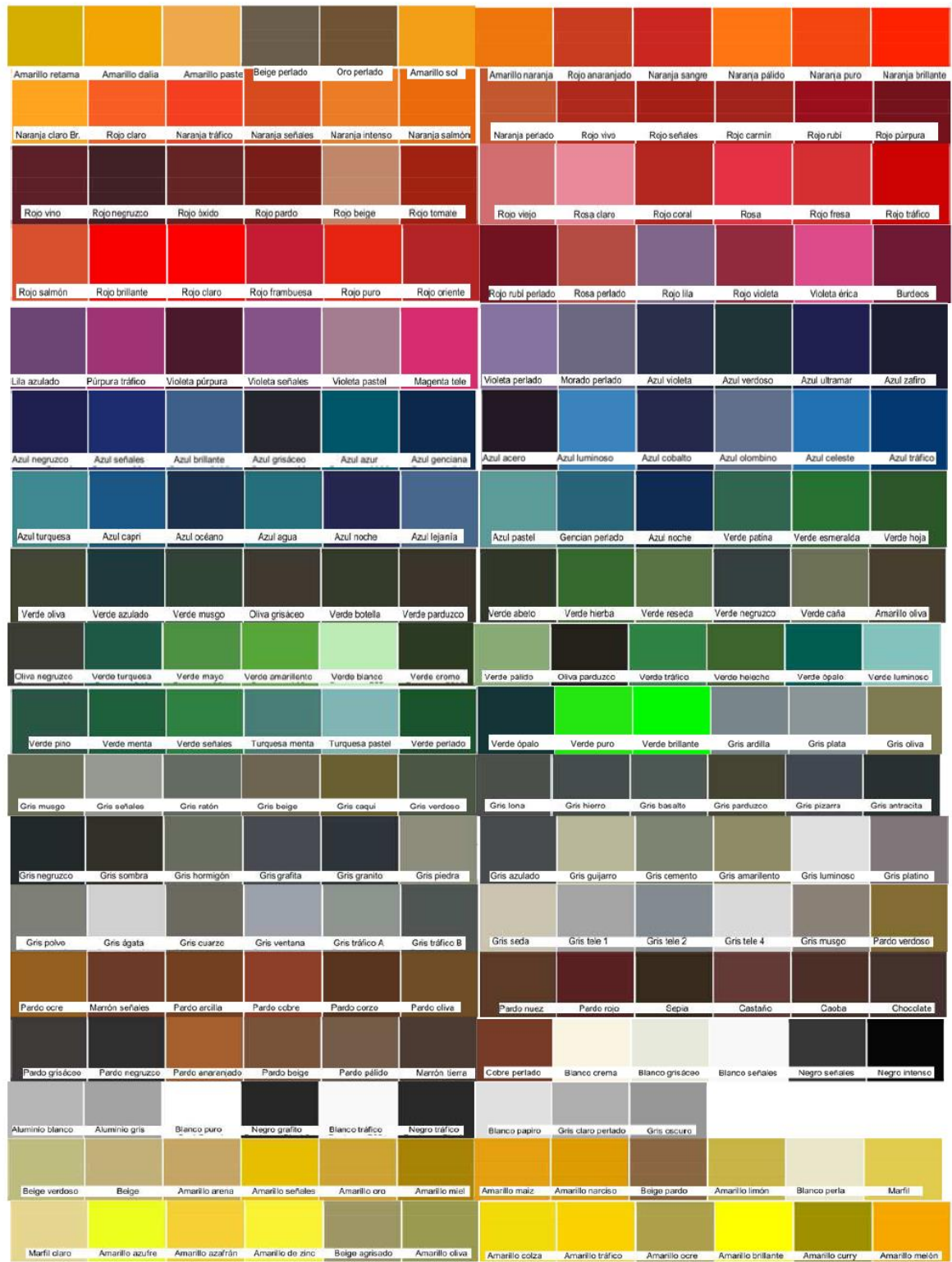


Figura 3. Tabla de colores.

4. ÁREA DE ESTUDIO

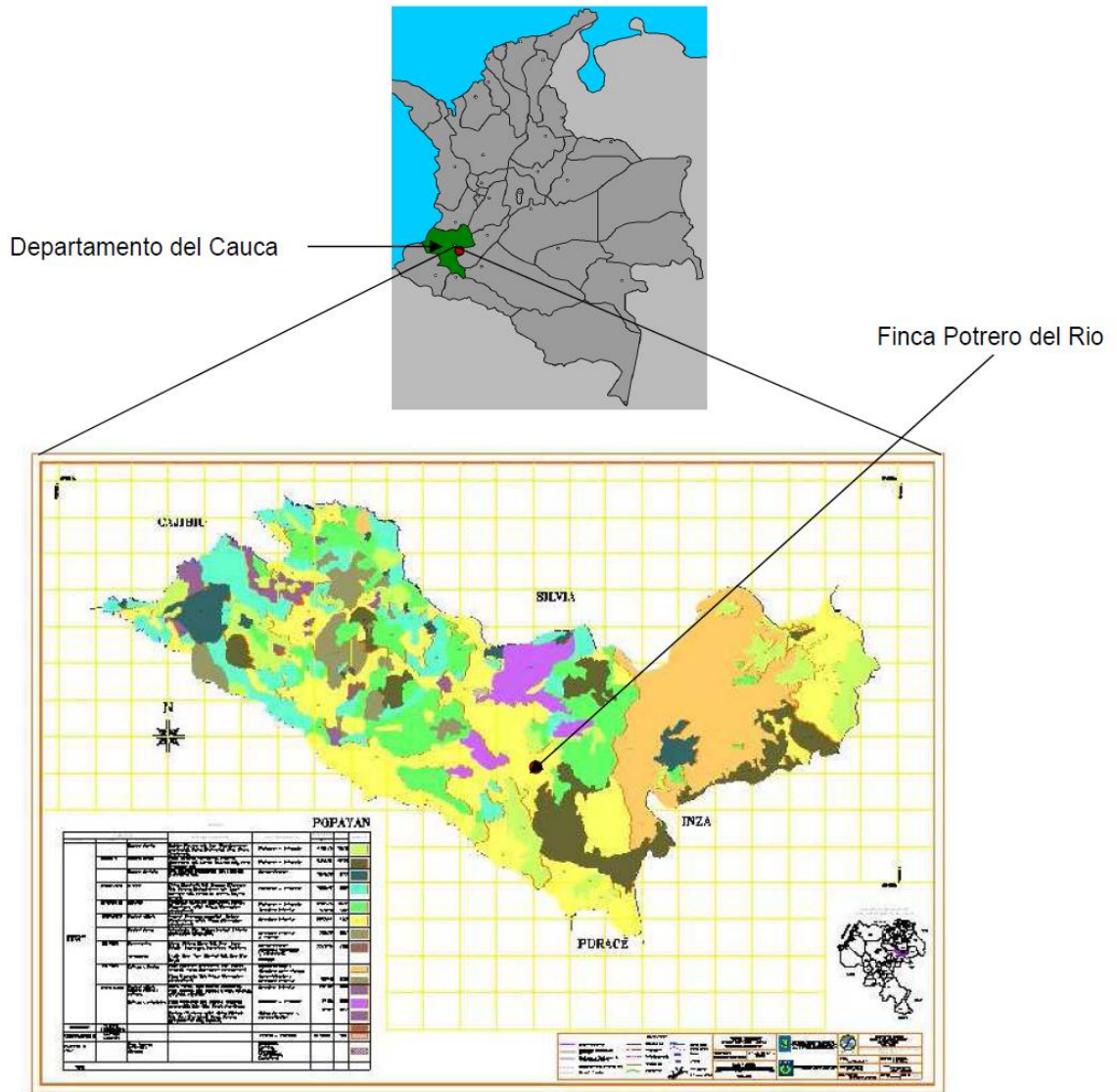
La vereda El Cofre se encuentra hacia la parte central del municipio de Totoró, haciendo parte del resguardo indígena de Totoró (figura 4). El bosque objeto de estudio tiene aproximadamente 6.9 has, se encuentra ubicado a una altura entre 2900 - 3200 msnm, pertenece a una selva alto andina según Cuatrecasas o un bosque Muy húmedo montano bajo (bmh-MB) según Holdridge (1979), presenta precipitaciones de aproximadamente 3200 mm por año y una temperatura que oscila entre los 5 -11 grados centígrados.

La zona de estudio se caracteriza por presentar un relieve desde ligeramente plano a fuertemente ondulado, con pendientes entre 3 y 25%, lo que posiblemente condicione las estrategias de dispersión de las especies presentes en el lugar. Sus suelos están formados a partir de cenizas volcánicas, las cuales descansan sobre rocas ígneas, andesitas, basaltos y diabasas. Son suelos de bien a moderadamente drenados, presenta procesos erosivos evidentes en algunos sectores (Arcos 2009).

Tanto la zona de estudio como la vereda El Cofre, están influenciadas por la cuenca hidrográfica del río Cofre, afluente del río Cauca, y principal prestador de servicios ecosistémicos de la población residente; debido a esto se presentan gran cantidad de actividades antropogénicas extractivas, lo que eleva significativamente la deforestación, contaminación hídrica y geológica; las principales actividades agropecuarias intensivas son la ganadería, cultivos de papa (*Solanum tuberosum*), arveja (*Pisum sativum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), haba (*Vicia faba*), ulluco (*Ullucus tuberosus*) y plantas aromáticas como manzanilla (*Matricaria recutita*), Caléndula (*Calendula officinalis*). Cultivos densos como pastos de corte y/o forrajeros, cultivos en invernadero.

En la composición florística del área objeto de estudio, realizada por Arcos (2009), se registran, 114 especies de dicotiledóneas, que se reparten en 82 géneros y 51 familias. Siendo Melastomataceae con 12 especies la familia más diversa, después están Asteraceae (11 especies), Rubiaceae y Piperaceae (6 especies), Rosaceae (5 especies), además se observan a Myrsinaceae, Ericaceae, Lamiaceae, Aquifoliaceae y Cunoniaceae cada una con 4 especies. Los géneros con mayor cantidad de especies fueron *Miconia* con 7, seguida por *Ilex*, *Weinmannia* y *peperomia* cada una con 4, un total de 18 especies de Pteridofitos distribuidas en 11 géneros y 9 familias, en el grupo de Monocotiledóneas, se encontraron 15 especies distribuidas en 11 géneros y 8 familias; para un total general de 741 individuos representando 67 familias y 104 géneros y 147 especies de plantas vasculares.

Figura 4. Ubicación geográfica del bosque estudiado.



Fuente: Gobernación del Cauca (2003).

5. Resultados y discusión

5.1. Caracterización morfológica de frutos y semillas.

Se caracterizaron morfológicamente los frutos y semillas de 102 especies de plantas, correspondientes a 43 familias distribuidas en 69 géneros (Anexo 1). Las familias Asteraceae y Orchidaceae fueron las que presentaron mayor número de especies con 12 cada una, seguidas por Bromeliaceae, Ericaceae y Melastomataceae con 5 especies cada una.

El 59,8% de las especies estudiadas dispersa el fruto completo y el 41,2 % utiliza la semilla. El síndrome principal de dispersión del total de las especies fue la zoocoria con un 51% (Endozoocoria 46%, Epizoocoria 4% y Sinzoocoria 1%), seguido de la Anemocoria con el 32%.

En el anexo 1 se presenta la descripción detallada de los frutos y de las semillas y la asignación del método o estrategia de dispersión de la planta de acuerdo con su morfología. Algunas plantas presentan más de un método o estrategia dispersiva.

La morfología de los frutos y semillas de las 102 especies estudiadas en este trabajo, poseen características morfológicas, que sirven para su agrupación y separación entre estas; así pues estos caracteres morfológicos son relevantes en la taxonomía vegetal y la identificación de las especies (Barroso *et. al* 1999). Un rasgo importante fue la agrupación de los frutos, múltiples copuliformes y estrobiliformes; los cuales según Barroso et al. (1999), son propios específicamente de algunas familias; coincidiendo esta información con los resultados obtenidos en este estudio para las familias Rutaceae, Siparunaceae y Rosaceae.

Fueron evidentes e importantes para la morfología de los frutos y semillas las partes accesorias asociadas a la dispersión. Según Plazas (2003) estas estructuras se convierten en una característica significativa para el reconocimiento de algunos grupos en mayor nivel; uno de estos es el cáliz persistente, tomando formas y tamaños variables y convirtiéndose así en una estructura propia de cada fruto, resultando apropiado para la separación de los tipos, subtipos de frutos y de los taxones. La posición basal o apical y la diferencia de los lóbulos del cáliz también facilita la separación, además nos provee la posición del ovario, importante para la clasificación de grupos. Ejemplos claros de lo mencionado anteriormente son los cáliz persistentes de *Ocotea infrafoveolata* y *Persea mutisii*, los cuales presentan diferencias en los lóbulos y consistencia (cupuliforme leñoso-dialipétalo carnosos, respectivamente).

Otra estructura importante son las prolongaciones alares, sin embargo en el estudio estas estuvieron poco representadas (*Alnus acuminata*). En *Zanthoxylum*

quinduense, *Vallea stipularis*, *Bocconia frutescens* y *Ruagea hirsuta*, presentan excrescencias carnosas en diferentes posiciones y con colores llamativos, lo cual según Buitrago y Lopez (2015), está relacionado con la dispersión zoocora, principalmente por aves. Es importante resaltar la especie *Siparuna echinata* en las que los frutículos son los que desarrollan unas estructuras análogas al arilo; en este caso son de origen floral, específicamente del pistilo, igualmente carnoso y de colores muy llamativos. El conflicto que genera la definición de las excrescencias carnosas debido a la diversidad del origen de estas han llevado a que se generalice a todas como “arilo” (Niembro, 1988).

La consistencia y la dehiscencia, son características muy importantes no solo para la separación de tipo y subtipo del fruto, además es preciso para señalar el tipo de dispersión de las especies, esto se ve reflejado en el estudio realizado por Barroso et al. (1999). Según Plazas, (2003) la dehiscencia es un carácter que contiene mucha información, en aquellas especies que la tienen, sin embargo en aquellas indehiscentes, se limita exclusivamente a negar la presencia del carácter, sin dar muchos elementos que permitan la separación o agrupación de especies.

El color es un carácter morfológico fácil de observar, pero su uso presenta varios problemas, pues es muy variable y genera una gran cantidad de colores. Adicionalmente, el color establecido en la descripción, al igual que la forma, consistencia, superficie, textura y tamaño es muy subjetivo. Aunque se manejaron los caracteres anteriormente mencionados mediante tablas, el establecimiento de estos se hizo dispendioso, debido a las diferencias en el estado de maduración de algunos frutos. Según Aguiar y Bispo (2013) y Malanotte (2014) lo son características directamente relacionadas con la dispersión y el color de los frutos funciona como señalización, aumentando la detectabilidad y sirviendo también como indicación de la madurez y calidad nutricional.

5.2. Peso de frutos y semillas

El 27,45% de las especies presentan un peso promedio de semillas entre 0,000085-0,001 g, un 43,13% tienen semillas con pesos que oscilan entre 0,001-0.02 g, un 21,56% tienen semillas con pesos que oscilan entre 0.02-0.1 g. Si se aumentan los intervalos de pesos, disminuye el porcentaje de especies, esto quiere decir que existen pocas especies cuyas semillas alcanzan un peso superior a 0,2 g. Entre los frutos hay un 72,54% con peso promedio comprendido entre 0,001–0.2 g, 17,64% de las especies tienen frutos con pesos entre 0,2–1 g, y muy pocas especies tienen frutos con pesos mayores de 0,1–150 g.

La complejidad estructural y de composición florística en los trópicos resulta en una amplia gama de adaptaciones para la dispersión (Manriquez y cornejo 2010), donde el peso de frutos y semillas determinan en gran medida las adaptaciones.

El relicto boscoso altoandino, está caracterizado por presentar una proporción elevada de especies con frutos y semillas con pesos bajos e intermedios. Donde el peso bajo está asociado a la dispersión anemócora y a las áreas abiertas (borde) del relicto. Las ventajas asociadas a los pesos reducidos se relacionan con la habilidad de alcanzar más sitios de germinación (Colombo y Viana 2000) o ser consumidos por aves (Malanotte 2014). Las condiciones topográficas y la condición de “isla” inmersa en una matriz de pastos y cultivos, permiten y potencian la aparición de especies con frutos y semillas de pesos bajos.

Un aspecto en cuanto el peso reducido es que la representatividad de las familias Orchidaceae, Melastomataceae y Gesneriaceae fue alto, lo que influye drásticamente en este valor.

Tabla 4. Valores promedio del peso (g), longitud (mm), relación largo/ancho y relación pericarpo/semilla del fruto y la semilla de acuerdo al hábito de las plantas.

| | Forma de vida de las especies | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------|----------|-----------------|---------|----------------|---------|-----------------|----------|--------------|---------|
| | Árbol N=17 | | Arbusto N=28 | | Hierba N=37 | | Epífita N=14 | | Liana N=6 | |
| | Media | (DS) | Media | (DS) | Media | (DS) | Media | (DS) | Media | (DS) |
| P. fruto | 38,85 | (117,75) | 6,18 | (24,28) | 0,23 | (0,46) | 0,28 | (0,33) | 14,15 | (29,83) |
| P. semilla | 6,75 | (18,81) | 0,041 | (0,05) | 0,010 | (0,011) | 0,0037 | (0,0073) | 0,12 | (0,18) |
| L. fruto | 17,95 | (16,76) | 15,02 | (18,41) | 8,30 | (5,74) | 15,95 | (11,80) | 25,9 | (26,73) |
| L. semilla | 10,67 | (13,46) | 4,40 | (3,57) | 2,55 | (2,43) | 0,81 | (1,33) | 5,53 | (2,31) |
| R. L/A fruto | 1,25 | (0,51) | 2,07 | (3,38) | 2,52 | (5,29) | 1,94 | (1,22) | 1,21 | (0,46) |
| R. L/A semilla | 1,51 | (0,89) | 2,48 | (3,80) | 2,77 | (6,04) | 1,69 | (0,43) | 1,91 | (0,82) |
| Relación P/S | 9,36 | (17,22) | 8,09 | (12,89) | 2,77 | (4,78) | 11,11 | (21,96) | 2,03 | (1,58) |

5.3. Número de semillas por fruto.

El número de semillas por fruto es variable para el relicto boscoso altoandino. El 53,92% de las especies tienen entre 1-10 semillas por fruto, 26,47% con números de semillas entre 11-200, 6,86% entre 201-630 (Ericaceae, Gesneriaceae, Melastomataceae), y un 12,75% presentan números entre 1000-2000000 de semillas por fruto, que hacen parte de la familia Orchidaceae.

Los números elevados de semillas por fruto, estuvieron representados por pocas familias, mencionadas anteriormente. Estas tienen la capacidad de establecer relaciones micorrizicas para su germinación y colonizar áreas con sustratos pobres (cortezas y rocas), estas semillas se caracterizan por una provisión escasa o nula de reserva (Barroso *et al* 1999). Sin embargo la variabilidad en el número de semillas por fruto, evidencia la representación de diferentes estadios sucesionales en el relicto boscoso y posiblemente el efecto de borde y su contraste con el interior (Valladares *et al* 2014).

5.4. Forma de vida y morfometría de fruto y semilla

En el peso promedio de la semilla en relación al hábito de las plantas, se encontró que las semillas de los árboles tienen mayor peso y decrece progresivamente hasta epifitas exceptuando para lianas, debido a los pesos elevados de las semillas de los individuos de *Bomarea* y *Passiflora cumbalensis* (Tabla 4) encontrándose diferencias estadísticamente significativas (Tabla 5). El peso promedio de los frutos en árboles es mayor a los demás y similar entre arbustos y lianas y entre hierbas y epifitas, pero muestran diferencias estadísticamente significativas (Tabla 5).

La relación pericarpo/semilla (P/S) en concordancia con los hábitos, muestra que las hierbas y las lianas presentan el menor valor de P/S (2,77 - 2,03) (Tabla 4). Esto indica que las hierbas y lianas producen frutos con una mayor inversión en el número de semillas que en el pericarpio. En disparidad, los datos promedios para las epifitas, árboles y arbustos son más altos (11,1 - 8,09 - 9,36), lo que significa que hay un mayor gasto de energía por parte de la planta en la formación de tejidos carnosos en el fruto; lo cual está relacionado frecuentemente con dispersión biótica como en *Persea mutisii*, *Freziera canescens*, *Ocotea infrafoveolata*, *Viburnum tryphillum*, *Monnina hirta*, *Solanum asperolanatum*, *Peperomia hartwegiana*, y *Peperomia subalata*. Sin embargo estas diferencias no fueron significativas (Tabla 5).

El largo promedio de los frutos y semillas con relación al hábito, muestra que en las semillas es diferente para cada uno de los hábitos, siendo mayor en árboles, lianas, arbusto y menor en hierbas y epifitas (Tabla 4). Diferente es el comportamiento de los frutos, los cuales presentan promedios similares para los diferentes hábitos. La relación L/A (largo/ancho) de los frutos y semillas, muestra que los árboles, epifitas y lianas tienden a tener formas más anchas que largas y en las hierbas y arbustos sucede lo contrario.

Las diferencias en la morfometría del fruto y semillas relativo a la forma de vida, evidencia que las formas epifitas y herbáceas se relacionan con unidades carpológicas menos costosas en comparación con las formas de vida arbustivas, lianas y arbóreas. Lo anterior es justificado por que las hierbas presentan comparativamente, semillas y fruto de menor tamaño que los árboles y arbustos (Rocwood 1985 y Ramírez 1993).

Tabla 5. Resultados análisis varianza paramétrico (ANOVA) y no paramétrico (Kruskal- Wallis) de características del fruto, semilla y diáspora relativo al hábito y síndrome de dispersión.

| | | Forma de vida (gl=4) | Síndrome (gl=8) |
|-------------------------------------|----------|--------------------------|----------------------------|
| Peso | Fruto | H=31,45** | F _{1,04} =0,40* |
| | Semilla | H=33,19** | F _{29,4} =0,000** |
| | Diáspora | H=37,25** | H=65,5** |
| | | | |
| Largo | Fruto | H=15,30** | H=11,12* |
| | Semilla | H=33,16** | H=40,6** |
| | Diáspora | H=39,56** | 51,5** |
| | | | |
| Relación largo/ancho | Fruto | F _{0,42} =0,79* | H=22,01** |
| | Semilla | F _{0,36} =0,83* | H=16,3** |
| | Diáspora | F _{0,66} =0,62* | H=31,7** |
| | | | |
| Relación pericarpo/semilla | | H=8,56* | F _{0,80} =0,58* |
| Número de semillas por fruto | | H=8,26* | H=23,3** |

No significativo= *, Significativo= ** P<0,05

5.5. Forma de vida y síndrome de dispersión.

Los resultados muestran que para los árboles existen 3 síndromes de dispersión, siendo la endozoocoria el más representativo, seguido por la anemocoria y la sinzoocoria (Figura 5). Los arbustos presentaron 4 síndromes de dispersión; donde la endozoocoria es la más representativa, seguido por la anemocoria, barocoria e hidrocoria respectivamente. Las hierbas presentaron 7 síndromes de dispersión; siendo la anemocoria y la endozoocoria los más representativos, seguido por la epizoocoria, autocoria, barocoria e hidrocoria (Figura 5). Los mecanismos que se encuentran en menor proporción son la hidrocoria, balocoria y sinzoocoria (Tabla 6). Como consecuencia la forma de vida está asociada significativamente con los síndromes de dispersión (gl=28, $X^2 = 0,000$; $p < 0,001$). La proporción de especies zoocoras (Endozoocoria, Epizoocoria, Sinzoocoria) decrece de arbustos a árboles y de hierbas a epifitas mientras que la proporción de especies anemócoras incrementa de árboles a hierbas (Figura 5).

El peso de las diásporas muestra diferencias significativas estadísticamente en relación a la forma de vida (Tabla 5.). El peso de las diásporas decrece de árboles a hierbas; esto indica que los árboles y los arbustos producen diásporas de mayor tamaño y peso que las hierbas y epifitas; exceptuando las lianas, que debido a sus características morfológicas y el número reducido de especies, presentan pesos elevados para las diásporas.

Las diásporas de color blanco, rojo y café de árboles y arbustos presentan los mayores valores promedios de peso y largo (Tabla 7). En contraste las diásporas con coloraciones blancas y rojas de hierbas tienen el menor valor promedio de

peso y largo. Para epifitas las coloraciones con mayor promedio fueron blanco y morado y para las lianas los mayores fueron para las coloraciones amarillo, rojo y morado.

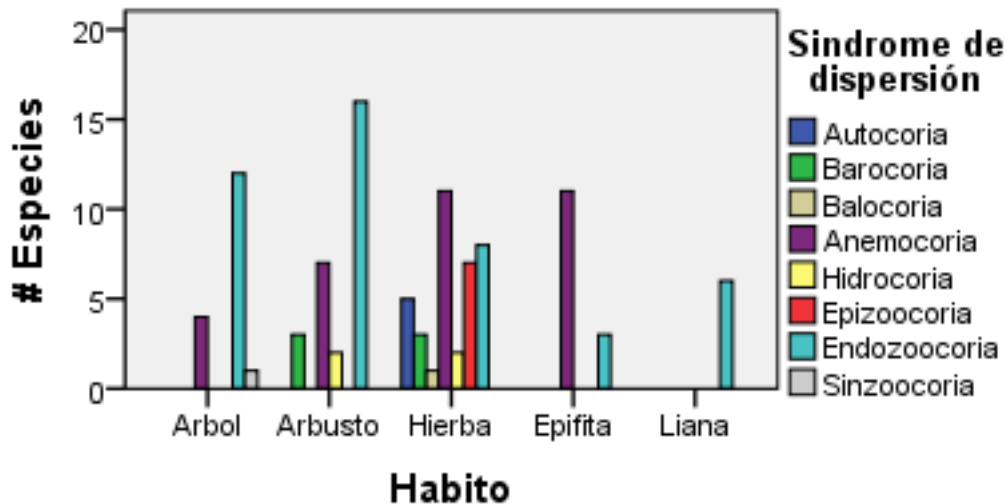


Figura 5. Número de especies con mecanismo de dispersión de acuerdo al hábito de las plantas.

5.6. Síndromes de dispersión a nivel comunitario.

Los resultados muestran un alto porcentaje de plantas con síndrome de dispersión Zoocóro con el 51,5% (endozoocoria 43,7 %, epizoocoria 6,8 y sinzoocoria 1%), entre estas el 21,5% tienen la semilla como unidad de dispersión (Tabla 8), las cuales presentan adaptaciones tales como arilos o excrecencias carnosas de capas suaves como en *Vallea stipularis*, *Ruagea hirsuta*, *Bocconia frutescens* y *Zanthoxylum quinduense*. En el caso donde la unidad de dispersión es el fruto, las diásporas son de tipo sarcocora, como los frutos de las especies *Saurauia tomentosa*, *Ilex uniflora*, *Corynae crassa*, *Tournefortia fuliginosa*, otras poseen colores llamativos como *Miconia crocea*, *T. fuliginosa*, *Hesperomeles ferruginea*, *Siparuna echinata*, *Persea mutisii* y *Duranta obtusifolia*.

Las especies que presentaron como síndrome dispersivo la epizoocoria, presentaron frutos con ganchos, tricomas o partes florales accesorias que permiten la adherencia como en *Bidens pilosa*, *B. andicola* y *Acaena elongta*, en las especies pertenecientes al género *Plantago*, para el área de estudio, las semillas al humedecerse la testa de sus semillas se vuelven mucilaginosas y pegajoso que permite la adherencia al mecanismo dispersivo. El mecanismo sinzoocóro solo estuvo representado por *Panopsis polystachya*, donde los frutos son colectados por ardillas y roedores, los cuales los transportan y almacenan.

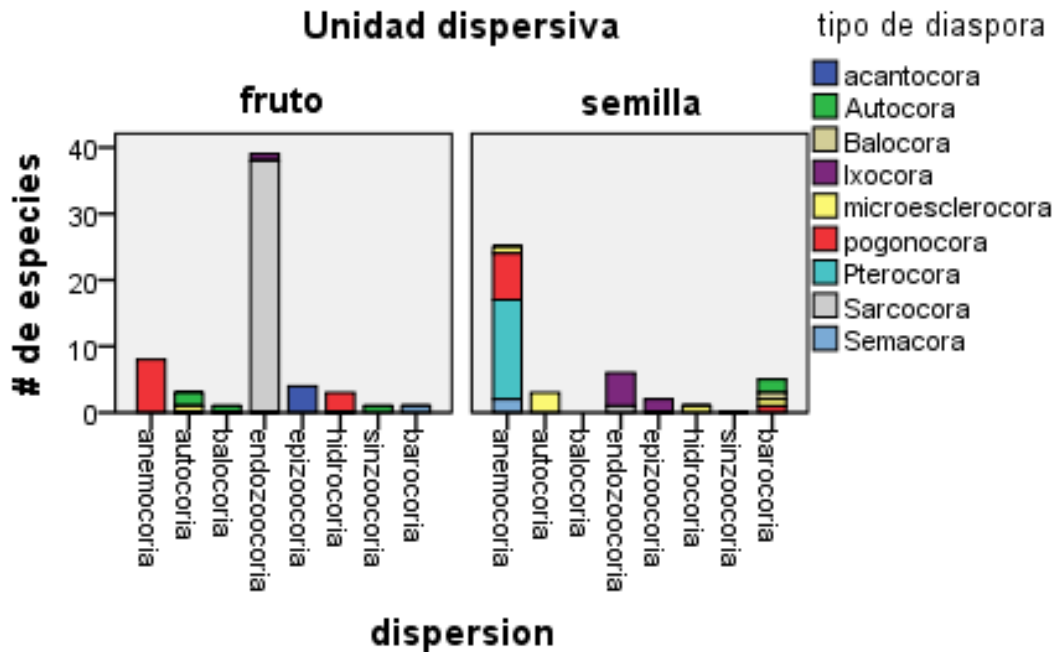


Figura 6. Caracterización general de los síndromes de dispersión, incluyendo tipo de diáspora y unidad de dispersión.

Solo 6% presentaron una dispersión de tipo barocórea, debido al tamaño y peso elevado de estas, además de ser indehiscentes y no presentar una morfología que permita inferir algún tipo de síndrome dispersivo (Tabla 8.).

Tabla 6. Número y porcentaje de especies de acuerdo al síndrome de dispersión y al hábito de las plantas.

| Forma de vida | Síndrome de dispersión de las especies | | | | | | | | | | | | | | Total | | | |
|---------------|--|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|-------|------|-------|-------|--------|-------|-------|----|--------|
| | Aut | | Bar | | Bal | | Ane | | Hid | | Epiz | | Endoz | | Sinz | | N | (%) |
| | N | (%) | N | (%) | N | (%) | N | (%) | N | (%) | N | (%) | N | (%) | N | (%) | | |
| Árbol | 0 | (0,0) | 0 | (0,0) | 0 | (0,0) | 4 | (12,1) | 0 | (0,0) | 0 | (0,0) | 12 | (26,7) | 1 | (100) | 17 | (16,7) |
| Arbusto | 0 | (0,0) | 3 | (50) | 0 | (0,0) | 7 | (21,2) | 2 | (50) | 0 | (0,0) | 16 | (35,6) | 0 | (0,0) | 28 | (27,5) |
| Hierba | 5 | (100) | 3 | (50) | 1 | (100) | 11 | (33,3) | 2 | (50) | 7 | (100) | 8 | (17,8) | 0 | (0,0) | 37 | (36,3) |
| Epífita | 0 | (0,0) | 0 | (0,0) | 0 | (0,0) | 11 | (33,3) | 0 | (0,0) | 0 | (0,0) | 3 | (6,7) | 0 | (0,0) | 14 | (13,7) |
| Liana | 0 | (0,0) | 0 | (0,0) | 0 | (0,0) | 0 | (0,0) | 0 | (0,0) | 0 | (0,0) | 6 | (13,3) | 0 | (0,0) | 6 | (5,9) |

Aut: Autocoria, Bar: Barocoria, Bal: Balocoria, Ane: Anemocoria, Hid: Hidrocoria, Endoz: Endozoocoria, Epiz: Epizoocoria, Sinz: Sinzoocoria.

La anemocoria estuvo igualmente bien representada con un 32,4%, entre estas el 10% dispersa el fruto completo, los cuales presentan características morfológicas adaptadas al vuelo como penachos de pelos o apéndices plumosos como en

Gynoxys columbiana, *Cirsium vulgare*, *Barnadesia spinosa* e *Hypochaeris radicata*, Las especies que dispersan la semilla mediante este síndrome de dispersión (64.3%), presentaron características morfológicas como, bajo peso, como en *Tibouchina grossa*, *T. mollis*, *Masdevallia racemosa*, *M. laevis*, *Elleanthus aurantiacus* y *Axinaea macrophylla*; apéndices escariosos en forma de ala como en, *Alnus acuminata*, penachos de pelos o plumosos como en *Weinmannia rollottii*, *W. mariquitae* y *W. pubescens*.

La presencia de corrientes de aguas permanentes e intermitentes en el área de estudio y la morfología de las diásporas anteriormente descritas, más una comprobación de la flotabilidad y la cercanía de dichas a especies a los cuerpos de aguas, ha permitido inferir la presencia de hidrocoria, para el 3,9% del total de las especies (Tabla 8).

Probablemente las limitaciones edáficas conducen a que la anemocoria sea mayor en hierbas y epifitas, que producen semillas pequeñas y menos costosas. Además, la anemocoria es favorecida hacia los bordes del relicto que permiten el libre movimiento de las diásporas. Las especies que producen frutos carnosos o semillas ariladas están mejor representadas entre árboles y arbustos.

Se presentó un alto porcentaje de zoocoria (Endozoocoria, sinzoocoria, epizoocoria) (Tabla 6), lo que garantiza una mayor protección y oferta de recursos para el gremio frugívoro (Stefanello *et al* 2010). Sin embargo el porcentaje de zoocoria es bajo en comparación con otros estudios para Colombia (Gómez *et al.* 2013); lo cual confirma que la vegetación se encuentra en estadios tempranos de sucesión y que la intervención antrópica ha generado cambios en la composición forestal.

La mayoría de estudios que analizan el color de en relación a la forma de vida están basados en muestras de frutos consumidos por aves (Arteaga y Moya 2005, Wilson y Thompson 1982). Los frutos entre negro y azulados, son menos comunes en hierbas que en árboles y arbustos (Arteaga y Moya 2005, Wilson y Thompson 1982). Cuando consideramos lo mencionado, todos los síndromes de dispersión, colores de las diásporas y la forma de vida, en el relicto boscoso altoandino se observa una tendencia similar, en las cuales las diásporas de color morado y en general las diásporas de colores llamativos están asociadas a árboles Lianas y arbustos principalmente.

5.7. Variación temporal de los síndromes de dispersión y disponibilidad de diásporas sarcocoras.

Las características morfológicas de los frutos en relación al tiempo de observación muestran que entre los periodos comprendidos entre Marzo y Junio hubo una disminución de especies con frutos secos y un aumento de especies con frutos carnosos y un aumento en los frutos indehiscentes (Figura 7).

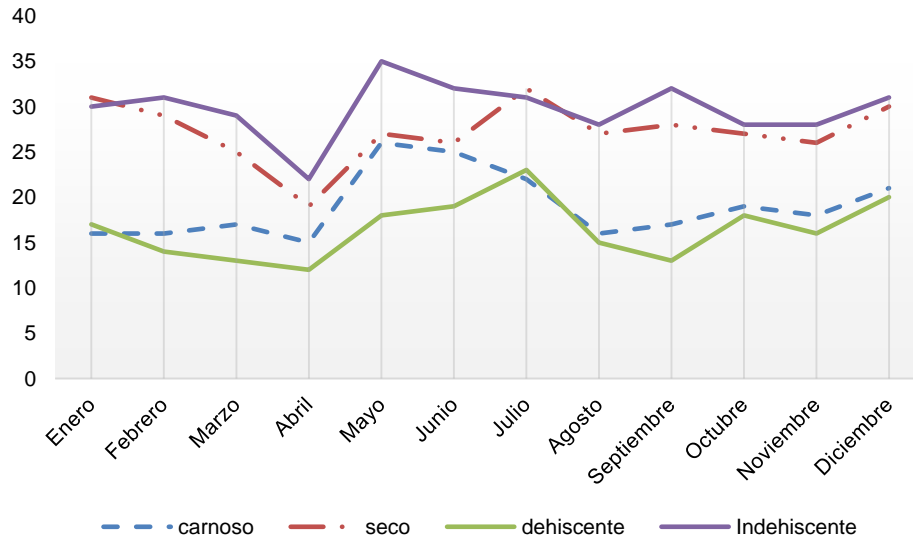


Figura 7. Consistencia y dehiscencia durante los doce meses del año

Durante los 12 meses del año en el cual se realizaron las observaciones, hay un mayor número de especies que exhiben un mecanismo de dispersión endozoocóro, seguido del anemocóro. La anemocoria se presentó muy poco variable a lo largo del año. El pico más elevado para la endozoocoria se presentó entre Mayo y Julio. La epizoocoria se presentó estable a lo largo del año, así mismo la sinzoocoria se presentó entre los meses de Mayo y Agosto. (Figura 8).

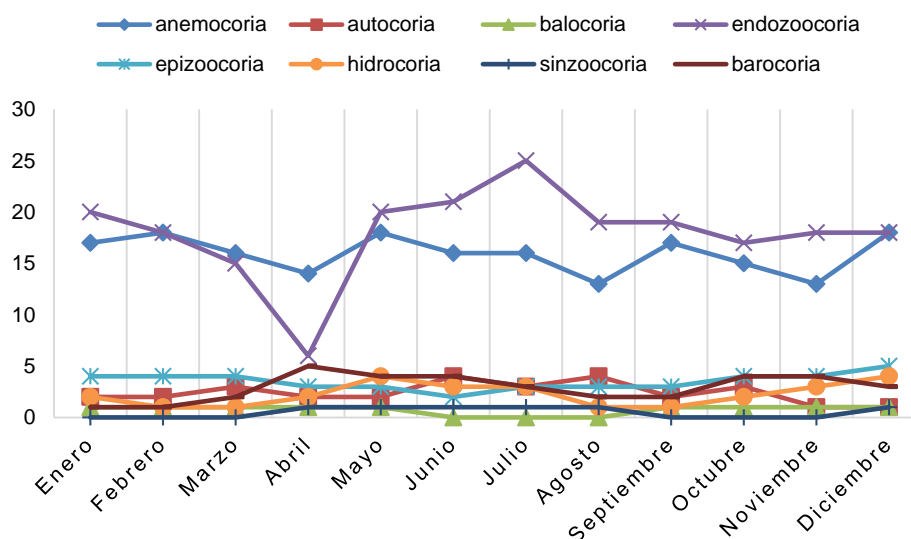


Figura 8. Síndromes de dispersión durante los doce meses del año.

Tabla 7. Valores promedio de la relación largo/ancho (R. L/A), peso (g), longitud (mm) de la diáspora, número de especies relativo al color de la diáspora y a la forma de vida.

| Habitat | Forma de vida | Color de la diáspora | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------------|----------------------|--------|----------|--------|-------|---------|-------|---------|---------|-------|-------|--------|--------|---------|
| | | Blanco | | Amarillo | | Rojo | | Café | | Naranja | | Negro | | Morado | |
| | | Media | (DS) | Media | (DS) | Media | (DS) | Media | (DS) | Media | (DS) | Media | (DS) | Media | (DS) |
| Árbol | R. L/A | 1,05 | (---) | 0,82 | (---) | 0,96 | (0,05) | 1,81 | (1,51) | (---) | (---) | 1,05 | (---) | 1,28 | (0,58) |
| | Peso | 45,0 | (---) | 2,51 | (---) | 41,2 | (68,58) | 0,03 | (0,04) | (---) | (---) | 0,08 | (---) | 6,36 | (6,22) |
| | Largo | 39,0 | (---) | 16,40 | (---) | 19,3 | (20,79) | 2,98 | (2,42) | (---) | (---) | 7,30 | (---) | 21,83 | (22,37) |
| | N | 1 | | 1 | | 3 | | 5 | | (---) | | 1 | | 6 | |
| Arbusto | R. L/A | 1,46 | (0,29) | 1,69 | (0,34) | 1,73 | (0,43) | 1,40 | (0,36) | (---) | (---) | 5,88 | (8,29) | 1,32 | (0,64) |
| | Peso | 2,51 | (3,53) | 1,27 | (2,81) | 2,12 | (2,41) | 28,3 | (49,05) | (---) | (---) | 0,02 | (0,01) | 1,94 | (2,96) |
| | Largo | 2,75 | (3,18) | 6,27 | (6,38) | 11,0 | (5,42) | 29,1 | (44,14) | (---) | (---) | 4,20 | (4,61) | 7,44 | (3,33) |
| | N | 2 | | 6 | | 4 | | 3 | | (---) | | 4 | | 9 | |
| Hierba | R. L/A | 2,00 | (0,00) | 2,00 | (0,00) | 1,17 | (0,06) | 1,71 | (0,73) | 6,80 | (---) | 5,40 | (9,93) | 1,27 | (0,43) |
| | Peso | 0,00 | (0,00) | 0,00 | (0,00) | 0,53 | (0,29) | 0,24 | (0,71) | 0,01 | (---) | 0,01 | (0,01) | 0,06 | (0,09) |
| | Largo | 0,20 | (0,00) | 0,52 | (0,44) | 9,00 | (3,46) | 4,63 | (3,99) | 3,40 | (---) | 4,53 | (4,22) | 3,83 | (2,39) |
| | N | 2 | | 5 | | 3 | | 12 | | 1 | | 10 | | 4 | |
| Epífita | R. L/A | 1,80 | (0,49) | 2,00 | (0,00) | (---) | (---) | 1,31 | (0,13) | (---) | (---) | (---) | (---) | 1,40 | (0,00) |
| | Peso | 0,05 | (0,12) | 0,00 | (0,00) | (---) | (---) | 0,00 | (0,00) | (---) | (---) | (---) | (---) | 0,04 | (0,01) |
| | Largo | 0,83 | (1,55) | 0,20 | (0,00) | (---) | (---) | 0,85 | (0,62) | (---) | (---) | (---) | (---) | 0,85 | (0,21) |
| | N | 6 | | 2 | | (---) | | 4 | | (---) | | (---) | | 2 | |
| Liana | R. L/A | (---) | (---) | 2,00 | (---) | 0,84 | (---) | (---) | (---) | (---) | (---) | 1,00 | (---) | 1,29 | (0,20) |
| | Peso | (---) | (---) | 75,00 | (---) | 3,20 | (---) | (---) | (---) | (---) | (---) | 0,10 | (---) | 1,07 | (0,93) |
| | Largo | (---) | (---) | 60,00 | (---) | 11,0 | (---) | (---) | (---) | (---) | (---) | 4,00 | (---) | 12,80 | (1,93) |
| | N | (---) | | 1 | | 1 | | (---) | | (---) | | 1 | | 3 | |

No existe diferencia de frecuencias de los síndromes de dispersión respecto a los doce meses de observación (χ^2 crítico > χ^2 experimental); exceptuando el mes de Abril ($gl=7$, $\chi^2=0.003$, $p<0.05$), debido a la poca representatividad de especies en fructificación colectadas durante este mes.

La disponibilidad de diásporas sarcocoras mostro variación entre meses ($F_{1,006} = 0,443$; $p = 0,05$), donde los meses con mayor número de diásporas carnosas (sarcocoras e Ixocoras) fueron Mayo-julio y Diciembre-Enero (Figura 9) cabe resaltar que en ninguno de los meses se presentó ausencia de diásporas carnosas; pero si una disminucion de las especies en el mes de Abril. En la representatividad mensual encontramos 17 plantas, que tuvieron una participación en los 12 meses de observación, en orden de importancia fueron: *Freziera canescens* (F.c), *Zanthoxylum quinduense* (Z.q), *Ruagea hirsuta* (R.h), *Palicourea amethystina* (P.a), *Saurauia tomentosa* (S.t), *Miconia crocea* (M.c), *Viburnum triphyllum* (V.t), *Fuchsia hartwegii* (F.h), *Panopsis polystachya* (P.p), *Persea mutisii* (P.m), *Solanum asperolanatum* (S.a), *Hesperomeles ferruginea* (H.s), *Ocotea infrafoveolata* (O.i), *Monnina hirta* (M.h), *Ilex uniflora* (I.u) y *Oreopanax bogotensis* (O.b). Es importante mencionar su importancia principalmente durante los meses donde se registraron menor cantidad de diásporas sarcocoras, ya que estas podrían estar sosteniendo el gremio de frugívoros residentes en el área de estudio, convirtiéndose en especies vegetales claves para este ecosistema y para ecosistemas similares.

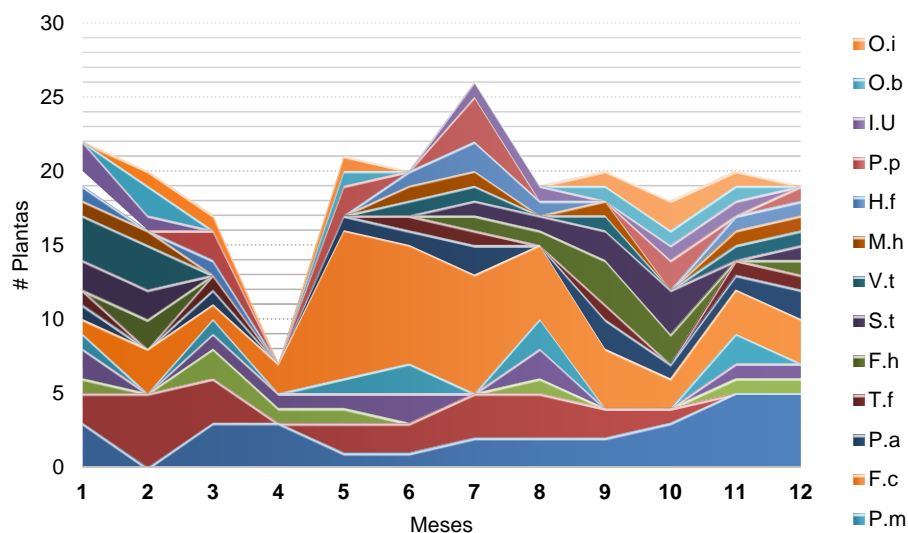


Figura 9. Variación temporal de número de plantas con frutos carnosos en el relicto boscoso alto andino durante los doce meses del año.

La dinámica individual para las 17 especies más importantes (Figura 10), encontramos que estas presenta picos de fructificación distribuidos a lo largo del

año, de esta forma se favorecen la disponibilidad de alimento para el gremio frugívoro de la zona de estudio.

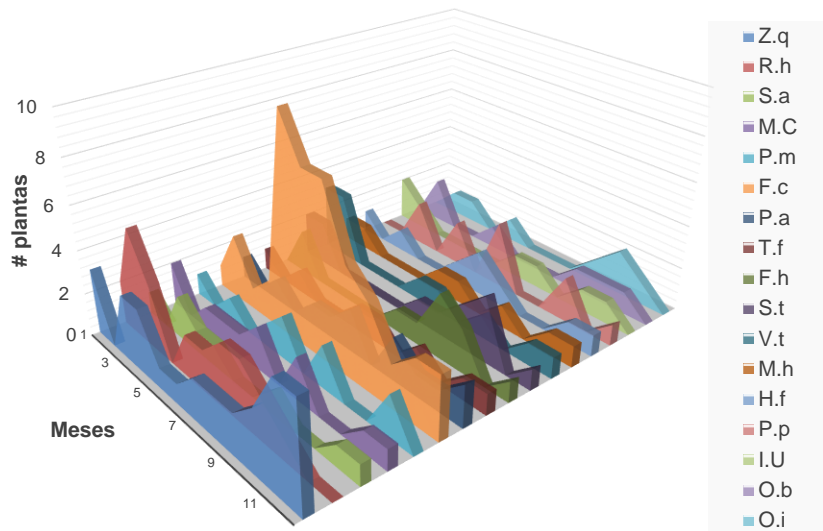


Figura 10. Variación temporal individual de las 17 especies que producen diásporas sarcocaroras, más relevantes del relicto boscoso

Tabla 8. Porcentaje del síndrome de dispersión de las especies de acuerdo a la unidad de dispersión.

| Síndrome de dispersión de las especies | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|------|-------|------|-------|-------|--------|------|-------|-------|-------|
| U. D. | Aut | | Bar | | Bal | | Ane | | Hidr | | Epiz | | Endoz | | Sinz | | Total | |
| | N | (%) | N | (%) | N | (%) | N | (%) | N | (%) | N | (%) | N | (%) | N | (%) | N | (%) |
| Fruto | 2 | (3,3) | 3 | (5,0) | 1 | (1,7) | 6 | (10) | 4 | (6,7) | 5 | (8,3) | 38 | (63,3) | 1 | (1,7) | 60 | (100) |
| Semilla | 3 | (7,1) | 3 | (7,1) | 0 | (0,0) | 27 | (64,3) | 0 | (0,0) | 2 | (4,8) | 7 | (16,7) | 0 | (0,0) | 42 | (100) |
| Total | 5 | (4,9) | 6 | (5,9) | 1 | (1,0) | 33 | (32,4) | 4 | (3,9) | 7 | (6,9) | 45 | (44,1) | 1 | (1,0) | 102 | (100) |

Aut: Autocoria, Bar: Barocoria, Bal: Balocoria, Ane: Anemocoria, Hid: Hidrocoria, Endoz: Endozoocoria, Epiz: Epizoocoria, Sinz: Sinzoocoria.

Las frecuencias en las cuales aparecen los distintos síndromes de dispersión en comunidades tropicales muestran una relativa uniformidad, la cual varía dependiendo de la región geográfica, sus características climáticas y múltiples presiones selectivas, entre las que se agrupan interacciones con los frugívoros, con otros factores bióticos. La conjunción de todos estos factores, que no se evalúan en este trabajo podría haber influido para la variación temporal y la disponibilidad de los síndromes de dispersión (Morales 2007).

La disponibilidad de diásporas sarcocoras es importante para los gremios frugívoros durante el año y puede representar el buen estado del relicto, en términos de prestación de servicios ecosistémicos. Según Molinari (1993) la disponibilidad de diásporas sarcocoras durante el año es un factor que posibilita el gran desarrollo de la frugivoría en los trópicos.

El patrón de disponibilidad y de variación distribuidas en el tiempo favorecería la convivencia de las especies, reduciendo la competencia inter específica por el servicio de dispersión de las semillas (Molinari 1993; Bascompte y Jordano 2008; Castaño 2009).

5.8. Patrones de frecuencia y abundancia de los síndromes de dispersión.

En el Anexo 2 se presenta la frecuencia relativa y abundancia relativa de los síndromes de dispersión de las tres parcelas realizadas en el área de estudio.

Se encontró una asociación entre el síndrome de dispersión y la parcela ($\chi^2=89,4$, $gl=14$, $p <0.05$). El gráfico de análisis de correspondencias muestra una asociación de las frecuencias de los síndromes y las 3 parcelas exceptuando la sinzoocoria y la hidrocoria para las mismas 3 parcelas (Figura 11). Esto debido tal vez a la presencia de individuos con síndrome dispersivo similar para las tres parcelas.

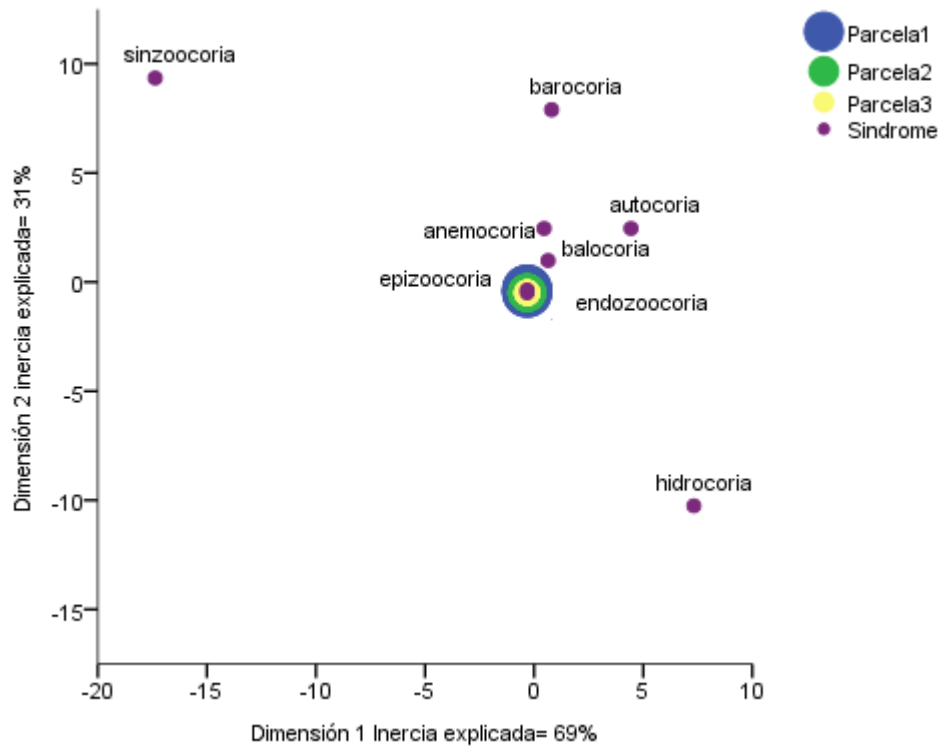
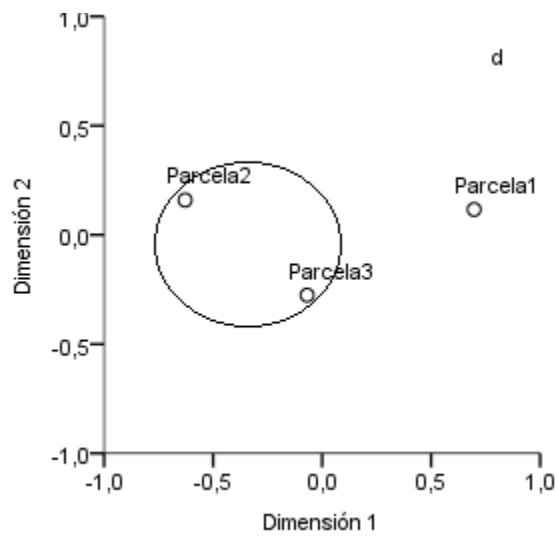
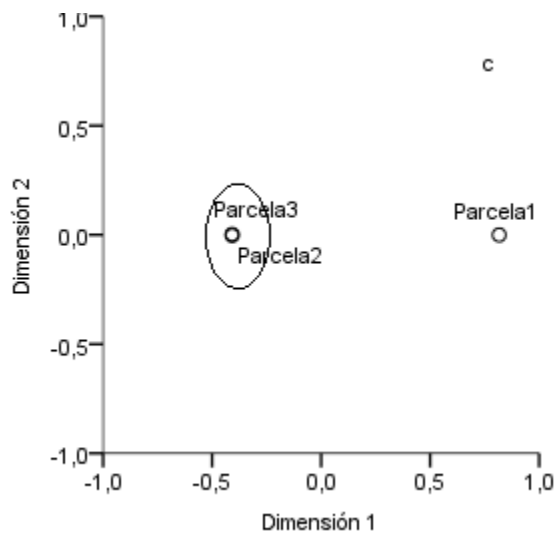
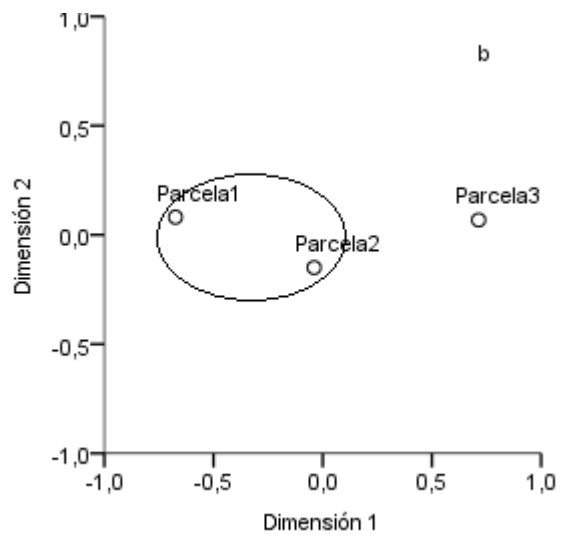
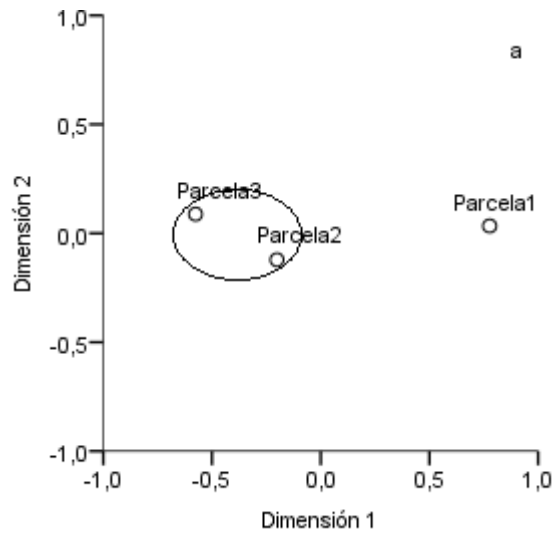


Figura 11. Análisis de correspondencias entre las parcelas y los sistemas de dispersión para las especies.

De manera adicional, la frecuencia de la zoocoria (endo, epi y sinzoocoria) aumento de la parcela 3 y 2 a la 1; la frecuencia para anemocoria sin embargo, fue mayor para las parcelas 1 y 3.

Las diferencias entre parcelas fueron estadísticamente no significativas para la frecuencia relativa y la abundancia relativa de la totalidad de los síndromes de dispersión ($gl= 2, p>0.001$).



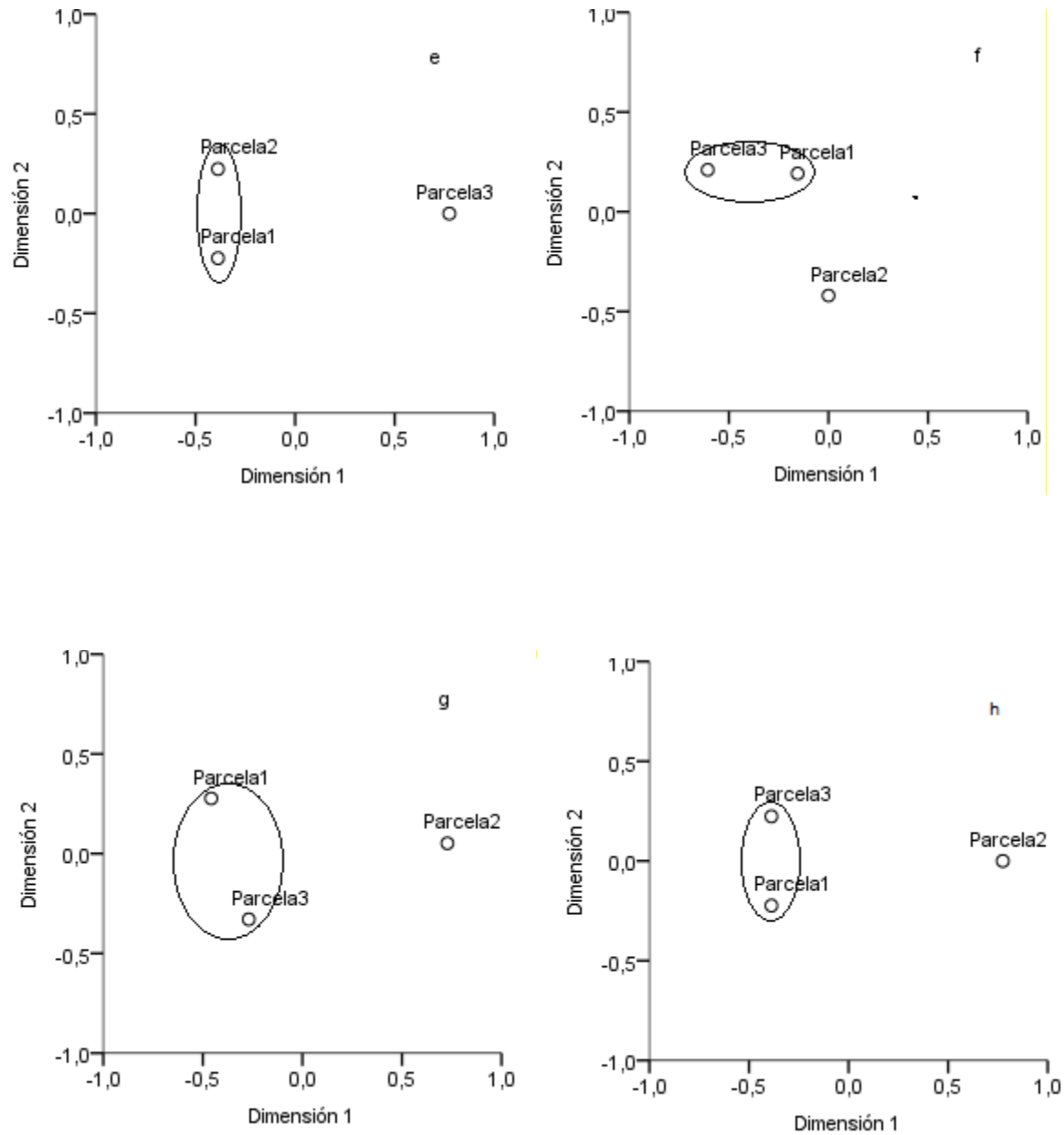


Figura 12. Escalamiento multidimensional por sistema de dispersión, en base a las especies y su abundancia. **a.** epizocoria, **b.** endozocoria, **c.** sinzocoria, **d.** autocoria, **e.** barocoria, **f.** balocoria, **g.** anemocoria y **h.** hidrocoria.

Se encontraron afinidades florísticas en cuanto a los síndromes de dispersión entre las parcelas 2 y 3 para la epizoocoria, autocoria, sinzoocoria, afinidades entre parcelas 1 y 2 para endozoocoria y barocoria, 1 y 3 para balocoria, anemocoria e hidrocoria (Figura 15).

Como se ilustra en los perfiles dispersivos por parcela, se evidencia en concordancia para los tres; como del borde hacia el interior del bosque aumenta la abundancia y frecuencia de especies con síndromes de anemócoros a zoocoros. Lo que visualmente ratifica el efecto borde y la colonización de nuevas áreas en primera instancia por especies con diásporas relacionadas con la anemocoria y diásporas sarcocoras de peso y tamaño reducido; lo antes mencionado concuerda con Roosmalen (1985) y Howe y Smallwood (1982), donde el tipo de agente de dispersión tiene relación con los hábitats que dominan.

Las afinidades florísticas entre las parcelas realizadas en el relicto boscoso altoandino, se pueden explicar por la cercanía la una de otra, por la historia asociada al uso del suelo y a las presiones que han sufrido durante esta; ya que a nivel de síndrome las diferencias están supeditadas a algunos cambios altitudinales como lo sufre la parcela 3 y a la presencia de intervención antrópica reciente como ocurre para la parcela 1.

6. CONCLUSIONES

Las características morfológicas de los frutos y las semillas nos permitieron establecer tentativamente las estrategias de dispersión adoptadas por cada una de las especies estudiadas en la zona.

La estructura de la vegetación en combinación con las características de los grupos taxonómicos de plantas determina la frecuencia de los mecanismos de dispersión relativa a la forma de vida.

La endozoocoria en general fue altamente representativa en el relicto boscoso altoandino y la historia del sitio permite explicar las afinidades florísticas entre las parcelas.

La disponibilidad de diásporas sarcocoras para el relicto boscoso se mantuvo a lo largo del año, lo cual permite inferir que el gremio frugívoro puede encontrar recursos alimenticios durante este. Sin embargo se desconoce en qué medida esta disponibilidad afecta o favorece las poblaciones de frugívoros actuales. Por esta razón se sugiere trabajos poblacionales y comportamentales de los frugívoros de la zona.

Se resalta la importancia de las 17 especies de plantas, como especies claves para la comunidad de frugívoros en el relicto boscoso; las cuales pueden ser

implementadas en procesos de restauración del bosque alto andino, incluyendo antes, trabajos puntuales sobre estas que permitan asegurar el uso o no de estas para tal fin.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, S. y LINARES, E. 2004. Frutos y Semillas de la Reserva Natural Ranchería en el municipio de Paipa, Boyacá. En: III Congreso colombiano de Botánica. Popayán, Colombia.

AGUIAR A. y BISPO A. 2013. Efeitos da coloração e da distribuição de frutos artificiais nas taxas de consumo por aves em um fragmento florestal Bioikos, Campinas, 27(2):57-65.

ALCARAZ 2007. Geobotánica: Tema 5 Diseminación y propagación Universidad de Murcia España. Versión 8.

Angiosperm Phylogeny Group (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.

ARBELAEZ, M. V. y A. PARRADO-ROSELLI. 2005. Seed dispersal modes of the sandstone plateau vegetation of the middle Caquetá river region, Colombia Amazonia. *Biotropica* 37(1):64-72.

ARCOS, F. 2009. Caracterización fisonómica y estructural de un bosque alto andino, en la Vereda el Cofre, finca Potrero del Rio, municipio de Totoró-Cauca. [Trabajo de grado, biología]. Universidad del Cauca, Facultad de ciencias naturales exactas y de la educación. Popayán.

ARIAS A., D. M. 1986. Análisis de la comunidad de semillas del estrato arbóreo en suelos superficiales de selva baja caducifolia. Tesis (Biología). Escuela de ciencias biológicas. Universidad Autónoma del estado de Morelos. Cuernavaca. 92p.

BARROSO. G.M., MORIM, M.P., PEIXOTO, A.L. y ICHASO C.L.F. 1999 Frutos e sementes. Morfologia aplicada a sistemática de dicotiledóneas. UFV. Universidade federale de Vicosa, MG, Brasil. 443p.

ARTEAGA L. y MOYA, I. 2005. Variación de la remoción de frutos de *Coccocypselum lanceolatum* (Rubiaceae) al modificar experimentalmente su ubicación y presentación *Ecología en Bolivia*, 40(1): 3-9

BASCOMPTE, J. y JORDANO, P. 2008. Redes mutualistas de especies. *Investigación y ciencia*, 384: 50-59.

- BENSON, L. 1959, plant classification. D.C. Heath and Co. Lexington. pp. 75-85.
- BUITRAGO M. y LÓPEZ H. 2015. Síndromes de dispersión de diásporas de las especies arbustivo y arbóreas de tres tipos de coberturas del Parque Natural Quininí, municipio de Tibacuy, Cundinamarca, Colombia. *Rev. Biodivers. Neotrop.* 5 (1): 7-15
- CASTAÑO, J.H. 2009. Murcielagos frugívoros y plantas quiropterocoras: descubriendo la estructura de sus interacciones mutualistas en una selva semicaducifolia. Tesis de maestría, Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias, Mérida, Venezuela.
- CAMPANA, R., MOURÃO, K. S. M. y MARZINEK, J. 2010. Morfoanatomía e ontogênese dos frutos e sementes de *Clusia lanceolata* Cambess. (Clusiaceae). *Maringá*, 32 (4): 437-444.
- COLOMBO SPERONI, F y M. DE VIANA. 2000. Requerimientos de escarificación de semillas de especies autóctonas e invasoras. *Ecología Austral* 10:123-131.
- CUATRECASAS J. 1934 Observaciones geobotánicas en Colombia. *Trab. Mus. Nac. Sc. Nat. Serie Botánica.* 27: 5 -114.
- DANSEREAU, P., y K. LEMS. 1957. The grading of dispersal types in plant communities and their ecological significance. Contribution 71, Institut Botanique, Université de Montreal, Quebec.
- DIRZO, R. y C. A. DOMINGUEZ. 1986. Seeds shadows, seed predation and the advantages of dispersal. En: A. Estrada and T. H, Fleming (eds). *Frugivores and seed dispersal.* W. junk publishers, Dordrecht. pp. 237-249.
- DOTTORI, N. y COSA, M. 2007. Anatomía y desarrollo de fruto y semilla de *Solanum palinacanthum* (Solanaceae). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 359- 367
- FENNER, M. 1985. *Seedecology.* Chapman y hall. New York. 151p
- FLETCHER L.M. 2007. Caracterización morfológica de frutos y semillas de dicotiledóneas del cerro hispala, municipio de Puracé Popayán Cauca. [Trabajo de grado, Biología]. Universidad del Cauca, Facultad de ciencias naturales exactas y de la educación. Popayán.
- FLOREZ-VINDAS, E. 1999. *La planta: estructura y función.* Vol. I y II. Libro universitario. Regional Cartago, Costa Rica 884 pp.
- GENTRY, A. H. 1973 Bignoniaceae. En: R. E. Woodson Jr. y R. W. Scherry (eds). *Flora of Panama.* Ann. Missouri Bot. Gard. 60: 781-977.

_____. 1982b. Bignoniaceae. En: A. Gómez-Pompa *et al.* (eds). Flora de Veracruz. Fascículo 24. Instituto nacional de investigaciones sobre recursos bióticos. Xalapa. 222p.

_____. 1993. Vistazo general a los bosques nublados andinos y a la flora de Carpanta. P. 67-79. En: Andrade G. 1 (ed.) Carpanta: selva nublada y paramo. Fundación Natura Colombia, Santafé de Bogotá.

GIRALDO, P. y LINK, A. 2010. Variación En La Disponibilidad De Frutos Carnosos En Un Bosque Del Magdalena Medio Colombiano. Boletín científico, Centro de Museos, Museo de Historia Natural, 14 (2): 39-56.

GOMEZ, D. y MACÍAS, D. 2012. Fenología Del Palo Cruz (*Brownea rosa-de-monte* Bergius) En Un Bosque Seco De Bolívar, Cauca. Colombia Forestal 15(1): 105-117.

GOMEZ M.L. y J.L. TORO. 2008 Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque seco tropical. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA. Medellín: CORANTIOQUIA. 72 p. (Boletín Técnico Biodiversidad; No. 3).

GOOD, R. A. 1947. The geography of the flowering plants. Longmans. London. 403p.

GUNN, C. R. 1970, Key and diagrams for seeds of one hundred species of *Vicia* (Leguminosae). Proc. Int. seed Test. Assoc. 35:773.

HOLDRIDGE, L. E. 1979 Ecología basada en las zonas de vida. Editorial IICA. San José de Costa Rica.

HOWE, H. F. y J. SMALLWOOD. 1982. Ecology of seed dispersal. Ann Rev. Ecol. Syst. 13: 201-228.

IBARRA-MANRIQUEZ, G. y G. CORNEJO-TENORIO. 2010. Diversidad de frutos de los arboles del bosque tropical perennifolio de México. Acta bot. Mex. 90: 51-104

INSTITUTO ALEXANDER von HUMBOLDT, IAvH. 2009 Viveros, una experiencia comunitaria en el paramo de rabanal (Guacheta Cundinamarca). Proyecto paramo andino. pp. 1-40.

JAMIESON, B. G. M. y J. F. REYNOLDS. 1967. Tropical plant types. Pergamon press. London. pp. 115-269.

JUDD, W. 2002 Plant Systematics: A Phylogenetic Approach. Editorial Sinauer Associates. Inc. Sunderland, Massachusetts. U.S.A. 1th edicion. Pág. 66 – 68.

- KOZLOWSKI, T. T. y C. R. GUNN. 1972. Importance and characteristics of seeds. En: T. T. Kozlowski (eds). Seed biology. Importance, development and germination. Vol. 1. Academic press. New York. 416p
- MALANOTTE M. 2014. Morfología e composição nutricional de frutos ornitócoricos em três estádios sucessionais na Floresta Atlântica Brasileira. Tesis. Universidade Federal Do Paraná Curitiba, Brasil, p67.
- MANRÍQUEZ G. y CORNEJO-TENORIO G. 2010. Diversidad de frutos de los árboles del bosque tropical perennifolio de México. *Acta Botanica Mexicana* 90: 51-104
- MARTINEZ DE LA CRUZ. 2010. La flora y vegetación ruderal de Malinalco estado de México. [Tesis maestría en ciencias]. Colegio de postgraduados, institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, campus Montecillo. México.
- MAZORRA, M., QUINTANA, A., MIRANDA, D., FISCHER, G., y CHAPARRO, M. 2006. Aspectos Anatómicos De La Formación Y Crecimiento Del Fruto De Uchuva *Physalis Peruviana* (Solanaceae). *Acta Biológica Colombiana*, 11 (1): 60-81.
- MENDOZA H. y RAMIREZ B. 2006. Guía ilustrada de generos de Melastomataceae y Memecylaceae de Colombia. Instituto de investigaciones de recursos biológicos Alexander von Humboldt; Universidad del Cauca. Bogotá D.C., Colombia. 288 p.
- MOLINARI, J. 1993. El mutualismo entre frugívoros y plantas en las selvas tropicales: aspectos paleobiológicos, autoecológicos, papel comunitario. *Acta Biologica*, Venezuela, 14(4): 1-44.
- MORALES, J.A. 2007. Ecología alimentaria de tres especies de saltarines (Aves Pipiridae) en una plantación forestal mixta de los andes centrales colombianos. Tesis, Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Manizales.
- NIEMBRO A. 1988. Semillas de Árboles y Arbustos. Ontogenia y Estructura. Mexico D. F. Limusa S. A.. ISBN 968-18.
- NOIR, A., BRAVO, S., y ABDALA, R. 2002. Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano. *Revista de Ciencias Forestales – Quebracho*, 9: 140-150.
- OBANDO S.H. 2002. Frutos y semillas de un bosque Subandino en Cundinamarca, Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. *Acta Biológica Colombiana*. 7(1): 71.

PIEIDADE M.T.F., C.S. FERREIRA, y A.C. FRANCO. 2010 Estrategias reproductivas de la vegetación y sus respuestas al pulso de la inundación en las zonas inundables de la amazonia central. *Ecosistemas* 19 (1): 52-16.

Plan de ordenamiento Territorial para el municipio de Totoró. CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA. 2003.

PLAZAS A. 2003. Catálogo ilustrado de frutos y semillas de la región Subxerofítica de la herra (Mosquera, Cundinamarca, Colombia). Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. *Acta Biológica Colombiana*, 9(2): 110

RADFORD, A. E., W. C. DICKISON y J. R. BELL. 1974. *Vascular plants systematics*. Harper and row publ. New York. pp. 108-141.

RAMIREZ B. y GOYES R. 2005. *Botánica generalidades, morfología y anatomía de las plantas superiores*. Universidad del Cauca. Popayán, Colombia 195 pp.

RAMIREZ, N. 1993. Producción y costo de frutos y semillas entre formas de vida. *Biotropica* 25:46-60

RIOS M., P. GIRALDO y D. CORREA. 2004. *Guía de frutos y semillas de la cuenca media del río Otún*. Fundación ecoandina wildlife conservation society. Santiago de Cali, Colombia. 243 p.

ROCKWOOD, L.L. 1985. Seed weight as a function of life form, elevation and life zone in neotropical forest. *Biotropica* 17:32-39

ROOMSMALLEN, M. VAN. 1985. *Fruits of the guianan flora*. Institute of systematics botany. Utrecht University, Netherlands. 483 p.

SANCHEZ G., B. 1988. Descripción de las diásporas dispersadas por viento de la flora leñosa de la estación de biología tropical "los Tuxtles", Veracruz, México. Tesis (biología). Fac. de ciencias. Universidad Autónoma de México. México 96p.

SÁNCHEZ B.; IBARRA G. y GONZALES L., 1991. *Manual de Identificación de Frutos y Semillas Anemocoros de Árboles y Lianas de la estación "Los Tuxtles"*, Veracruz, México. Cuadernos 12, Instituto de Biología. UNAM.

STEFANELLO D., IVANAUSKAS N., MARTINS S., SILVA E. Y KUNZ S. 2010. Síndromes de dispersão de diásporas das espécies de trechos de vegetação ciliar do rio das Pacas, Querência – MT. *Acta Amazonica* 40(1): 141 – 150.

VALLADARES, F., FLORES-RENTERÍA, D., FORNER, A., MORÁN-LÓPEZ, TERESA, y DÍAZ, M. 2014. Influencia de la fragmentación y el clima en procesos clave para la regeneración del encinar. *Ecosistemas* 23(2): 37-47.

VAN DER PIJL, L. 1972. Principles of dispersal in higher plants. Springer-Verlag. New York. 160p.

TORROBA P., ZALDÍVAR P. y HERNÁNDEZ A. 2013. "Semillas de frutos carnosos del norte ibérico. Guía de identificación", *Ecosistemas* 24(1): 120.

VÁSQUEZ, A., BUITRAGO, A. C. (Editoras).El gran libro de los páramos. 2011. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Proyecto Páramo Andino. Bogotá, D. C. Colombia. 208 pp.

VELÁZQUEZ J. R., SINACA, C. P. y JARNANGAPÉ, G. 2009. Frutos y semillas de árboles tropicales de México, printed in México, México D.F. 123 pp.

WILSON M.F. y THOMPSON J.N. 1982. Phenology and ecology of color in bird-dispersed fruits, or why some fruits are red when they are "Green". *Canadian Journal of Botany* 60:701-713.

ANEXOS

Anexo 1: Descripción morfológica de frutos y semillas del relicto boscoso altoandino Base de datos Acces 2007.

Se encuentra en el cd adjunto al reverso del trabajo.

Anexo 2: Frecuencias (Fr) y abundancias (Ar) relativas de los síndromes de dispersión para 3 parcelas en el relicto boscoso altoandino.

| P | Lugar | Endz | | Epiz | | Sinz | | Bar | | Bal | | Anem | | Hidr | | Aut | |
|---|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | Fr | Ar | Fr | Ar | Fr | Ar | Fr | Ar | Fr | Ar | Fr | Ar | Fr | Ar | Fr | Ar |
| 1 | Derecha | 0,57 | 0,47 | 0,10 | 0,16 | 0,02 | 0,01 | 0 | 0 | 0,02 | 0,03 | 0,23 | 0,27 | 0 | 0 | 0,03 | 0,03 |
| 2 | Izquierda | 0,38 | 0,50 | 0,19 | 0,18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,04 | 0,03 | 0,23 | 0,22 | 0,09 | 0,02 | 0,04 | 0,02 |
| 3 | Parte alta | 0,35 | 0,26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0,09 | 0 | 0 | 0,41 | 0,44 | 0 | 0 | 0,17 | 0,20 |

Abreviaturas: P: Parcela, Aut: Autocoria, Bar: Barocoria, Bal: Balocoria, Ane: Anemocoria, Hid: Hidrocoria, Endoz: Endozoocoria, Epiz: Epizoocoria, Sinz: Sinzoocoria, Fr: Frecuencia relativa, Ar: Abundancia relativa.

Anexo 3: Imágenes de algunas de las semillas y frutos del relicto boscoso altoandino.

Frutos y semillas del bosque altoandino



1 *Calceolaria colombiana*
CALCEOLARIACEAE



2 *Calceolaria colombiana*
CALCEOLARIACEAE



3 *Calceolaria colombiana*
CALCEOLARIACEAE



4 *Freziera canescens*
PENTAPHYLACACEAE



5 *Freziera canescens*
PENTAPHYLACACEAE



6 *Freziera canescens*
PENTAPHYLACACEAE



7 *Miconia crocea*
MELASTOMATACEAE



8 *Miconia crocea*
MELASTOMATACEAE



9 *Miconia crocea*
MELASTOMATACEAE



10 *Palicourea amethystina*
RUBIACEAE



11 *Palicourea amethystina*
RUBIACEAE



12 *Persea mutisii*
LAURACEAE



13 *Persea mutisii*
LAURACEAE



14 *Persea mutisii*
LAURACEAE



15 *Solanum mutisii*
SOLANACEAE



16 *Solanum mutisii*
SOLANACEAE



17 *Solanum mutisii*
SOLANACEAE



18 *Tibouchina grossa*
MELASTOMATACEAE



19 *Tibouchina grossa*
MELASTOMATACEAE



20 *Tibouchina grossa*
MELASTOMATACEAE



21 *Tournefortia fuliginosa*
BORAGINACEAE



22 *Tournefortia fuliginosa*
BORAGINACEAE



23 *Passiflora cumbalensis*
PASSIFLORACEAE



24 *Passiflora cumbalensis*
PASSIFLORACEAE



25 *Rubus nubigenus*
ROSACEAE



26 *Rubus nubigenus*
ROSACEAE



27 *Rubus nubigenus*
ROSACEAE

28 *Salvia pauciserrata*
LAMIACEAE



29 *Salvia pauciserrata*
LAMIACEAE

30 *Salvia pauciserrata*
LAMIACEAE



31 *Brugmansia sanguinea*
SOLANACEAE



32 *Brugmansia sanguinea*
SOLANACEAE



33 *Brugmansia sanguinea*
SOLANACEAE



34 *Duranta obtusifolia*
VERBENACEAE



35 *Duranta obtusifolia*
VERBENACEAE



36 *Bomarea l*
ALSTROEMERIACEAE

37 *Bomarea l*
ALSTROEMERIACEAE

38 *Bomarea l*
ALSTROEMERIACEAE



39 *Fuchsia hartwegii*
ONAGRACEAE



40 *Fuchsia hartwegii*
ONAGRACEAE



41 *Aphelandra acanthus*
ACANTHACEAE



42 *Aphelandra acanthus*
ACANTHACEAE



43 *Aphelandra acanthus*
ACANTHACEAE



44 *Peperomia hartwegiana*
PIPERACEAE

45 *Peperomia hartwegiana*
PIPERACEAE



46 *Saurauia tomentosa*
ACTINIDIACEAE



47 *Saurauia tomentosa*
ACTINIDIACEAE



48 *Saurauia tomentosa*
ACTINIDIACEAE



49 *Berberis grandiflora*
BERBERIDACEAE



50 *Berberis grandiflora*
BERBERIDACEAE



51 *Viburnum triphyllum*
ADOXACEAE



52 *Viburnum triphyllum*
ADOXACEAE



53 *Viburnum triphyllum*
ADOXACEAE



54 *Viburnum lehmannii*
ADOXACEAE



55 *Viburnum lehmannii*
ADOXACEAE



56 *Viburnum lehmannii*
ADOXACEAE



57 *Nertera granadensis*
RUBIACEAE

58 *Nertera granadensis*
RUBIACEAE



59 *Solanum 2*
SOLANACEAE

60 *Solanum 2*
SOLANACEAE



61 *Tibouchina mollis*
MELASTOMATACEAE



62 *Tibouchina mollis*
MELASTOMATACEAE



63 *Tibouchina mollis*
MELASTOMATACEAE



64 *Miconia orcheotoma*
MELASTOMATACEAE



65 *Miconia orcheotoma*
MELASTOMATACEAE



66 *Miconia l*
MELASTOMATACEAE



67 *Miconia l*
MELASTOMATACEAE



68 *Miconia l*
MELASTOMATACEAE



69 *Phoradendron l*
SANTALACEAE



70 *Phoradendron l*
SANTALACEAE



71 *Phoradendron l*
SANTALACEAE



72 *Peperomia l*
PIPERACEAE

73 *Peperomia l*
PIPERACEAE



74 *Barnadesia spinosa*
ASTERACEAE

75 *Barnadesia spinosa*
ASTERACEAE



76 *Monnina hirta*
POLYGALACEAE



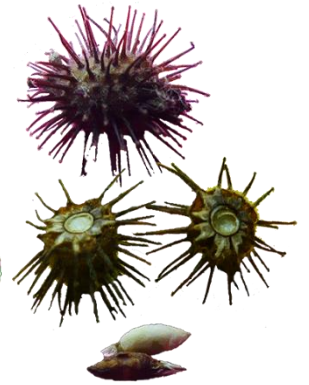
77 *Monnina hirta*
POLYGALACEAE



78 *Monnina hirta*
POLYGALACEAE



79 *Acaena elongata*
ROSACEAE



80 *Acaena elongata*
ROSACEAE



81 *Peperomia 2*
PIPERACEAE



82 *Peperomia 2*
PIPERACEAE

83 *Peperomia subalata*
PIPERACEAE

84 *Peperomia subalata*
PIPERACEAE

85 *Peperomia subalata*
PIPERACEAE



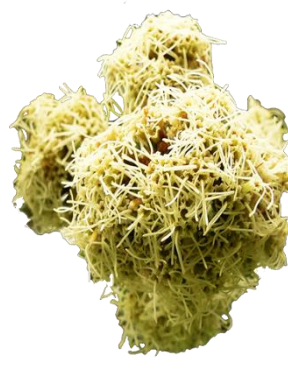
86 *Miconia 1*
ASTERACEAE



87 *Miconia 1*
ASTERACEAE



88 2
ASTERACEAE



89 2
ASTERACEAE



90 2
ASTERACEAE



91 *Solanum*
SOLANACEAE



92 *Solanum*
SOLANACEAE



93 *Solanum*
SOLANACEAE



94 *Alnus acuminata*
BETULACEAE



95 *Alnus acuminata*
BETULACEAE



96 *Plantago australis*
PLANTAGINACEAE



97 *Plantago australis*
PLANTAGINACEAE



98 *Plantago australis*
PLANTAGINACEAE