



## FRUTOS Y SEMILLAS EN REMANENTES DE BOSQUE ALTOANDINO DEL PÁRAMO DE RABANAL (BOYACÁ, COLOMBIA).

## FRUITS AND SEEDS IN FOREST REMAINDER IN PÁRAMO DE RABANAL (BOYACÁ, COLOMBIA).

**Naisla Tatiana Manrique Valderrama; María Eugenia Morales Puentes.**

Grupo de Investigación en Sistemática Biológica SisBio. Herbario UPTC, Facultad de Ciencias. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá, Colombia.

### Resumen

El bosque altoandino en Colombia sigue siendo fuertemente reducido por las actividades humanas. El estudio de los atributos morfológicos de las especies de plantas allí presentes, permiten determinar el papel de éstas en la recuperación de los ecosistemas. Con base en lo anterior, se buscó conocer la morfología de frutos y semillas de algunas especies de los fragmentos de un bosque altoandino en el Macizo páramo de Rabanal. El material fue recolectado mediante inventarios rápidos de vegetación. Se estudiaron 23 especies, pertenecientes a 18 familias (17 son dicotiledóneas y una monocotiledónea) entre hierbas, arbustos, árboles, rasantes y lianas. Se encontraron 17 especies con frutos canosos y seis con frutos secos; a su vez, 20 especies tuvieron fruto simple, dos con frutos múltiples (polidrupas y tricápsulas), y una especie con fruto complejo (pomo). Adicionalmente, los resultados revelaron un contraste notable en el tamaño y número de semillas, con frutos que tienen una semilla (longitud promedio 1,95x1,77 mm) hasta con más de 60 semillas (0,64x0,52 mm). Las estrategias de los frutos y las semillas permiten responder en capacidad de germinación y efectividad de dispersión, presentando también diferentes formas de dispersión como zoocoria (9 especies), endozoocoria (11), baricoria (16) y enemocoria (6).

**Palabras clave:** altoandino, fragmento, fruto, morfología, semillas.

### Abstract

The high Andean forest in Colombia still strongly being reduced by human activities. The plants species morphological attributes studies, allow to determinate the role in the ecosystem recovery. Due to the last, we were seeking to know the species fruits and seeds morphology from some of the high Andean forest remains, in the Macizo páramo de Rabanal. Plants material were collected through quick inventories vegetation. We studied 23 species, belonging to 18 families (17 dicotyledonous and one monocotyledonous) among grasses, shrubs, trees, vines and grazing. We found



17 species with fleshy fruits and 6 with dry fruits; likewise, 20 species had simple fruit, two with multiple fruits (polidrupa and tricapsule), and one specie with complex fruit (pome). Additionally, the results revealed a striking contrast in the size and number of seeds, fruits with one seed (average length 1,95x1,77mm) to more than 60 seeds (0,64x0,52mm). Fruits and seeds strategies allows to answer in germinations capacity and effectiveness of dispersion, showing different shapes dispersions like zoochory (9 species) endozoochory (11), barochory and anemochory (6).

**Keywords:** altoandino, forest patch, fruits, morphology, seeds.

\*Para citar este artículo: Manrique Valderrama NT & Morales Puentes ME. Frutos y semillas en remanentes de bosque altoandino del páramo de rabanal (Boyaca,Colombia).Revista Bistua. 2016. 14(2):141-168

+ Autor para el envío de correspondencia y la solicitud de las separatas Naisla Tatiana Manrique Valderrama. Grupo de Investigación en Sistemática Biológica SisBio. Herbario UPTC, Facultad de Ciencias. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Boyacá, Colombia. naislamanrique@gmail.com

Recibido: Septiembre 20 2015

Aceptado: Mayo 05 2016

## Introducción

Las angiospermas tienen como principales órganos de propagación las semillas; éstas son efectivas en la generación de nuevos individuos en el ecosistema<sup>1</sup>. Es así como, las semillas son consideradas el órgano fundamental en la dispersión y propagación de las especies<sup>2</sup>. Las semillas tienen diferentes características que les permiten desplazarse, como alas, tomento, agujones, entre otros, que les permiten alcanzar distancias y así mismo, colonizar otros espacios para lograr germinar<sup>3, 4</sup>.

Los fragmentos o parches de bosque, hoy día son islas en la cimas de las montañas, debido a la fuerte influencia del hombre con actividades agrícolas (papa, cebolla, etc.), ganaderías, minerías, entre otras; lo cual, ha llevado a la dominancia de especies pioneras y la formación de pajonales<sup>5, 6</sup>. Estas matrices, están sujetas a condiciones ambientales que las afectan directamente, tales como, la altitud, la topografía, el suelo, entre otras. Es así como, este conjunto de condiciones se ven reflejadas en la composición florística y faunística de dichas zonas, y cuyo resultado son los endemismos<sup>7</sup>. Caso particular se sucede con el páramo, fuente importante de servicios ambientales, entre los que se destacan el albergue de una

biodiversidad única, procesos de almacenamiento y regulación hídrica, convirtiéndolo en un ecosistema estratégico de importancia para la sociedad<sup>8</sup>, a pesar de ser declarado prioritario para su protección y conservación en Colombia (Ley 99 de 1993).

La transformación de las coberturas y uso del suelo de los bosques y los páramos han sido una constante amenaza. En el caso del páramo de Rabanal ubicado en el complejo Rabanal-Río Bogotá en el altiplano Cundiboyacense, el reemplazo de ecosistemas naturales por pastos para ganadería y cultivos de papa, actualmente supera el 45% de su superficie total, dejando aún algunos fragmentos de ecosistemas propios de la región altoandina en diferente estado de intervención y de alta importancia para la estabilidad hídrica regional y la conservación de la biodiversidad<sup>8</sup>; sin embargo, los esfuerzos se han concentrado en mitigar los impactos a través de estudios de bancos de semillas<sup>9-11</sup>, implementación de viveros<sup>12</sup>, reforestación de ecosistemas, entre otras; no obstante, ninguno de estos trabajos apuntan a ver específicamente la morfología de los frutos y semillas, como los principales órganos que contribuyen en estos procesos.

Por lo anterior, este trabajo muestra los frutos y las semillas en estos fragmentos de bosque con el fin dar a



conocer la diversidad de ellos en estos ecosistemas, además de información ecológica de las especies con fines de estudios en restauración para los bosques andinos y páramos del departamento de Boyacá. No obstante, los pequeños remanentes de bosque que están ubicados en la vereda Montoya, del sector Matanegra, fueron estudiados permitiendo evidenciar 23 especies de plantas con frutos y semillas, desde hierbas hasta árboles, a las cuales se les realizó un análisis detallado en su morfología a nivel del fruto y de la semilla, datos sobre color, tipo de dispersión, entre otros.

## **Materiales y métodos**

### **Área de estudio**

El macizo del páramo de Rabanal fue declarado Reserva Natural según Acuerdo No. 009 de 1992 y la Resolución No. 158 de 1992 por la CAR, presenta una extensión aproximada de 2.681,19 ha, se encuentra ubicado en el sector central de la cordillera Oriental a 5°N y 73°O, su flanco oriental linda con la Orinoquía, y el flanco occidental hacia el altiplano de Ubaté-Chiquinquirá, su costado norte, se orienta hacia el valle interno de Samacá, y la cordillera que conforma Iguaque, más al nororiente se encuentran las estribaciones de Cucaita y el río Teatinos hasta el altiplano de Sogamuxi, en el flanco sur, el cual

144

está conformado por las estribaciones montañosas que separan la sabana de Bogotá con los valles de Ubaté-Chiquinquirá<sup>13</sup>.

Rabanal se encuentra ubicado en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca, siendo una región de gran significancia, ya que constituye la estrella hidrográfica que conforma varias fuentes hídricas que suministra aguas a las cuencas de los ríos Suárez (laguna de Fúquene), Sutamarchán-Moniquirá y el sistema hídrico de Teatinos-Albarracín-Tibana-Jenesano-Garagoa; además, abastece al embalse de Teatinos, el cual suministra agua a la ciudad de Tunja, y a través de la ciudad se conforma como un afluente indirecto sobre la cabecera del río Chicamocha (figura 1)<sup>13</sup>.

Es así, como esta área involucra las cuencas abastecedoras del Embalse La Esmeralda de la Central Hidroeléctrica de Chivor (una de las primeras productoras de energía eléctrica del país), las cuencas que surten a la laguna de Fúquene, el río Suárez, el río Moniquirá, y por el trasvase del Teatinos y la quebrada Cortaderal hacia el acueducto de la ciudad de Tunja que drena agua hacia las cabeceras del río Chicamocha, a través del río Jordán<sup>13</sup>.

El sector de Ventaquemada en donde se realizó el estudio, se encuentra



145

entre los 2800 y 3500 m altitudinales, con temperaturas entre 0-10 °C, y precipitaciones anuales de 1000 a 1400 mm. Presenta un mayor porcentaje de humedad entre los meses de mayo y agosto, con temperaturas que pueden variar entre 12 y 16,5°C; los meses que registran incremento en la temperatura son febrero, marzo y abril, octubre, noviembre y diciembre, los meses con bajas temperaturas son mayo, junio, julio, agosto y septiembre. Además es considerada un área que ha sufrido transformaciones a nivel paisajístico a causa de intervención humana como minería, extensión agrícola (cultivos de papa) y ganadería (vacuno y ovino) trayendo consigo la reducción de cobertura vegetal en pequeños fragmentos de bosque<sup>13</sup> (figura 1).

### **Metodología**

**Fase de campo:** Se realizaron salidas de campo al Macizo Páramo de Rabanal, con la recolecta de 23 especies de acuerdo a la disponibilidad de frutos, y se logró la colecta directa de las semillas. Dichas, tomas se realizaron en recorridos a lo largo de fragmentos del bosque.

Inmediatamente, se recolectaron, se depositó el material en bolsas plásticas; posteriormente, se realizó una descripción detallada del

individuo teniendo en cuenta los rasgos vegetativos, con datos que incluían la forma de crecimiento, la altura (m), la cobertura (cm<sup>2</sup>), filotaxis, entre otros. Además, se realizaron descripciones de la ubicación de los individuos muestreados en los fragmentos (dentro del parche del bosque o fuera de él).

**Fase de laboratorio:** Los frutos colectados fueron procesados mediante métodos de imbibición, para la extracción de semillas de los mismos, y así se obtuvieron las semillas limpias. Éstas a su vez, fueron secadas a una temperatura de 90°C<sup>14</sup>. Después de la limpieza y el secado de las semillas, se les realizó un análisis macroscópico de su morfología con el uso del software WinSeedle ver. 2012a, con la obtención de datos de, tamaños (largo por ancho), formas, texturas y ornamentación, también se realizaron fotografías y se tuvo en cuenta los datos de coloraciones, además revisión del tipo de dispersión, el cual fue evaluado siguiendo el sistema de clasificación de van der Pijl<sup>3</sup>. El conteo de las semillas, se realizó a cinco frutos, de los cuales, se obtuvo un promedio del número de semillas por fruto (PSPF). Debido al tamaño de algunos frutos (<1 mm) fue imposible realizar conteos precisos y se definieron como incontables, determinados como frutos con >60



semillas. Finalmente, se realizaron las descripciones a nivel de especie a partir de los ejemplares colectados considerandos sus estructuras vegetativas (ej.: disposición de hoja, forma, tamaño, entre otros) como reproductivas (tipo de inflorescencia, fruto, coloración de fruto, color de semilla y promedio de semillas por fruto, PSPF).

El material procesado fue incluido en la colección de referencia de la Carpoteca del Herbario UPTC, en seco con etiquetas que contienen datos como, nombre común, nombre científico, la correcta escritura de sus nombres, considerando IPNI ([www.ipni.org](http://www.ipni.org)) y Tropicos ([www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)); familia, código de la colección, descripción de cada ejemplar que contiene coloraciones, exudados, presencia de arilos, entre otros, además se incluyó una breve descripción de la localidad.

### Resultados

Se registraron 23 especies, agrupadas en 18 familias, de las cuales, 17 familias son dicotiledóneas y una es monocotiledónea (Alstroemeriaceae). Los hábitos encontrados fueron herbáceos, arbustivos, arbóreos, rasantes y lianas (tabla 1). Para el hábito herbáceo se encontraron tres taxones, para el arbustivo 13, para el arbóreo cinco, el rastrero una especie

146

(*Nertera granadensis*), y una liana (*Bomarea multiflora*) (tabla 1).

Así mismo, estas especies presentaron frutos que se clasificaron de la siguiente manera: frutos carnosos (bayas y drupas) y frutos secos (indehiscentes, achenios; dehiscentes: cápsulas y esquizocarpos), de éstos, 17 especies son carnosos y seis son secos; igualmente, éstos se pueden organizar en, frutos simples o propiamente dicho, con 20 especies, también dos especies con frutos múltiples, que sería el caso de las polidrupas y tricápsulas (*R. coriaceus* y *B. comocladifolia*), y finalmente, un fruto complejo que corresponde a un pomo (*Hesperomeles ferruginea*).

Los tipos de fruto más frecuentes en etapa madura fueron, las bayas y las drupas encontradas en ocho y siete especies respectivamente. En cuanto a coloraciones, siete especies presentaron frutos rojo y siete negro, seguido de cinco especies con frutos verde en las diferentes formas de crecimiento (tabla 1).

Las especies que presentaron un mayor número de semillas denominadas en este caso incontables (>60) y con forma de crecimiento arbustiva y arbórea fueron, *Disterigma alaternoides*, *Gaultheria anastomosans*, *Vaccinium*



*floribudum*, *Ribes andicola* y *M. cataractae*.

En la forma de crecimiento herbácea, *Rubus coriaceus* fue la única especie con fruto de tipo compuesto en forma de polidrupa, registrando una semilla por cada drupilla con un promedio de 54 semillas por infrutescencia.

En el caso de los árboles, *C. multiflora* fue una de las especies de este hábito con mayor número de semillas por fruto (58) con relación a las demás taxones arbóreas (*V. triphyllum* y *O. calophylla*) con una semilla (tabla 2). Además, se destaca *O. calophylla*, especie que produce una semilla por fruto y es la de mayor tamaño (1,91-2 x 1,61-1,93 cm) con respecto a las demás especies.

### Descripciones

*Viburnum triphyllum* Benth.  
(Caprifoliaceae)

Árbol de 8 m de altura; hojas simples, opuestas o verticiladas, pecioladas, margen entero, verde oscuro en la haz y verde claro en el envés y lustrosas. Inflorescencia terminal, umbeliforme. Fruto simple, carnoso, en drupa, epicarpo inmaduro verde y cuando maduro morado a negro, mesocarpo morado a negro; semilla redonda, endocarpo marrón, lisa, 6,42 x 5,05 mm, con una semilla por fruto. Fructificación entre julio y septiembre, con endozoocoría. Se encuentra en borde de bosque (figura 2).

147

*Brunellia comocladifolia* Bonpl.  
(Brunelliaceae)

Árbol de 12 m de altura; hojas compuestas, imparipinadas, opuestas, coriáceas, margen aserrado, verde oscuro en la haz y verde claro a marrón en el envés, opacas con tomento verde claro en la venación, en el peciolo y en los tallos juveniles. Inflorescencia axilar, tirsoide. Fruto múltiple (policárpico), compuesto por 3 folículos elipsoides, epicarpo verde a marrón con tomento abundante en los folículos, mesocarpo verde claro, de textura áspera o urticante; semilla elíptica con 3 cápsulas bivalvadas, endocarpo blanquecino a verde claro, leñosas, 11,07-13,47 x 3,43-5,49 mm, con una semilla por cápsula. Fructificación entre abril y noviembre, con barocoría y anemocoría.

*Clusia multiflora* Kunth (Clusiaceae)

Árbol de 10 m de altura; hojas simples, opuestas, obovadas, coriáceas, glabras, vena principal prominente, venas secundarias inconspicuas, peciolos cortos. Inflorescencia terminal en panícula. Fruto simple, dehiscente en cápsula, con valvas que al abrir dan forma de estrella, de 3 a 6 valvas por fruto, epicarpo verde claro, mesocarpo blanquecino, de textura dura; semillas de forma ariñonada, blancas con arilo



anaranjado, resinoso, 3,7-4,46 x 1,73-2,89 mm, con 58 semillas por fruto. Fructificación entre abril y noviembre, asincrónica, con endozoocoría y barocoría.

*Miconia cataractae* Triana  
(Melastomataceae)

Árbol de 12 m de altura; hojas simples, opuestas, levemente coriáceas, con tomento ferruginoso en el envés de la hoja, peciolo y tallo, pecioladas, verde oscuro en la haz y marrón en el envés. Inflorescencia terminal en panícula. Frutos simple, carnoso en baya, epicarpio verde claro, mesocarpio amarillo e hialino; semilla piramidal, endocarpo amarillo a marrón claro, 0,53-0,69 x 0,22-0,30 mm, con >60 semillas por fruto. Fructificación asincrónica durante todo el año, con endozoocoría y anemocoría.

*Ocotea calophylla* Mez. (Lauraceae)

Árbol de 12 m de altura; hojas simples, alternas, coriáceas, cortamente pecioladas, margen entero, verde oscuro y lustrosas en la haz y marrón lustroso en el envés, tomentosas-lanosas en el envés, con aceites aromáticos. Inflorescencia axilar en panícula. Fruto simple, carnoso en drupa, crece sobre una cúpula, carnosa y endurecida, epicarpio verde y cuando maduro se torna morado a negro, mesocarpio

148

amarillo a blanquecino de textura lisa; semilla elíptica, endocarpo marrón, lisa con una estría que va desde el micrópilo a la base, 1,91-2 x 1,61-1,93 cm, con una semilla por fruto. Fructificación entre noviembre a diciembre, con endozoocoría y barocoría (figura 3).

*Berberis goudotii* Triana & Planch.  
(Berberidaceae)

Arbusto de 1,2 m de altura; hojas simples y generalmente congestionadas en brotes cortos, alternas, cactáceas con márgenes dentados a espinosos, verde oscuro en la haz y verde a blanquecino en el envés, glabras y lustrosas. Tallo con espinas alargadas y tripartidas (modificación de hojas en los brotes). Inflorescencia axilar, umbeliforme. Fruto simple, carnoso en baya, epicarpio inmaduro verde y cuando maduro se torna morado a negro, mesocarpio rojizo e hialino; semilla en forma ariñonada, endocarpo marrón, 4,26-4,88 x 2,35-2,50 mm, con un promedio de 4 semilla por fruto. Fructificación asincrónica entre abril y noviembre, con zoocoría y barocoría (figura 4)

*Clethra fagifolia* Kunth (Clethraceae)

Arbusto de 6 m de altura; hojas simples, alternas, coriáceas, pecioladas, margen dentado, haz verde oscuro, envés ferruginoso, tomentoso en haz y envés.



Inflorescencia terminal, racimosa. Fruto simple, seco indehiscente en cápsulas loculicidas, con 3 valvas, epicarpo anaranjado, mesocarpo amarillo a anaranjado, endocarpo anaranjado a marrón; semillas alargadas, 0,92-1,50 x 0,09-1,00 mm, con 42 semillas por fruto. Fructificación entre abril y mayo, con endozoocoría y barocoría.

*Disterigma alaternoides* (Kunth) Nied. (Ericaceae)

Arbustos de 1,2 m de altura; hojas simples, alternas, cortamente pecioladas, margen entero, verde oscuro en la haz y verde claro en el envés, con punteaduras negras en el envés, lustrosas. Inflorescencia axilar, racimosa. Fruto simple carnosos en baya, epicarpo inmaduro verde e hialino, cuando maduro rojizo a morado, mesocarpo verde claro e hialino; semillas piramidales, aristadas, endocarpo amarillo a marrón claro, 0,80-1,06 x 0,72-0,84 mm, con >60 semillas por fruto. Fructificación asincrónica, entre abril con endozoocoría, barocoría y anemocoría.

*Gaultheria anastomosans* (L. f.) Kunth (Ericaceae)

Arbustos de 1,5 m de altura; hojas simples, alternas, cortamente pecioladas, margen entero, tricomas simples en el borde de la lámina,

149

verde oscuro en la haz y verde claro en el envés, venación conspicua en el envés con cilios simples negros en la lámina y tallos. Inflorescencia axilar, racimosa. Fruto simple en cápsula loculicida, epicarpo inmaduro verde y cuando maduro rojizo a morado, mesocarpo verde claro e hialino; semilla tetragonal, aristada, endocarpo amarillo a marrón, 0,53-0,75 x 0,36-0,69 mm, con >60 semillas por fruto. Fructificación entre abril y noviembre, con zoocoría, barocoría y anemocoría.

*Vaccinium floribundum* Kunth (Ericaceae)

Arbusto de 1 m de altura; hojas simples, alternas, cortamente pecioladas, margen dentado, verde oscuro en la haz y verde claro en el envés y opacas. Inflorescencia axilar, racimosa. Fruto simple, carnosos en baya, epicarpo inmaduro verde y cuando maduro rojizo a negro, mesocarpo verde claro e hialino; semilla tetragonal, aristada, endocarpo amarillo a marrón claro, 0,60-0,65 x 0,34-0,40 mm, con >60 semillas por fruto. Fructificación entre abril y noviembre, con zoocoría, barocoría y anemocoría.

*Gaiadendron punctatum* (Ruiz & Pav.) G. Don (Loranthaceae)



Arbusto de 5 m de altura; hojas simples, opuestas, cortamente pecioladas, margen entero, en estado juvenil rojizas, verde oscuro en la haz y verde claro en el envés, glabras, lustrosa con punteaduras en el envés de la hoja. Inflorescencia axilar o terminal, racimosa. Fruto simple, carnoso en drupa, epicarpo inmaduro verde y cuando maduro rojizo a anaranjado, mesocarpo rosado a blanquecino; semilla elíptica, endocarpo blanquecino con tonalidades rosadas, con estrías que van desde el micrópilo hasta la base, con escamas hialinas, 5,46-5,76 x 2,56-2,95 mm, con 1 semilla por fruto. Fructificación entre abril y noviembre y asincrónica (figura 5).

*Morella parvifolia* (Benth.) Parra-Os. (Myristicaceae)

Arbusto de 4 m de altura, densamente ramificado desde la base; hojas simples, alternas, pecioladas, margen entero, con glándulas en haz y envés, verde oscuro en la haz y envés ferruginoso. Inflorescencia axilar, amentiforme. Fruto simple en drupa, ceroso, epicarpo inmaduro verde y cuando maduro grisáceo a negro, con ornamentación granular verrugosa, por la cera que protege la semilla; semilla redonda, endocarpo marrón, 5,20-6,85 x 3,62-4,74 mm, con 1 semilla por fruto. Fructificación entre agosto y septiembre, con zoocoría y

150

barocoría. Planta aromática, fruto usado en industria por la producción de cera (figura 6).

*Oreopanax mutisianus* (Kunth) Decne. & Planch. (Araliaceae)

Arbusto de 5 m de altura; hojas simples, alternas, cortamente pecioladas, margen entero y revoluto en la base, verde oscuro en la haz y verde claro en el envés, lustrosas con tricomas estipitados en la haz y envés. Inflorescencia en panícula. Flores sésiles. Fruto simple, en drupa, subgloboso, epicarpo inmaduro verde y cuando maduro morado a negro, mesocarpo verde claro a blanquecino; semilla redonda, endocarpo blanquecino, lisa, 3,47-5,67 x 3,15-3,90 mm, con 1 semilla por fruto. Fructificación entre abril y noviembre, asincrónica, con zoocoría y barocoría.

*Hesperomeles ferruginea* (Pers.) Benth. (Rosaceae)

Arbusto de 5 m de altura; hojas simples, alternas, cortamente pecioladas, margen aserrado, con tricomas simples en la venación de las hojas y tallos. Inflorescencia terminal en panícula. Fruto complejo en pomo, epicarpo inmaduro verde y cuando maduro rojizo, mesocarpo verde claro; semilla de forma ariñonada, endocarpo blanquecino a rosado, 4,46-4,86 x 3,41-3,65 mm,



con un promedio de 6 semillas por fruto. Fructificación entre abril y noviembre, con zoocoría y barocoría (figura 7).

*Rubus coriaceus* Poir. (Rosaceae)

Hierba de 5 m de altura; hojas trifoliadas, alternas, coriáceas, pecioladas, margen aserrado, estípulas libres en la base de las hojas, verde oscuro en la haz y verde claro en el envés con aguijones en láminas y tallo. Fruto múltiple en agregado de drupas con 1 semilla cada una, epicarpo inmaduro verde y cuando maduro rojizo a negro, mesocarpo rojizo e hialino; semilla ovoide, globosas, blanquecina, con arilo rojizo con ornamentación rugosa, 4,20-7,41 x 2,41-3,61 mm, con un promedio de 45 semillas por fruto. Fructificación entre abril y noviembre, con zoocoría y barocoría (figura 8).

*Nertera granadensis* (Mutis ex L. f.) Druce (Rubiaceae)

Rasante de 0,05 m de altura, muchas veces formando tapetes; hojas simples, alternas, margen entero, verde oscuro en la haz y verde claro en el envés, lustrosas. Inflorescencia terminal. Fruto simple, carnoso en baya, epicarpo inmaduro verde e hialino y cuando maduro rojizo, mesocarpo verde claro e hialino; semilla; semilla elíptica, endocarpo hialino, lisa, 3,60-4,46 x 3,20-3,59 mm, con 5 semillas por fruto.

151

Fructificación entre mayo a julio, con zoocoría y barocoría (figura 9).

*Galium hypocarpium* (L.) Fosberg (Rubiaceae)

Hierba de 0,78 m de altura; hojas simples, verticiladas, 4-8 por nudo, margen entero, verde oscuro en la haz y verde claro en el envés, con estípulas casi del mismo tamaño de la hoja. Inflorescencia terminal en panícula. Fruto en esquizocarpo, abre en dos segmentos, epicarpo anaranjado, mesocarpo hialino a blanco crema; semilla elíptica, endocarpo blanquecino, lisa, con 2 semillas por fruto. Fructificación entre abril a noviembre de manera asincrónica, con endozoocoría y anemocoría

*Psychotria* sp. (Rubiaceae)

Hierba de 0,3 m de altura; hojas simples, opuestas, pecioladas, margen entero, verde oscuro en la haz y verde claro en el envés y lustrosas. Inflorescencia terminal. Fruto simple carnoso en baya, epicarpo inmaduro verde y cuando maduro azul a morado, mesocarpo verde hialino; semilla elípticas, endocarpo marrón, lisa, 5,11-6,84 x 2,43-2,67 mm, con 5 semilla por fruto. Fructificación entre abril y noviembre, con endozoocoría.

*Muehlebeckia tamnifolia* (Kunth) Meisn. (Polygonaceae)



Arbusto prostrado a decumbente de 0,8 m de altura; hojas simples, alternas, astadas, pecioladas, margen entero, glabras, con una ócrea hialina en la base del peciolo, lámina verde claro; tallos cuadrangulares. Inflorescencia axilar en panícula. Fruto seco indehiscente en aquenio, epicarpio verde claro con tonalidades rojizas, mesocarpio hialino a verde claro; semilla trígono-ovoide, endocarpo negro, lisa, 4,94-5,71 x 3,82-4,13 mm, con 1 semilla por fruto. Fructificación entre julio y septiembre. Tipo de dispersión barocoría y zoocoría.

*Solanum* sp. (Solanaceae)

Arbusto erecto de 3 m de altura; hojas simples, alternas, pecioladas, margen entero, verde oscuro en la haz y verde claro en el envés y lustrosas. Inflorescencia axilar y solitaria. Fruto simple, carnoso en baya, epicarpio inmaduro verde y cuando maduro morado a negro, mesocarpio morado a negro; semilla redonda, plana, endocarpo amarillo, lisa, 3,98-4,47 x 3,37-3,69 mm, con 1 semilla por fruto. Fructificación entre julio y septiembre, con endozoocoria y barocoría (figura 10).

*Bomarea multiflora* (L. f.) Mirb. (Alstroemeriaceae)

Liana 0,7 m de altura; hojas simples, alternas, pecioladas, margen entero, verde oscuro en la haz y verde claro a glauco en el envés y lustrosas.

152

Inflorescencia terminal, umbeliforme. Fruto seco dehiscente, en cápsula, epicarpio inmaduro verde y cuando maduro marrón oscuro, mesocarpio verde a blanquecino; semilla redonda, endocarpo anaranjado e hialino, lisa, 4,53-5,94 x 3,69-4,36 mm, con un promedio de 35 semilla por fruto. Fructificación entre julio y septiembre, con endozoocoria y barocoría (figura 11).

*Myrsine dependens* (Ruiz & Pav.) Spreng. (Myrsinaceae)

Arbusto de 5 m de altura; hojas simples, alternas, cortamente pecioladas, margen entero, verde oscuro en la haz y verde claro en el envés y lustrosas, con punteaduras en la lámina. Inflorescencia axilar en glomérulo. Fruto simple, carnoso en drupa, epicarpio inmaduro verde y cuando maduro morado a negro, mesocarpio morado a negro; semilla redonda, endocarpo marrón, lisa, 3,41-4,81 x 3,78-3,95 mm, con una semilla por fruto. Fructificación entre julio y septiembre, con endozoocoria (figura 12).

**Discusión**

Los estudios en bosques altoandinos han incrementado en los últimos años, se han enfocados en caracterizaciones vegetales a nivel florístico, con el registro de especies de las familias Melastomataceae, Lauraceae, Ericaceae y Rubiaceae,



típicas de este tipo de bosques<sup>15-17</sup> y tales taxones se registran en este estudio. Sin embargo, en dichas formaciones es escasa e incipiente la documentación que contenga datos sobre las características morfológicas de fruto y semillas, e información sobre éstas estructuras, que permitan la implementación de estrategias de viverismo, reforestación, restauración, entre otros. La representatividad en bayas y drupas en este estudio fue alta, datos similares a los evidenciados en bosques tropicales mexicanos<sup>18</sup>, chinos<sup>19</sup> y en Oceanía<sup>20</sup>. Sin embargo, al revisar las coloraciones de los frutos presentes en este estudio, predominaron los negros y los rojos, y es similar al trabajo de Chen *et al.*<sup>19</sup>, donde hay una misma frecuencia de coloración, ello probablemente se deba a los dispersores registrados que en su mayoría mamíferos y aves<sup>21-23</sup>; además que, éstas tendencias de coloración han sido relacionadas en el trópico y con el tipos de fruto carnosos, siendo las aves los directos dispersores de muchas de estas especies<sup>3, 19, 24-28</sup>, contrario sucede con la propuesta de Carpenter *et al.*<sup>20</sup> donde los colores predominantes son los pardos y rojos.

Las coloraciones llamativas de frutos en especies con diferentes formas de crecimiento, desde hierbas (0,1 m)

153

hasta árboles (12 m), y en el caso de las Rubiaceae como *Nertera granadensis* (rasante) con coloraciones rojizas y *Psychotria* sp. (hierba) con azules-moradas, son llamativas para las aves para su consumo, como lo registra Murray *et al.*<sup>28</sup>, lo cual indica que esta oferta alimenticia posiblemente esté siendo aprovechada por distintos dispersores que se encuentran en el dosel como también lo indica Arteaja y Moya<sup>29, 30</sup>, ya sea por su coloración, ubicación o contenido nutricional, y distinto a los dispersores que se puedan encontrar en el sotobosque.

Caso opuesto, ocurre con *C. multiflora* y *Bomarea multiflora*, en donde los frutos son de coloraciones crípticas como verde y marrón, que pueden perderse con el bosque; sus frutos abren en valvas para exponer sus semillas de arilos llamativos, usualmente de colores anaranjados y rojizos, y así atraer a consumidores, como también lo menciona Naranjo<sup>31</sup> en su estudio en un bosque de Ecuador.

Las especies con semillas (>60) como *Miconia floribunda*, *Vaccinium florubundum*, *Gaultheria anastomosans*, *Disterigma alaternoides* y *Ribes andicola*, se pueden relacionar en tamaño, peso, tipo de dispersión y persistencia en el suelo para su germinación<sup>32</sup>,



condiciones que favorecen la dispersión anemócora, la efectividad de consumo a través de frutos carnosos y también dispersas por aves<sup>33-35</sup>. Por otra parte, se destaca que tales especies pueden estar asociadas a bancos de semilla persistentes, como lo indican Montenegro y Vargas<sup>36</sup> en un estudio en un bosque altoandino. Caso opuesto, sucede con las especies *V. triphyllum* y *O. calophylla* que tienen semillas de mayor tamaño (1- 3 cm) y peso, que son consumidas y dispersadas por animales (zoocoría), formando bancos de semillas transitorios<sup>36</sup>.

En el caso de *C. multiflora*, que registra producción de frutos y semillas asincrónica durante el periodo evaluado, y con frutos y semillas en el banco del suelo y aéreo, así como plántulas cerca de los individuos madre, permiten indicar que la germinación y disponibilidad de individuos es constante, tal condición también es mencionada por diferentes autores<sup>17, 37-38</sup>, quienes indican que esta alta producción puede traer consigo la dispersión y germinación inmediata de la especie.

Por otro lado, *R. coriaceus* con frutos múltiples (polidrupa carnosas), con semillas de tamaños no mayores a 0,5 cm, endocarpos duros para proteger el embrión, crecen en el

154

límite de los fragmentos de bosque y la disponibilidad de frutos es asincrónica y es definida como una especie de rápido crecimiento y gran efectividad en su dispersión, ya que fue observada el toda el área y con frutos durante todo el tiempo de muestreo; estas condiciones, y de acuerdo a varios autores estas condiciones se convierten en estrategias, para lograr colonizar espacios en bordes, hacer parte de un banco de semillas tardío, con incremento de tasas de germinación y probabilidad de establecimiento de plántulas<sup>23, 28-31</sup>. En el caso de *M. cataractae* con gran cantidad de semillas en frutos bacoides y palatables a dispersores (aves y mamíferos), como ocurre con *Turdus fuscater*, una especie frugívora que se alimenta de esta especie<sup>32</sup>, garantizan su efectiva dispersión, y así, intervienen de manera directa en procesos de dispersión de semillas<sup>33-34</sup> garantizando su repoblación. La mayoría de especies encontradas, pueden ser catalogados como taxones críticos en la recuperación de paisajes fragmentados, ya que presentaron frutos de tipo carnoso (bayas y drupas) con gran cantidad de semillas, condición que favorece su consumo por especies frugívoras, y así mismo, llevar a cabo la dispersión, uno de los eventos más



importantes en los bosques del trópico<sup>35</sup>, de tal forma que dichos procesos direccionan la conectividad del bosque<sup>36-43</sup>. También, es importante mencionar que en el área de estudio se tiene una historia de procesos de colonización, y no hay suficientes estudios que rescaten el uso tradicional de las especies nativas y silvestres de los bosques, además de definir también alguna utilidad<sup>44</sup>.

### Conclusiones

La frecuencia de frutos bacoide y drupoide indica que las semillas pueden estar siendo dispersas por aves.

Encontrar solo cinco especies de hábito arbóreo y 13 arbustivas con producción de frutos y semillas, evidencia el alto impacto, al que se ha sometido el páramo de Rabanal, reflejado en la disminución de la cobertura del bosque, y la necesidad de llevar a cabo procesos efectivos de restauración en el área.

De acuerdo a la disponibilidad de semillas de la *C. multiflora*, y la rápida germinación registrada en otros estudios<sup>37-38</sup>, puede ser una especie clave en procesos de restauración.

Los resultados de este trabajo sirven de base para futuros estudios en donde relaciona la dispersión,

155

remoción y hábitos alimentarios de dispersores, producción de frutos y procesos de restauración en la zona<sup>42</sup>.

### Agradecimientos

Al Programa Jóvenes Investigadores a través de la convocatoria 616 para Jóvenes investigadores Colciencias. En convenio entre COLCIENCIAS y a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, a través de la Dirección de Investigaciones (DIN), a los convenios 701/2013 y Ecopetrol-UPTC 5211740 sobre restauración ecológica en Rabanal. Al Grupo Sistemática Biológica y el Herbario UPTC. A los miembros del grupo que apoyaron el desarrollo del proyecto, tanto en campo como en el desarrollo de la investigación. A la comunidad de Rabanal que amablemente siempre nos apoyaron especialmente a los Señores Carlos Julio Gómez<sup>†</sup>, Cristóbal Reyes y Victoria de Reyes.

### Referencias bibliográficas

- 1.- Vásquez C, Orozco A, Rojas M, Sánchez ME, Cervantes V, Las semillas. En: Vásquez C, Orozco A, Rojas M, Sánchez ME y Cervantes V Editores. La reproducción de las plantas: semillas y meristemos. Fondo de Cultura Económica. México. 1997. p. 16-64.



- 2.- García A. La dispersión de las semillas. Cienc. 1991; 24:3-6.
- 3.- van der Pijl. Principles of dispersal in higher plants. En: Schmid R Editor. Book Revs. Berlin: Springer-Verlag, 1982: p. 55-70.
- 4.- Howe HF y Westley LC. Mechanics and ecology of mutualism. En: Howe HF & Westley LC Editors. Ecological relationships of plants and animals. Oxford University Press. 1899: p. 107-160.
- 5.-Neill DA. The Vascular Plants of Ecuador. En: Jorgensen PM & León-Yáñez S Editors. Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 1999; 75: 1-195.
- 6.- Suárez D. Formación de un corredor de hábitat de un bosque montano alto en un mosaico de páramo en el norte del Ecuador. Ecol. Aplic. 2008; 7(1-2): 9-15.
- 7.- Vásquez A y Buitrago AC. El gran libro de los páramos. Bogotá D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Proyecto Páramo Andino, 2011.
- 8.- Morales M, Otero J, van der Hammen T, Torres A, Cadena C, Pedraza C, Rodríguez N, Franco C, Betancourth JC, Olaya E, Posada E y Cárdenas L. Atlas de páramos de Colombia. 1ra. Edición. Bogotá D. C. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2007.
- 9.- Cantillo EE, Castiblanco V, Pinilla VF y Alvarado CL. Caracterización y valoración del potencial de regeneración del banco de semillas germinable de la Reserva Forestal Cárpatos (Guasca, Cundinamarca). Rev. Colom. Forest. 2008; 11: 45-70.
- 10.- Montenegro AL. y Vargas O. Estrategias de regeneración del banco de semillas en una comunidad de bosque alto andino secundario. En: Bonilla MA Editor. Estrategias adaptativas de plantas del páramo y del bosque altoandino en la cordillera Oriental de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia Unibiblos. 2005. p. 227-246.
- 11.- García-Franco JG y Rico-Gray V. Dispersión, viabilidad, germinación y banco de semillas de *Bdallophyton bambusarum* (Rattlesiaceae) en la costa de Veracruz, México. Rev. Biol. Trop. 1996; 44-45.
- 12.- Aguilar M y Vanegas S. Viveros. Una experiencia comunitaria en el páramo de Rabanal. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia: Argo Editores. 2009: p. 1-21.
- 13.- Ministerio de Medio Ambiente, Corpochivor, Corpboyacá, CAR. Plan de manejo y uso sostenible del Páramo de Rabanal, Boyacá-Cundinamarca, Inf. Tec. Programa Ambiental Credito Bid 774 oc/Coconvenio no. 00297. Fonade-Convenio No. 000294, 2001.
- 14.- International Seed Testing Association ISTA, Tree and shrub



- seed handbook. International Seed Testing Associations, Zurich, Switzerland, 1991.
- 15.- Gentry AH. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forest. En: Churchill SP, Balslev H, Forero E & Luteyn JL. Editors. Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. Nueva York: The New York Botanical Garden, 1995: p. 103-126.
- 16.- Galindo-T R, Betancur J y Cadena-M JJ. Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del Santuario de Flora y Fauna Guanentá-alto río Fonce, cordillera Oriental colombiana. *Caldasia*. 2003; 25(2): 313-335.
- 17.- Rodríguez-Santamaría MF, Puentes-Aguilar JM y Cortés-Pérez F. Caracterización temporal de la lluvia de semillas en un bosque nublado del cerro de Mamapacha (Boyacá-Colombia). *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 2006; 30(117): 619-624.
- 18.- Ibarra-Manríquez G. y Cornejo-Tenorio G. Diversidad de frutos de los árboles del bosque tropical perennifolio de México. *Act. Bot. Mexican.* 2010; 90: 51-104.
- 19.- Chen J, Fleming TH, Zhang L, Wang H & Liu Y. 2004. Patterns of fruits in a tropical rainforest in Xishuangbanna, SW China. *Acta Oecol.* 2004; 26: 157-164.
- 20.- Carpenter RJ, Read J & Jaffré T. Reproductive traits of tropical rainforest trees in New Caledonia. *J. trop. ecol.* 2003; 19: 351-365.
- 157
- 21.- Medina W, Macana DC y Sánchez F. Aves y mamíferos de bosque altoandino-páramo en el páramo de Rabanal (Boyacá-Colombia). *Ciencia en Desarrollo*. 2015; 6(2): 185-198.
- 22.- Ferreira de Camargo N, Scarponi RM, Ribeiro JF y Monteiro. Frugivoria e potencial dispersão de sementes pelo marsupial *Gracilinanus agilis* (Didelphidae: Didelphimorphia) em áreas de Cerrado no Brasil central. *Acta Bot. Bras.* 2011; 25 (3): 646-656.
- 23.- Corlett RT. Characteristics of vertebrate dispersal fruits in Hong Kong. *J. Trop. Ecol.* 1996; 12: 819-833.
- 24.- Willson MF & Whelan CJ. The evolution of fruit color in fleshy-fruited plants. *Amer. Nat.* 1990; 136: 790-809.
- 25.- Stiles EW. Animals as seed dispersers. En: Fenner M Editor. *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford: Cab International. 2000; 111-124.
- 26.- Ganesh T & Davidar P. Dispersal modes of tree species in the wet forest of southern Western Ghats. *Curr. Sci. India.* 2001; 80: 394-399.
- 27.- Link A & Stevenson PR. Fruit dispersal syndromes in animal disseminated plants at Tinigua National Park, Colombia. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 2004; 77: 319-334.
- 28.- Murray G, Dinsman S & Bronstein J. 2000. *Plant-animal interactions, In Monteverde: Ecology and Conservation of a Tropical Cloud*



- Forest, N. Nadkarni y N. Wheelwright, Eds. Nueva York: Oxford University, 2000: p. 255-302.
- 29.- Arteaga LL & Moya MI. Variación de la remoción de frutos de *Coccocypselum lanceolatum* (Rubiaceae) al modificar experimentalmente su ubicación y presentación. Ecol. en Bolivia. 2005; 40(1): 3-9.
- 30.- Howe HF & Smallwood J. Ecology of seed dispersal, Annu Rev Earth Pl Sc. 1982; 13: 201-228.
- 31.- Sepulveda O, Suárez Z, Patarroyo M, Canaria L y Bautista S. Estudio del comportamiento e impacto de la climatología sobre el cultivo de la papa y del paso en la región central de Boyacá empleando los sistemas dinámicos. Ciencia en Desarrollo, 2015; 6(2): 215-224.
- 32.- Naranjo J, Morante F, Chong-Qui J, Moltalván F & Morocho N. Estudio sobre la influencia de la intensidad luminosa y color de fruta en pájaros consumidores de fruta en el Bosque Protector Cerro Blanco. Rev Tecnológica ESPOL. 2006; 19(1): 1-8.
- 33.- Thompson K. Seeds persistence in soil. En: Hendry G & Grime GP Editors. Methods in comparative plant ecology, a laboratory manual. Nueva York, U.S. Chapman & Hall, 1993: p. 199-202.
- 34.- Sudgen A. Long-distance dispersal, isolation, and the cloud forest flora of the Serranía de Macuira, Guagira, Colombia. *Biotropica*, 1982; 14(3); 208-219.
- 158
- 35.- Foster R. Ciclo estacional de caída de frutos en la isla de Barro Colorado. En: Leigh EG, Stanley A & Windsor DM Editors. Ecología de un bosque tropical: ciclos estacionales y cambios a largo plazo. 1992: p. 219-241.
- 36.- Dalling J, Swaine M & Garwood N. 1988. Dispersal patterns and seed bank dynamics of pionner trees in moist tropical forest. Ecology 1998. 79(2): 564-578.
- 37.- Montenegro AL & Vargas O. Atributos vitales de especies leñosas en bordes de bosque altoandino de la Reserva Forestal de Cogua (Colombia). Rev. Biol. Trop. 2008; 56(2): 705-720.
- 38.- Sánchez A & Vega V. Lluvia de semillas en un bosque altoandino en una zona de la región de Mamapacha (Boyacá, Colombia). Tesis pregrado, Esc. Ciencias Biológicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Boyacá, 2002.
- 39.- Ramos C, García M & Narbona E. Estrategias regenerativas de *Clusia multiflora*, *Drymis granadensis* y *Weinmannia tomentosa* en el Bosque altoandino. Tesis pregrado, Dep. Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2001.
- 40.- Olmsted NW & Curtis JD. Seeds of the forest floor. Ecology, 1947; 28: 49-53.
- 41.- Halpern CB. Early successional patterns of forest species: Interactions of life history traits and

159

- disturbance, *Ecology*, 1989: 70(3): 704-720.
- 42.- Fleming TH & Sosa V. Effects of nectarivorous and frugivorous mammals on reproductive success of plants, *J Mammal*, 1994; 75(4): 845-851.
- 43.- Restrepo C. Frugivoría. En: Guariguata M & Kattan G Editores. *Ecología y conservación de Bosques Neotropicales*. Cartago, Costa Rica: LUR. Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2002: p. 531-557.
- 44.- Barrios-Paternina, E. y J. Mercado-Gómez, "Plantas útiles del corregimiento Santa Inés y la vereda San Felipe (San Marcos, Sucre, Colombia)". *Ciencia en Desarrollo*, vol. 5, n°. 2, pp. 131-144, 2014.



**Figura 2.** *Viburnum triphyllum* Benth. A. Vista general de las semillas; B. Detalle; C. Acercamiento de una semilla donde se observa la ornamentación en estrías, *Manrique 2034* (UPTC). Fotografía tomada con WinSeedle v 2012a.



**Figura 3.** *Ocotea calophylla* Mez. A. Vista general de las semillas; B. Detalle; C. Acercamiento de una semilla donde se observa claramente la estría del micrópilo a la base. *Manrique 2036* (UPTC). Fotografía tomada con WinSeedle v 2012<sup>a</sup>

**Figura 4.** *Berberis goudotii* Triana & Planch. A. Vista general de las semillas; B. Detalle; C. Acercamiento de una semilla donde se observa claramente la ornamentación en estrías del micrópilo a la base. *Manrique 2040* (UPTC). Fotografía tomada con WinSeedle v 2012<sup>a</sup>



**Figura 5.** *Gaidendron punctatum*. A. Vista general de las semillas extraídas de un fruto; B. Detalle; C. Acercamiento de una semilla donde se observa la ornamentación en estrías del micrópilo a la base. *Manrique 2044* (UPTC). Fotografía tomada con WinSeedle v 2012a.

**Figura 6.** *Morella parvifolia* (Benth.) Parra-Os. Vista general de las semillas; B. Detalle; C. Acercamiento de una semilla donde se observa la ornamentación, además de algunos residuos de cera. *Manrique 2048* (UPTC). Fotografía tomada con WinSeedle v 2012a.

