

IDENTIFICACIÓN DE RASGOS FUNCIONALES DE ESPECIES VEGETALES DEL BOSQUE ALTOANDINO Y PÁRAMO RELACIONADOS CON SU RESPUESTA REGENERATIVA POSTFUEGO

Modalidad de Grado Pasantía

Cindy Tatiana Santamaría Caro
William Andrés Rodríguez Duarte

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

IDENTIFICACIÓN DE RASGOS FUNCIONALES DE ESPECIES VEGETALES DEL BOSQUE ALTOANDINO Y PÁRAMO RELACIONADOS CON SU RESPUESTA REGENERATIVA POSTFUEGO

CINDY TATIANA SANTAMARÍA CARO
20111010045
WILLIAM ANDRÉS RODRÍGUEZ DUARTE
20102010040

ÁNGELA PATRICIA PARRADO ROSSELLI
UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS - FAMARENA
DIRECTORA INTERNA

KORINA OCAMPO ZULETA
JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ JOSÉ CELESTINO MUTIS
DIRECTORA EXTERNA

PASANTÍA
PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA FORESTAL

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
DICIEMBRE DE 2017
BOGOTÁ, D.C.

Tabla de contenido

Tabla de contenido 2

Índice de tablas 3

Índice de figuras 4

Resumen y palabras clave 5

Abstract and Keywords 6

1. Introducción 5

2. Objetivos 9

2.1. Objetivo general 9

2.2 Objetivos específicos 9

3. Metodología 10

3.1. Área de estudio 10

3.2. Búsqueda de información 11

3.3. Elaboración de encuesta 11

3.4. Análisis de información 12

4. Resultados 13

4.1. Determinación de los rasgos funcionales 13

4.2. Información registrada e inexistente en la base de datos 20

4.3. Rasgos funcionales con mayor cantidad de información e identificación de vacíos 22

5. Conclusiones y recomendaciones 31

6. Agradecimientos 33

7. Bibliografía 34

8. Anexos 35

Anexo 1 ..... Ver archivo Excel®

Anexo 2. 47

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción y clasificación de los rasgos funcionales seleccionados 14

Tabla 2. Clasificación de tipos de fruto..... 18

Tabla 3. Lista de la clasificación de los tipos de rebrote..... 19

Tabla 4. Lista de metabolitos secundarios 19

Tabla 5. Número de datos de especies encontrados para cada rasgo funcional. 21

Tabla 6. Vacíos en términos de número de especies sin información de cada uno de los rasgos funcionales en los dos tipos de ecosistemas. 22

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio 10

Figura 2. Porcentaje de información encontrada para cada uno de los rasgos funcionales por tipo de ecosistema 21

Figura 3. Especies con mayor información sobre los rasgos funcionales en cada tipo de ecosistema..... 23

Figura 4. Especies con menor información sobre los rasgos funcionales en cada tipo de ecosistema..... 24

Figura 5. Encuesta de captura de información sobre los rasgos funcionales 25

Figura 6. Número de especies por tipo de hábito de cada ecosistema..... 26

Figura 7. Número de especies por tipo de gremio ecológico en cada ecosistema..... 27

Figura 8. Porcentaje de especies por tipo de dispersión en cada ecosistema 27

Figura 9. Número de especies por mecanismo de dispersión para cada tipo de fruto en el Bosque Altoandino (superior) y Páramo (inferior). 29

Figura 10. Número de especies por persistencia de follaje en cada ecosistema 30

Resumen

Existe un aumento de la frecuencia, intensidad y área afectada por incendios forestales en Colombia (en su mayoría de origen antrópico), los cuales generan consecuencias y pérdidas en los ecosistemas; este fenómeno sucede también en los Cerros Orientales de la ciudad de Bogotá, D.C., por lo que el Jardín Botánico de Bogotá (JBB) ha priorizado el conocimiento de las coberturas vegetales afectadas por fuego. Una manera para determinar la sensibilidad de un ecosistema ante eventos de fuego, es el estudio de los rasgos funcionales de las especies vegetales presentes; por lo que este estudio busca identificarlos en las especies vegetales de bosque altoandino y paramo presentes en el Cerro Aguanoso, (ubicado a cercanías de Bogotá) asociados a la respuesta regenerativa postfuego. Esta recopilación bibliográfica se hizo para las 112 especies identificadas en los levantamientos de vegetación realizados por el JBB, en el área de estudio. Se obtuvieron 17 rasgos funcionales, los cuales se organizan de menor a mayor información encontrada: emergencia de plántulas postfuego, tratamiento pregerminativo, tipo de semilla por almacenamiento, presencia en banco de semillas, presencia de metabolitos secundarios, capacidad de rebrote, textura de la hoja, presencia de pubescencia, tipo de fruto, numero de semillas por fruto, mecanismo de dispersión, hábito, altura, gremio ecológico, dimensiones de la hoja, presencia de espinas y caducidad. Se realizó un análisis de los rasgos con mayor información, donde se identificó que el hábito arbóreo es aquel que presenta una mayor resistencia a eventos de fuego; mientras las especies con gremio heliófito combinado con tipos de frutos en aquenios, bayas y cápsulas dispersados por zoocoria o anemocoria tienen una mejor respuesta regenerativa; y por último, las especies perennes cuentan con una resistencia mayor con respecto a las deciduas. Finalmente, se recomienda un listado de especies para procesos de restauración postfuego y la investigación de los rasgos con menor información y sus vacíos.

Palabras clave: Páramo, Bosque Altoandino, Rebrote, Incendio, Regeneración, Rasgos Funcionales.

Abstract

There is an increase in the frequency, intensity and area affected by forest fires in Colombia (mostly of anthropic origin), which generate consequences and this phenomenon also ocurrs in the Cerros Orientales of the city of Bogotá, DC, which is why the Jardin Botanico de Bogota (JBB) has prioritized the knowledge of plant coverings by fire. One way to determine the sensitivity of an ecosystem to fire events is to study functional traits of the present plant species; so this study seeks to identify the traits of high andean forest and paramo plants in Cerro Aguanoso, associated with the post-fire regenerative response. This bibliographic compilation was made for the 112 species identified in the vegetation surveys carried out by the JBB. 17 functional traits were obtained, which are organized from lowest to highest more information found: emergence of post-fire seedlings, pregerminative treatment, seed type by storage, presence of seed bank, presence of secondary metabolites, resprouting capacity, leaf texture , presence of pubescence, type of fruit, number of seeds per fruit, mechanism of dispersion, habit, height, ecological guild, dimensions of the leaf, presence of thorns and life story. An analysis of the traits with more information was made where he identified that the arboreal habit is the one that presents a higher resistance to fire events, where the heliophyte guild combined with dispersion of fruits in achenes, berries and capsules by zoocoric or anemocoric mechanism has a greater regenerative response; and finally, perennial species have greater resistance with respect to decisions. A list of species is recommended for post-fire restoration processes and the investigation of traits with less information and their gaps.

Keywords: Paramo, High Andean Forest, Resprouting, Fire, Regeneration, Functional Traits.

1. Introducción

Uno de los principales disturbios que inciden en las coberturas vegetales son los incendios (OIMT, 2013). La creciente intensidad y recurrencia de estos eventos de fuego pueden generar pérdida de servicios ecosistémicos y de biodiversidad y, a la vez que desencadenan impactos sociales y económicos (OIMT, 2013). Según la OIMT (1997), en el mundo, la mayoría de los incendios forestales son generados por el hombre y se desarrollan principalmente en los trópicos y subtrópicos. Los incendios tienen mayor probabilidad, mayor peligro y mayores costos en áreas que cuentan con abundante cobertura vegetal próximas a áreas densamente pobladas, debido a la acumulación de material combustible con la frecuencia de factores de ignición (Camargo y Salamanca, 2002).

En Colombia, los incendios forestales tienden a ocurrir en las épocas secas del año. En la región Andina la frecuencia y el área de estos eventos han tenido un aumento significativo en los últimos años (IDEAM, 2014). Dentro de las causas que han generado una mayor frecuencia de incendios, se incluye, una mayor frecuencia de El Fenómeno del Niño, las quemas provocadas, el cambio de uso del suelo, introducción de especies pirogénicas, el aumento de combustibles y ausencia de una adecuada gestión forestal (OIMT, 2013).

En el 2016 se registraron en Colombia una gran cantidad de incendios forestales, afectaron más de 60.000 ha de cultivos y de áreas fundamentales para el agua, como los páramos y los bosques andinos. Frente a dicha situación el país tuvo que invertir 1,6 billones de pesos en la prevención y atención de emergencias (El Tiempo, 2016). Además de ello 20 de los 32 departamentos se declararon en alerta roja por riesgo de incendios (Fernández, 2016).

Una de las áreas más afectadas en los últimos años por los incendios forestales ha sido la región altoandina. En el caso particular del departamento de Cundinamarca, entre el año 2015 y 2016 se registraron 1.072 incendios forestales que afectaron 1.433 ha del departamento, incluyendo principalmente los municipios de Fuquene, Ubaté, Girardot, El Peñón y Villeta (DNP, 2016). Durante ese mismo año, en la ciudad de Bogotá, se presentó un gran número de incendios forestales en los Cerros Orientales. Así, para el mes de febrero de 2016, la cifra del año ascendía a 247 eventos, de los cuales 173 fueron intencionalmente provocados (Semana, 2016).

Uno de los sitios afectados por los incendios, es el Cerro Aguanoso, este se incendió a inicios del mes febrero del año 2016, donde el área alcanzada por el fuego fue de 28 ha. Adicionalmente, otro incendio para esa fecha ocurrió en las localidades de Santa Fe y San Cristóbal, siendo el área afectada de 157,56 ha (24,6 % cobertura de páramo), la valoración económica del daño de este evento fue de $7.047.036.802 (Sabogal *et al*., 2016).

Uno de los aspectos para mejorar la gestión de los incendios forestales es el conocimiento de la sensibilidad, la capacidad de resistencia y de tolerancia de los ecosistemas afectados, esto a través de la determinación de los rasgos funcionales que son atributos de tipo morfológico, fisiológico o fenológico, que denotan estrategias ecológicas de plantas y su comportamiento ante diversas condiciones ambientales; además permiten la interpretación de las relaciones entre los ecosistemas y las plantas que los conforman (Pérez *et al*., 2013). La clasificación de los rasgos funcionales en relación al fuego establece dos grandes grupos: los de resistencia, que se refieren a aquellos individuos que tienen la capacidad de sobrevivir luego de un incendio, dentro de esta categoría se encuentran profundidad de raíz, presencia de espinas, grosor de corteza amplio que permita aislar el calor y generar menor afectación en los tejidos vegetales y una forma de vida arbórea, ya que debido a su porte alto el fuego genera menor afectación. Por otro lado, se tienen los rasgos de tolerancia, los cuales se deben a adaptaciones a factores ambientales extremos (altos niveles de radiación U.V., suelos ácidos, fuertes vientos y bajas temperaturas) que facultan las especies para sobrevivir al fuego (Rodríguez y Vargas, 2002). Así mismo, una especie es considerada tolerante al fuego, cuando sus individuos vuelven a surgir o tienen la capacidad de rebrotar, dentro de este grupo está el surgimiento de plántulas postfuego, mecanismos de dispersión como son zoocoria y anemocoria que permiten la colonización de las áreas disturbadas y una dispersión a larga distancia y la presencia de un banco de semillas persistentes, lo que facilita el efecto de propagación (Pérez *et al*., 2013).

En ese contexto, el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis (JBB) ha priorizado el conocimiento y la investigación de las coberturas naturales del Distrito Capital afectadas por el fuego, con el fin de dar lineamientos a las estrategias de restauración ecológica. Así, en el marco de la sublínea de Ecología de Disturbios del jardín, se requiere conocer mejor la sensibilidad de estos ecosistemas ante el fuego, a través de la identificación de las especies resistentes y tolerantes al fuego que podrían ser utilizadas en procesos de restauración. En ese sentido, se documentó la información existente sobre los rasgos funcionales de las especies vegetales de los ecosistemas de bosque altoandino y páramo que conforman el Cerro Aguanoso, ubicado en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, con el fin de identificar la respuesta de estos ecosistemas ante este el disturbio del fuego y determinar los vacíos de información para guiar futuras investigaciones en estos temas y el planteamiento de líneas de acción.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Recopilar la información primaria, secundaria y terciaria existente sobre los rasgos funcionales relacionados con la respuesta regenerativa postfuego de las especies vegetales de los ecosistemas bosque altoandino y del páramo del Cerro Aguanoso, con el fin de identificar vacíos de información que permitan direccionar futuras investigaciones, que orienten la ejecución de líneas de acción en procesos de restauración.

2.2. Objetivos específicos

Determinar los rasgos funcionales relacionados con la respuesta al fuego para ser incluidos en la base de datos.

Documentar los rasgos funcionales para cada una de las especies del bosque altoandino y del páramo del Cerro Aguanoso, a partir de la búsqueda de información en fuentes primarias, secundarias y terciarias.

Identificar los vacíos de información y analizar de manera preliminar los rasgos funcionales con mayor información relacionados a algunos aspectos de ecología del fuego.

3. Metodología

3.1. Área de estudio

El Cerro Aguanoso está ubicado en la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, D.C en el límite con el municipio de Choachí (Figura 1), entre las coordenadas 4º 34' 29.84"N y 74º 3' 3.31"O, cuya altitud está comprendida entre los 3200 y 3700 m (SDA, 2009). Se localiza entre el bosque altoandino y el páramo propiamente dicho, presentando una topografía ondulada (Pérez-Preciado, 2000).

El JBB realizó un levantamiento de vegetación del Cerro Aguanoso, que permitió la identificación de las especies vegetales presentes en los ecosistemas de páramo y bosque altoandino que se desarrollan sobre el área. Se lograron identificar especies nativas frecuentemente utilizadas en los procesos de restauración para zonas afectadas por fuego como el encenillo (*Weinmannia pubescens*), gaque (*Clusia multiflora*), canelo de páramo (*Drimys granadensis*), raque (*Vallea stipularis*), laurel de cera (*Morella parvifolia*), entre otros (JBB, 2017).

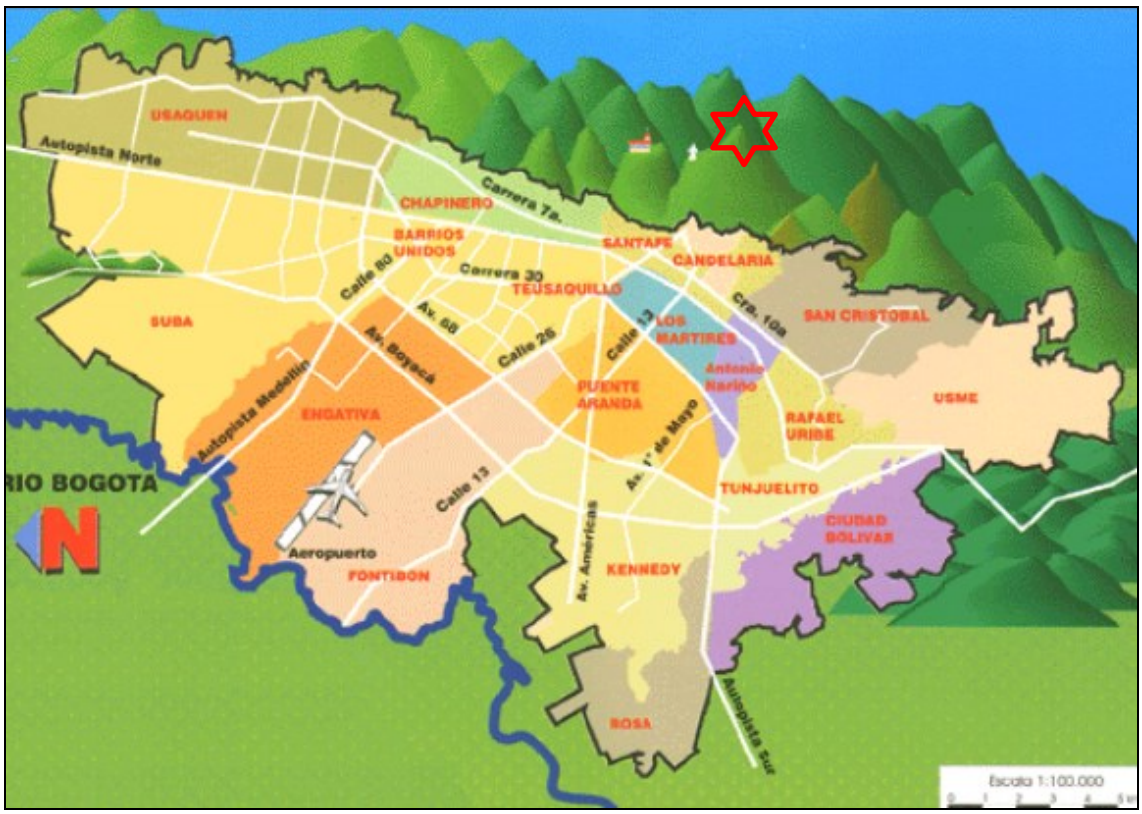


Figura 3. Mapa de ubicación de la zona de estudio (Parrado, 2001).

3.2. Búsqueda de información

La selección de los rasgos funcionales indicativos de la respuesta regenerativa postfuego en los ecosistemas de bosque altoandino y páramo, se realizó a través de la revisión de literatura científica relacionada con ecología del fuego y de la realización de varias reuniones con la directora y codirectora de la pasantía para llegar a un consenso sobre cuáles rasgos funcionales debían seleccionarse teniendo en cuenta los tipos de ecosistemas a evaluar y la cantidad de información que sobre ellos existe.

Una vez definidos los 17 rasgos funcionales relacionados con la respuesta al fuego de las plantas, se consolidaron en una matriz en Excel® y se procedió a diligenciarlos para las 128 especies del Cerro Aguanoso. Para el diligenciamiento de la matriz la búsqueda se realizó a través de palabras claves fijas como: fuego y/o quemas, regeneración, respuesta y vegetación; mientras que las palabras variables obedecían a cada uno de los rasgos funcionales evaluados, cada una de las especies estudiadas y a los dos tipos de ecosistemas presentes en la zona de estudio, realizando todas las posibles combinaciones tanto en español, como en inglés.

La búsqueda exhaustiva de literaria se realizó con la mayor cantidad de información posible, se acudió a fuentes primarias, secundarias y terciarias. Para la información de carácter primario se tuvo en cuenta tesis, trabajos de grado, artículos científicos de investigación, libros de investigación. Para la información de carácter secundario, se evaluaron revisiones, compilaciones, monografías. Para la información de tipo terciario, se acudió a bases de datos, anexos informes y seminar proceedings. Las bases de datos empleadas fueron: Google Scholar, Redalyc, ScienceDirect, Scopus, SpringerLink, herbarios virtuales (UDBC, JBB, UNAL) y SIB en su orden.

3.3. Elaboración de encuesta

Para complementar y afianzar la base de datos, se diseñó una encuesta que buscaba consultar expertos en temas de restauración, sobre las 10 especies con mayores vacíos de información, acerca de los 3 rasgos funcionales de gran importancia, pero con poca información reportada. De esta manera se buscó tener una mayor aproximación y acierto en los rasgos funcionales seleccionados para la evaluación de la respuesta a eventos de incendio de las especies forestales con menor información.

3.4. Análisis de información

A partir de la información recolectada en la base de datos, se identificaron los mayores vacíos de información, a nivel de rasgos y de especies. Adicionalmente se analizaron los rasgos que contaron con mayor información, con algunos aspectos de la ecología del fuego; posteriormente se realizaron distintos tipos de cruces entre los rasgos funcionales que tienen un comportamiento dependiente de otro (*e.g.* tipo de fruto vs. agente dispersor); esto permitió hacer una aproximación a la respuesta regenerativa postfuego de las especies vegetales estudiadas. Luego, se formularon las recomendaciones pertinentes para incentivar la investigación y líneas de acción de los rasgos funcionales que presentaron mayores vacíos de información, teniendo en cuenta la importancia de la temática tratada.

4. Resultados

4.1. Determinación de los rasgos funcionales

Con base en la revisión de literatura de identificaron 17 rasgos funcionales, la mayoría son de tipo regenerativo, como el rebrote, el banco de semillas y la dispersión; y de resistencia al fuego, como hábito, presencia de espinas y la altura (Tabla 1). Inicialmente se incluyeron rasgos como espesor de las hojas, profundidad de la raíz, grosor de la corteza, yemas apicales (cubiertas o expuestas) con base en Pérez *et al*. (2013). Sin embargo, teniendo en cuenta que la literatura existente sobre estos ítems para especies de páramo y bosque altoandino es casi nula, se omitieron estos rasgos de la base de datos (Anexo 1).

Adicionalmente, y complementario a estos rasgos, algunos de estos se desglosaron con base en diferentes autores. Así, la clasificación de los frutos recopilados en la base de datos se basó en la propuesta por Invernón *et al.,* (2012) y se muestra en la Tabla 2. De igual forma, la descripción de cada uno de los tipos de rebrote para las especies vegetales estudiadas se presenta en la Tabla 3. En la Tabla 4 se enlistan y definen los tipos de metabolitos secundarios encontrados en las plantas del presente estudio.

Tabla 3. Descripción y clasificación de los rasgos funcionales seleccionados.

Rasgo	Justificación	Observaciones	Literatura
Hábito	Formas de vida como las macollas, rosetas y algunos arbustos de los páramos tienen una capacidad de sobrevivencia a eventos relacionados con fuego.	*Árbol:* ind. leñosos > 5 m en adulto; *Arbusto:* ind. leñosos < 5 m, ramificados en la base; *Hierba:* no leñosos < 1 m; *Roseta:* ind. con las hojas dispuesta sobre el tallo de forma radial; caulescentes o acaules.	Bedoya, 2014; Cárdenas et al., 2002; Marín & Parra, 2015; Nasi et al., 2002; Pérez et al., 2013; Rodríguez & Vargas, 2002.
Altura	La altura está asociada a la competencia, fecundidad y el rebrote de especies vegetales luego de disturbios de fuego. Plantas con mayor altura evitan que el fuego alcance las partes verdes y los meristemos del dosel.	*Baja*: < 1 m; *Media*: 1,1 - 4,9 m; *Alta*: ≥ 5 m.	Cornelissen et al., 2003; Garnier et al., 2006; Nasi et al., 2002; Vargas, 2013
Gremio ecológico	La disponibilidad de luz es una de las condiciones que estimulan la repoblación y establecimiento de la vegetación en áreas quemadas. Estudios determinan que la reducción de la cobertura del dosel en áreas quemadas es el factor determinante que estimula la regeneración posterior al fuego en la zona afectada.	*Heliófitas:* especies intolerantes a la sombra, de crecimiento rápido, dispersión anemócora, semillas de tamaño con pocas reservas y cotiledones de corta vida; *Hemiesciófitas:* especies tolerantes a la sombra en las etapas iniciales de desarrollo, pero que requieren cierto grado de luminosidad para alcanzar el dosel y pasar de un estado intermedio a uno maduro, dispersión hidrocoria o zoocoria, principalmente mamíferos. Sus cotiledones están adaptados para almacenar grandes reservas alimenticias; *Esciófitas:* especies que se establecen en la sombra y no tienen capacidad de aumentar significativamente su crecimiento si se abre el dosel.	Finegan, 1993; Gould, 1997; Linares, 1998; Medford District, 2011; Pinto & Alvarado, 2007.
Tipo de fruto	Ligado al número de semillas, su estructura y protección (exocarpo) proveen capacidad de supervivencia. Así, las semillas que no cuentan con algún tipo de estructura aislante, tienen bajas probabilidades de sobrevivir ante el paso del fuego.	Ver Tabla 2	Cárdenas & Vargas, 2008; Invernón et al. 2012; Lloret, 2004; Pérez et al., 2013; Rodríguez & Vargas, 2002

Número de semillas por fruto	Un bajo número de semillas reduce el gasto de recursos que le brindan a la plántula una mayor capacidad de sobrevivencia y le proporciona facilidad para establecerse en zonas con condiciones adversas; mientras que las especies con alto número de semillas generalmente se depositan en el suelo, sobre todo cuando tienen forma esférica, factor que contribuye al aumento de la longevidad del banco de semillas, a la vez que aumenta la probabilidad de que estas alcancen una mayor distancia.	*Alto:* > 50 semillas por fruto (se incluyen descripciones como numerosas o abundantes); *Medio:* 10-50 semillas por fruto; *Bajo:* <10 semillas por fruto.	Alcaraz, 2012; Pérez et al., 2013
Tipo de semilla por almacenamiento	Existen especies vegetales cuyas semillas son capaces de tolerar altas temperaturas y aumentar su porcentaje de germinación bajo los efectos de estas. En bosques donde los eventos de fuego son frecuentes, las características anatómicas y fisiológicas de las plantas determinan la selección de estas, contribuyendo en gran medida a la estabilidad y mantenimiento de estas comunidades.	*Recalcitrante:* semillas incapaces de sobrevivir si el contenido de humedad se reduce entre un 20-50 % del peso en húmedo y no toleran largos periodos de almacenamiento; *Ortodoxa:* semillas cuyo contenido de humedad puede reducirse hasta a un 5 % del peso húmedo y que no se ven afectadas por el almacenamiento a temperaturas bajas o inferiores a 0°C durante periodos largos.	Alcaraz, 2012; Nasi et al., 2002; Roberts, 1973; Yanes et al., 1997
Mecanismo de dispersión	Alta capacidad de dispersión aumenta la capacidad de sobrevivencia en zonas disturbadas y/o fragmentadas. Se correlaciona con las características de las semillas, como la masa, estructura de la superficie y forma. Permite la regeneración local y la colonización de áreas en distancias considerables, donde las aves y el viento son los principales agentes dispersores.	*Autocoria:* dispersión por la apertura explosiva de los frutos maduros, expulsando las semillas a distancias cercanas; *Anemocoria*: el viento es el agente dispersor de semillas que cuentan con adaptaciones que les permite alcanzar largas distancia; *Zoocoria*: dispersión de semillas por animales, los cuales pueden consumir las semillas que son digeridas y posteriormente defecadas (endozoocoria), también pueden transportar externamente de las diásporas por adhesión de estas al cuerpo (ectozoocoria); *Hidrocoria*: las semillas se transportan por corrientes de agua o por efectos de lluvia.	Bedoya, 2014; Bonilla, et al., 2005; Cárdenas et al., 2002; Frantzen & Bouman, 1989; Pérez et al., 2013; Ríos et al., 2017; Rodríguez & Amarilis, 2013; Rodríguez & Vargas, 2002
Banco de semillas	Una de las principales estrategias regenerativas, donde se reemplazan las plantas adultas muertas por disturbios. Una especie que cuente con banco de semillas cuenta con un refugio que garantiza la dispersión de las semillas ante un evento de fuego. Un aspecto a destacar es que las especies que cuentan con un banco de semillas durable, el cual cuenta con una larga vida y un potencial de dispersión bajo, debido a que los bancos de semillas que se ven afectados por los incendios son los de tipo transitorio, ubicados en los estratos superficiales del suelo.	*Presente*: La especie reporta existencia de banco de semillas; *Ausente:* La especie no registra la existencia de banco de semillas.	Alcaraz, 2012; Bedoya, 2014; Cárdenas, et al., 2002; Ferrandis et al., 1999; Medford District, 2011; Nasi et al., 2002; Pérez et al., 2013; Rodríguez & Amarilis, 2013; Rodríguez & Vargas, 2002; Varela et al., 2006.

Capacidad de rebrote	Estructuras meristemáticas subterráneas como rizomas, raíces y lignotubérculos, pueden producir rebrotes postfuego. Existen matorrales con especies leñosas donde el fuego es antropogénico, que son capaces de persistir a los incendios debido a la presencia de tallos y raíces que rebrotan después de fuego.	Ver Tabla 3	Bedoya, 2014; Cárdenas et al., 2002; Cárdenas, et al., 2013; Figueroa & Jaksic, 2004; González et al., 2015; Médica, 2001; Nasi et al., 2002; Pérez et al., 2013; Reyes, 2015; Rodríguez & Vargas, 2002; Secretaria de Educación, 2014; UNLP, 2008; Vásquez et al., 1997; Yanes et al., 1997.
Tratamiento pregerminativo	El fuego es un factor natural para eliminar la latencia de la cubierta de algunas semillas, estimulando la germinación. Las semillas con latencia tegumentaria son resistentes al calor. Se puede hacer que la cubierta de la semilla sea permeable con el paso del tiempo con la escarificación, calor, fuego y ácidos que corroen la testa. El fuego genera sustancias químicas a causa de la combustión de la biomasa en el suelo, por lo que algunas semillas se ven estimuladas para germinar.	*Escarificación*: alteración de la resistencia de la testa para hacerla permeable al agua y gases; *Química*: se elimina la latencia remojando las semillas en compuestos químicos; *Calor*: las semillas se sumergen en agua caliente (77-100°C) y después se dejan enfriar; *Fuego*: los porcentajes de germinación aumentan cuando las semillas se calientan entre 80 y 100°C y en ocasiones el humo influye positivamente.	Alcaraz, 2012; Cárdenas, et al., 2002; De Luca, 2013; Figueroa & Jaksic, 2004; García et al., 2010; Medford District, 2011; Morales et al., 2011; Rodríguez & Amarilis, 2013; Varela & Anara, 2011; Yanes et al., 1997; Willan, 1991
Plántulas postfuego	Su importancia se encuentra ligada al reclutamiento. Es un indicador de la persistencia adecuada de los individuos, los cuales tienen un crecimiento en biomasa y una capacidad reproductiva baja.	*Presente*: La especie reporta aparición de plántulas postfuego; *Ausente*: La especie no reporta aparición de plántulas postfuego.	Alcaraz, 2012; Bedoya, 2014; Pérez et al., 2013; Rodríguez & Vargas, 2002
Dimensiones de las hojas	Las hojas con menor tamaño son más inflamables debido a que la relación superficie-volumen es alta, por ende las especies de hojas pequeñas forman copas con mayor densidad, lo que genera que en un incendio de superficie el flujo de oxígeno se obstruya, inhibiendo la propagación del fuego.	*Pequeña*: 0,5 - 4,0 y 0,2 - 2,0 cm (longitud x ancho); *Mediana:* 4,1 - 12,0 y 2,1 - 7,0 cm (longitud x ancho); *Grande:* >2,1 x > 7,1 cm (longitud x ancho).	Nasi et al., 2002; Pérez et al., 2013

Textura de las hojas	El follaje resistente se constituye como uno de los efectos directos de algunas especies en respuesta a la adaptación al fuego.	*Cactácea*: de consistencia parecida a la cartulina; *Coriácea*: textura de la corteza o de la hoja parecida a la del cuero; *Áspera:* con asperezas de tricomas cortos y rígidos que se aprecian al tacto.	Alcaraz, 2012; Bedoya, 2014; Mahecha et al., 2012
Pubescencia de las hojas	Se reporta que las plantas de la montaña sobreviven a condiciones ambientales del medio por poseer condiciones adaptativas, entre las que se destaca la pubescencia, permitiendo el desarrollo y reproducción. Así mismo existen estudios que demuestran que las poblaciones que habitan áreas bajo frecuentes y recurrentes fuegos tenían más pubescencia en su estructura reproductiva.	*Presente*: las hojas presentan algún tipo de pubescencia ya sean tricomas, pelos urticantes o ferrugíneos; *Ausente*: las hojas son glabras.	Chaverri, 2003; Gómez et al., 2016; Mahecha et al., 2012
Espinas	Las espinas y los aguijones desempeñan un rol en la reducción del calor o del estrés hídrico, principalmente cuando cubren densamente otro órgano de la planta. Existen estudios que demuestran la relación entre el fuego, la fauna y las espinas, donde estas últimas han sido refugio de hormigas ante eventos de fuego.	*Presencia:* si algún órgano de la planta presenta espinas, ya sea de alta, media o baja densidad; *Ausencia*: cuando la planta no cuenta con espinas en alguno de sus órganos.	Janzen, 1967; Mahecha et al., 2012; Pérez et al., 2013
Metabolitos secundarios	Muchas especies vegetales como respuesta a la defensa a daños, como heridas y ataques de microorganismos realizan la síntesis y acumulación de metabolitos secundarios. Además de ello, son de gran importancia ecológica, ya que hacen parte de los procesos de adaptación de las plantas a su ambiente, como *e.g* eventos de estrés abiótico, incendios y quemas. Especies como los pinos utilizan terpenos (pineno), como indicador de daño, en este caso el fuego.	Ver Tabla 4.	Alonso et al., 1993; García & Carril, 2011; Pardo et al., 2007; Sepúlveda et al., 2003
Caducidad	La inflamabilidad del follaje se encuentra influenciada por diversos factores, entre los que se incluye la presencia de hojas efímeras o perennes. En un evento de fuego se disminuyen las especies perennes, más que las anuales. Estos dos grupos tienen un desarrollo epigeo, por lo cual pueden ser totalmente consumidas por el fuego.	*Decidua o anual:* la planta envejece y muere después de la primera estación de crecimiento (desde semilla), después de producir semillas, las que propagaron una nueva planta en el futuro; *Semidecidua o bianual*: hay crecimiento vegetativo durante la primera temporada; en la segunda ocurre la producción de flores y semillas, seguidas por la senescencia y muerte del tallo y el sistema radicular; *Perenne:* el individuo sobrevive por al menos tres estaciones de crecimiento.	Alcaraz, 2012; Fernández et al., 2010; Green & Bentley, 1967; Martínez, 2016; Pérez et al., 2013; Vargas, 2013; Villaseñor & Sáiz, 1990

Tabla 4. Clasificación de tipos de fruto (Ivernón *et al*., 2012).

Tipo de fruto				Definición
Simples	Secos	Indehiscentes nuciformes	Aquenio	Fruto monospermo (con una sola semilla), proviene de un carpelo o en algunas ocasiones de varios soldados, tiene pericarpio coriáceo y este no se encuentra unido a la semilla; algunas veces presenta vilano.
			Nuez	Fruto generalmente monospermo, presenta pericarpio leñoso, su procedencia es de un gineceo con uno o varios carpelos unidos.
		Indehiscentes fragmentables	Esquizocarpo	Fruto pluricarpelar, sus carpelos son concrescentes y cuando obtienen la madurez se dividen por los planos de unión, constituyendo así un conjunto de mericarpos.
			Legumbre	Fruto monocarpelar, que durante su madurez se abre mediante la sutura ventral y por el nervio medio del carpelo.
		Dehiscentes	Cápsula	Fruto sincárpico, pluricarpelar, sus carpelos pueden encontrarse abiertos o cerrados, lo que genera que pueda ser unilocular o plurilocular y en lo que respecta a su dehiscencia esta es muy variable.
	Carnosos		Drupa	Fruto monocarpelar, proviene de un ovario súpero, contiene en su interior una estructura compuesta por el endocarpo pétreo y alberga en su interior la semilla.
		Indehiscentes	Baya	Fruto monocarpico o pluricarpelar sincárpico, posee un epicarpio muy delgado, mientras el mesocarpo y el endocarpo son carnosos y jugosos; se caracterizan por tener colores llamativos.
Agregados			Polidrupa	Se encuentra constituido por varias drupas, se origina de un gineceo apocárpico.
Frutos complejos			Pomo	Es un fruto sincárpico que previene de un ovario ínfero, se caracteriza por tener 5 carpelos, además de ello es carnoso, indehiscente y con forma globosa.

Tabla 3. Lista de la clasificación de los tipos de rebrote (Bedoya, 2014; Cárdenas *et al*., 2002; Cárdenas, *et al.,* 2013; Figueroa & Jaksic, 2004; González *et al*., 2015; Médica, 2001; Nasi *et al.,* 2002; Pérez *et al*., 2013; Reyes, 2015; Rodríguez & Vargas, 2002; Secretaria de Educación, 2014; UNLP, 2008; Vásquez *et al*., 1997; Yanes *et al*., 1997).

Tipo	Definición
Estolones	Se conforma de tallos aéreos horizontales largos y delgados, presenta entrenudos largos y cortos que se alternan y dan lugar a las raíces adventicias, cuando estos segmentos enraizados se separan dan lugar al desarrollo de nuevas plantas.
Brotes terminales	Son ramas o tallos que desarrollan raíces adventicias, se forman a partir de yemas adventicias sobre las raíces o en las axilas de las hojas escamosas.
Esqueje	La multiplicación vegetal se realiza a través de ramas jóvenes, las cuales se ubican en condiciones ambientales adecuadas para generar un individuo idéntico a la madre.
Estaca	Consiste en una técnica de propagación vegetal para la que se utilizan trozos de tallos principalmente lignificados.
Raíz	Este órgano usualmente subterráneo permite la fijación de la planta al suelo.
Pseudoestaca	Consiste en la extracción de bancales abiertos y sus raíces; además los tallos son podados severamente.
Rebrote de la cepa	Se desarrolla en especies con capacidad de generar yemas adventicias, mediante ramas enraizadoras.
Retoño	Corresponde a partes vegetativas que una vez extraídas de la planta madre realizan un ciclo de crecimiento y producción.
Vía vegetativa	Para generar nuevos tallos y raíces se emplean tejidos vegetales, los cuales deben conservar la potencialidad de la multiplicación y diferenciación celular.

Tabla 4. Lista de metabolitos secundarios (Alonso *et al*., 1993; García & Carril, 2011; Pardo *et al*., 2007; Sepúlveda *et al*., 2003).

Tipo	Definición
Alcaloide	Se encuentran en un 20% de las plantas vasculares, la mayoría de estas dicotiledóneas herbáceas, en pequeñas cantidades tienen valor terapéutico relajante muscular, tranquilizante y analgésico.
Cafeína	Se encuentra presente es más de 60 especies, dentro de sus efectos son respiratorios, psicoestimulantes, cardiovasculares y músculo-esqueléticos.
Flavonoide	Se clasifica según el grado de oxidación en antocianinas, flavonas, flavonoles e isoflavonas, este metabolito cumple la función de defensa y pigmentación.
Quinina	Hace parte del gran grupo de alcaloides, se produce naturalmente en la corteza de la quina, la cual tiene propiedades antipalúdicas, analgésicas y antipiréticas.

Saponina	Es un compuesto glicósido, que parte de los triterpenos o los esteoides, tiene gran importancia vegetal, ya que da lugar a sustancias surfactantes o detergentes, similares al jabón.
Tanino	Son compuestos fenólicos poliméricos, sirven para proveer extractos vegetales para curtir la piel de los animales en cuero.
Terpeno	La ruta biosintética da paso a hormonas, carotenoides, clorofilas y plastoquinonas, fundamentales para el crecimiento y supervivencia de las plantas.
Triterpeno	Dentro de este grupo están los esteroides y los esteroles; los más abundantes en las plantas son el estigmasterol, el sitosterol, los limonoides presentes solo en cítricos.
Esteroide	Tienen un papel muy importante en la medicina y en la industria, principalmente los cardenolípidos y las saponinas.

4.2. Información registrada e inexistente en la base de datos

Los 17 rasgos funcionales seleccionados se documentaron para las 128 especies encontradas en los levantamientos de vegetación del JBB en el Cerro Aguanoso. De estas especies 43 son de bosque altoandino, 32 de páramo y 37 están compartidas entre los dos ecosistemas. Debido a que, de estas especies, 16 estaban identificadas como morfoespecies, no se incluyeron en la búsqueda, para evitar sesgos de información.

Para la documentación de los rasgos para dichas especies se utilizó un total de 67 referencias bibliográficas entre artículos científicos, libros y capítulos de libro. La matriz de datos con la información consignada y su respectiva bibliografía se presenta como Anexo 1 en formato Excel. Se encontró información de hábito, gremio ecológico y espinas para la totalidad de las especies de páramo y bosque altoandino (Tabla 5). Información sobre el tipo de fruto, número de semillas por fruto, mecanismo de dispersión, dimensiones de la hoja y caducidad se encontró para más del 50 % de las especies. En contraste, información sobre el tipo de semilla por almacenamiento, el banco de semillas y el tratamiento pregerminativo se encontró para menos de 10 especies. Específicamente, para el caso de plántulas postfuego no se encontró ningún dato (Tabla 5).

Tabla 5. Número de datos de especies encontrados para cada rasgo funcional.

No.	Rasgo Funcional	Número de especies encontradas
1	Hábito	112
2	Altura	112
3	Gremio ecológico	112
4	Tipo de fruto	110
5	Numero de semillas por fruto	74
6	Tipo de semilla de almacenamiento	5
7	Mecanismo de dispersión	104
8	Banco de semillas	8
9	Capacidad de rebrote	24
10	Tratamiento pregerminativo	5
11	Plántulas postfuego	0
12	Dimensiones de la hoja	111
13	Textura de la hoja	53
14	Pubescencia en la hoja	53
15	Espinas	112
16	Metabolitos secundarios	17
17	Caducidad	110

Al comparar por tipo de ecosistema, se encuentra que hay mayor cantidad de datos para el bosque altoandino, con excepción del tipo de semilla por almacenamiento y el banco de semillas, rasgos para los que se encontró mayor información para las especies del páramo (Figura 2).

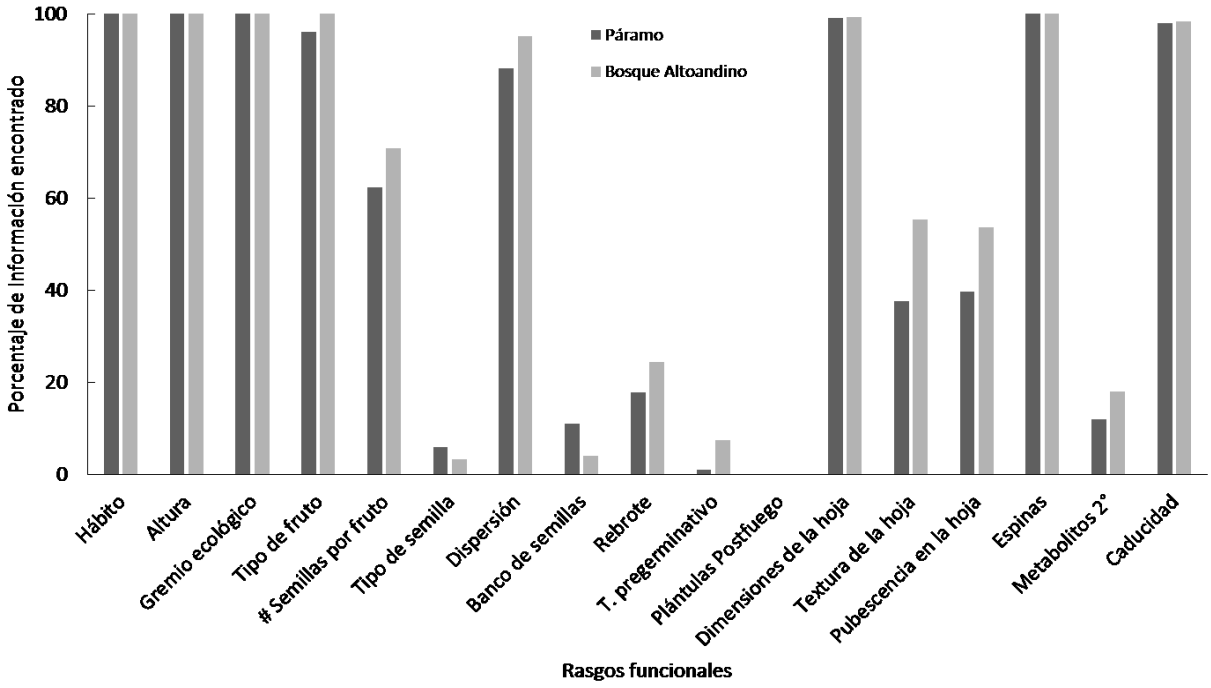


Figura 4. Porcentaje de información encontrada para cada uno de los rasgos funcionales por tipo de ecosistema.

4.3. Rasgos funcionales con mayor cantidad de información e identificación de vacíos

Luego de completar la búsqueda de información, se realizó una lista que resume, para cada rasgo funcional, las especies para las que no se logró conseguir información (Tabla 6). Así, se pudo identificar que el mayor vacío de información se encontró en la regeneración postfuego de plántulas, el tratamiento pregerminativo, tipo de semilla por almacenamiento y el rebrote. Esto posiblemente se debe a que las especies de alta montaña no representan un atractivo comercial que estimule su estudio en estos aspectos y porque los procesos de restauración en sistemas altoandinos recientemente están comenzando a estudiar aspectos relacionados con los incendios, y solo hay publicada información sobre unas pocas especies (Castañeda *et al*., 2007). Más aun, parece que las estrategias de restauración no están teniendo en cuenta la regeneración postfuego de las especies vegetales a pesar de que en muchos casos, el disturbio que se presenta es el fuego.

Tabla 6. Vacíos en términos de número de especies sin información de cada uno de los rasgos funcionales en los dos tipos de ecosistemas.

Rasgo Funcional / Ecosistema	Páramo	Bosque Altoandino	Páramo y Bosque Altoandino
Hábito	0	0	0
Altura	0	0	0
Gremio ecológico	0	0	0
Tipo de fruto	2	0	0
Número de semillas por fruto	14	13	10
Tipo de semilla de almacenamiento	30	42	35
Mecanismo de dispersión	4	1	3
Banco de semillas	28	42	34
Capacidad de rebrote	26	31	31
Tratamiento pregerminativo	32	39	36
Plántulas postfuego	32	43	37
Dimensiones de la hoja	0	0	1
Textura de la hoja	22	18	19
Pubescencia en la hoja	21	19	19
Espinas	0	0	0
Metabolitos secundarios	29	38	34
Caducidad	0	0	2

Especies con mayor cantidad de información

La mayoría de especies con mayor información pertenecían al bosque altoandino, estas fueron: *Alnus acuminata, Clusia multiflora, Cinchona pubescens, Brugmansia × candida* y *Aegiphila bogotensis;* para el ecosistema de páramo fueron: *Gaultheria anastomosans, Bucquetia glutinosa, Vaccinium meridionale, Phytolacca bogotensis* y *Escallonia myrtilloides;* finalmente las especies que están presentes en ambos ecosistemas, fueron: *Hesperomeles goudotiana, Drimys granadensis, Berberis goudotii, Bejaria resinosa* y *Baccharis latifolia* (Figura 3). La especie con mayor información encontrada fue *Alnus acuminata,* de la que se documentaron 14, de los 17 rasgos funcionales totales, esto puede deberse a su predominio en procesos de reforestación.

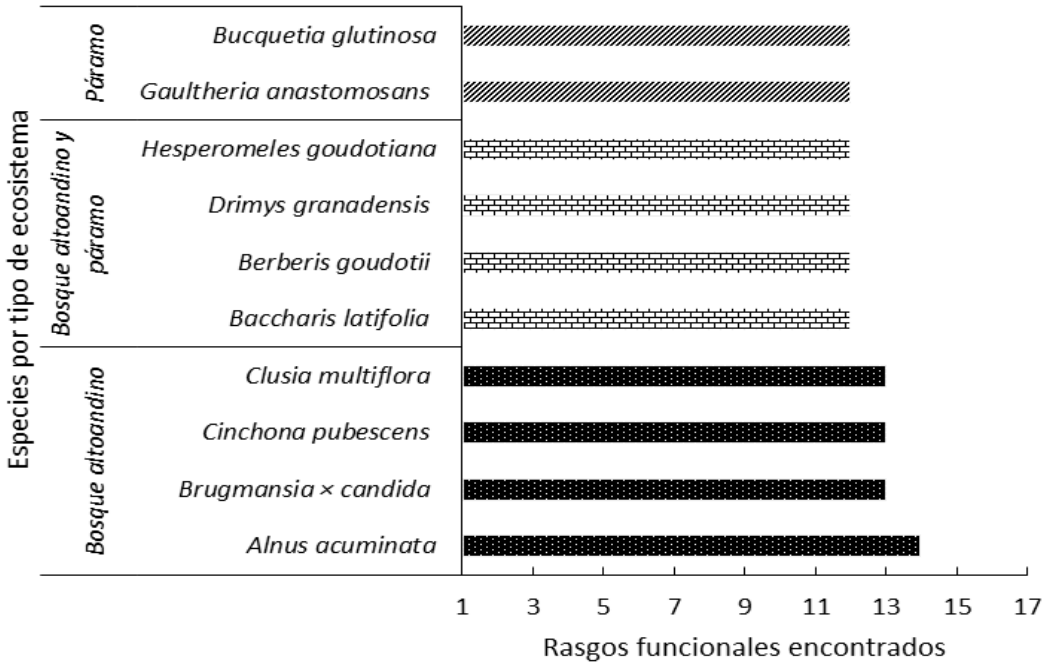


Figura 3. Especies con mayor información sobre los rasgos funcionales en cada tipo de ecosistema.

Especies con menor cantidad de información

En contraste, de las diez seleccionadas las que presentaban menor información fueron *Aragoa abietina* y *A. cupressina* pues sólo se encontraron seis rasgos funcionales, de los 17 en total (Figura 4). Para la selección de las especies con menor información, se tuvo en cuenta el número de rasgos funcionales encontrados; para el caso de las especies que tenían el mismo número de rasgos funcionales reportados, el carácter de selección fue las que contaron con el menor número de referencias bibliográficas citadas. De estas diez especies, cinco pertenecen al ecosistema de páramo, tres a bosque altoandino y dos se encuentran en ambos ecosistemas.

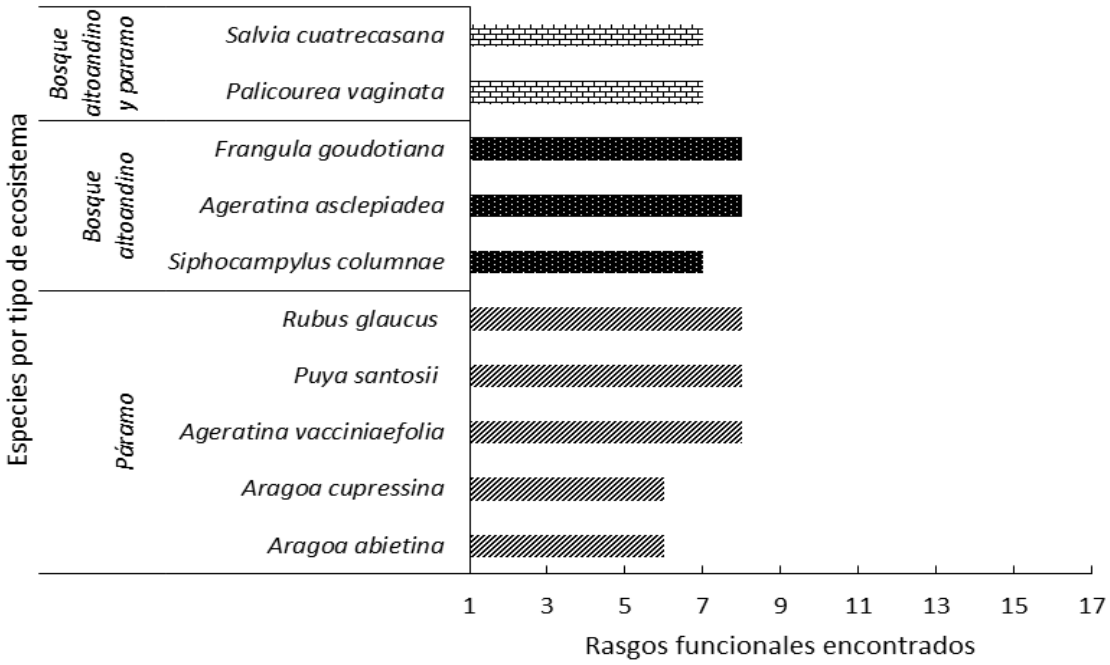
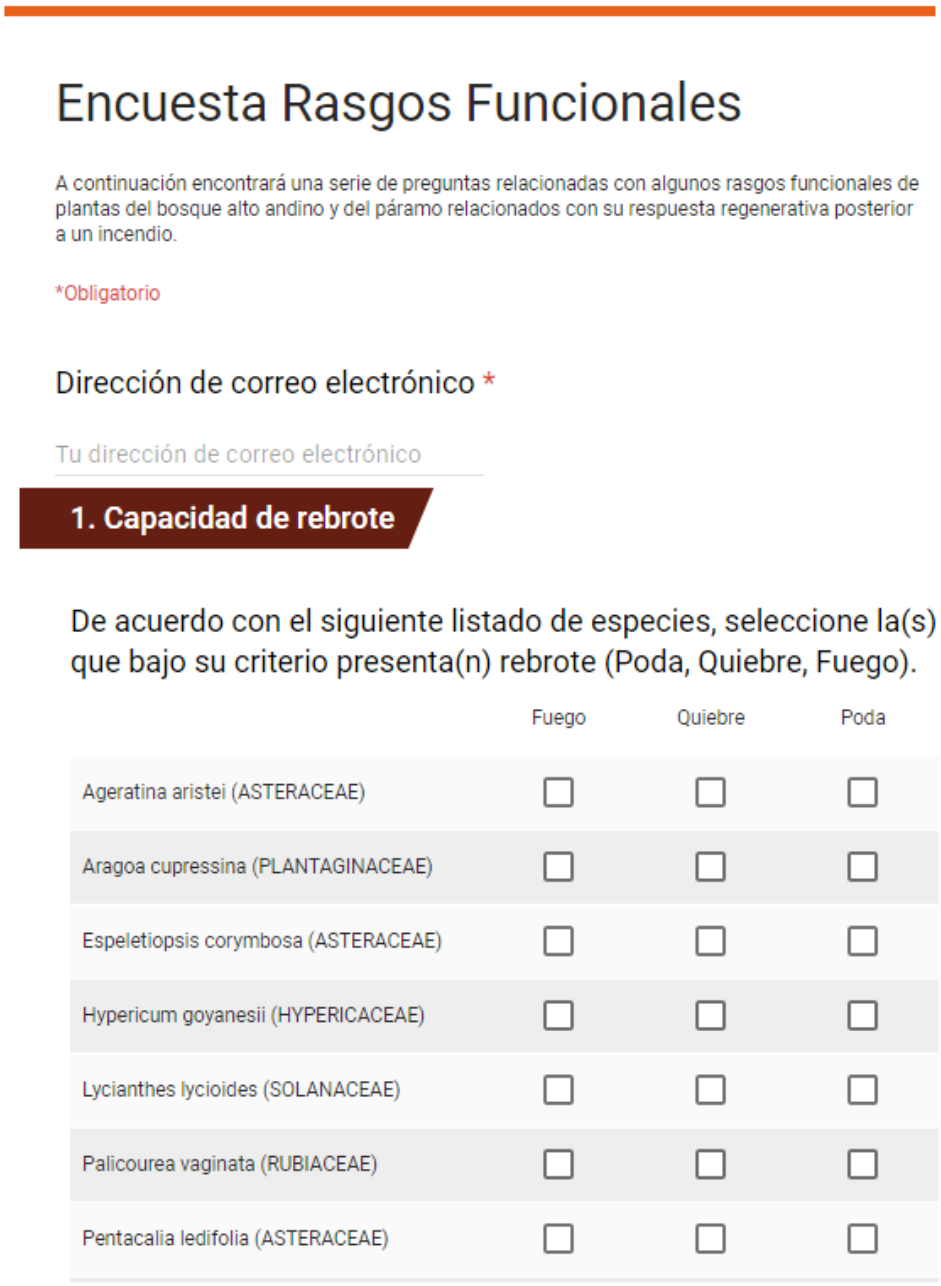


Figura 4. Especies con menor información sobre los rasgos funcionales en cada tipo de ecosistema.

Encuesta diseñada a expertos

Luego de completar la búsqueda de información bibliográfica de las especies estudiadas, se seleccionaron las diez especies con menor información y se diseñó una encuesta (Anexo 2) en la que se formularon cuatro preguntas relacionadas con los rasgos funcionales principales asociados con la respuesta regenerativa postfuego. La primera pregunta consistió en si la especie presenta capacidad de rebrote o no (poda, quiebre, fuego). La segunda si sus semillas están presentes en el banco de semillas de los bosques altoandinos y páramos. La tercera y la cuarta indagaron sobre conocimiento de tratamiento pregerminativo y cuales especies presentan una respuesta regenerativa postfuego favorable (Figura 5).



Encuesta Rasgos Funcionales

A continuación encontrará una serie de preguntas relacionadas con algunos rasgos funcionales de plantas del bosque alto andino y del páramo relacionados con su respuesta regenerativa posterior a un incendio.

*Obligatorio

Dirección de correo electrónico *

Tu dirección de correo electrónico

1. Capacidad de rebrote

De acuerdo con el siguiente listado de especies, seleccione la(s) que bajo su criterio presenta(n) rebrote (Poda, Quiebre, Fuego).

	Fuego	Quiebre	Poda
Ageratina aristei (ASTERACEAE)	☐	☐	☐
Aragoa cupressina (PLANTAGINACEAE)	☐	☐	☐
Espeletiopsis corymbosa (ASTERACEAE)	☐	☐	☐
Hypericum goyanesii (HYPERICACEAE)	☐	☐	☐
Lycianthes lycioides (SOLANACEAE)	☐	☐	☐
Palicourea vaginata (RUBIACEAE)	☐	☐	☐
Pentacalia ledifolia (ASTERACEAE)	☐	☐	☐

Figura 5. Encuesta de captura de información sobre los rasgos funcionales.

Hábito

Respecto al hábito se encuentra que en el bosque altoandino el hábito dominante es el árbol (32 %), lo que tiene implicaciones importantes ya que esta forma de vida presenta una resistencia mayor al fuego, debido a que tienen sus yemas vegetales en la parte aérea, llegando a sobrevivir a eventos de fuego; sin embargo, el hábito arbustivo tiene una alta dominancia (22 %). Por otro lado, el páramo está mayormente dominado por el hábito arbustivo (25 %), los cuales pueden ser fácilmente consumidos por el fuego, debido a que la totalidad de sus yemas vegetales se encuentran a un bajo nivel del suelo; mientras que los árboles tienen un 12 % de representatividad para este ecosistema. Además, se observa

entre 10 % y 4 % de hierbas para páramo y bosque altoandino, respectivamente. Cabe destacar que el 3 % de especies con hábito arrosetado corresponden al ecosistema de páramo (Figura 6).

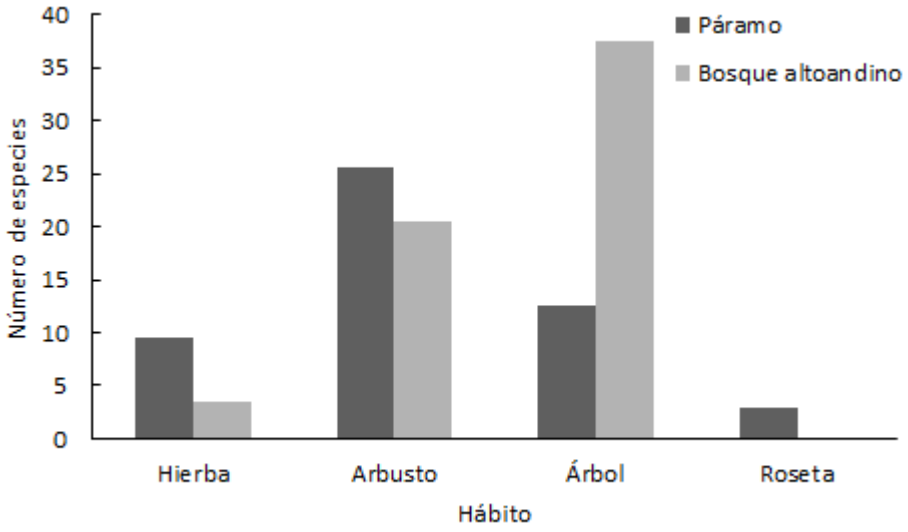


Figura 6. Número de especies por tipo de hábito de cada ecosistema.

Gremio ecológico

Se determinó que la mayor cantidad de especies se encuentran dentro del gremio heliófita para los dos ecosistemas. Esto se debe a que una gran cantidad de especies son de hábito herbáceo, se desarrollan bajo unas buenas condiciones de luz, su tiempo de vida es corto, sus semillas tienen viabilidad por largo tiempo, además de ello la mayoría de especies tienen banco de semillas. Por otra parte las hemiesciófitas encontradas predominan en el bosque altoandino y en menor proporción en el páramo, las semillas de estas especies se caracterizan por colonizar espacios abiertos. Así mismo, como se observa en la Figura 7 no se reportó ninguna especie dentro del gremio ecológico de esciófita.

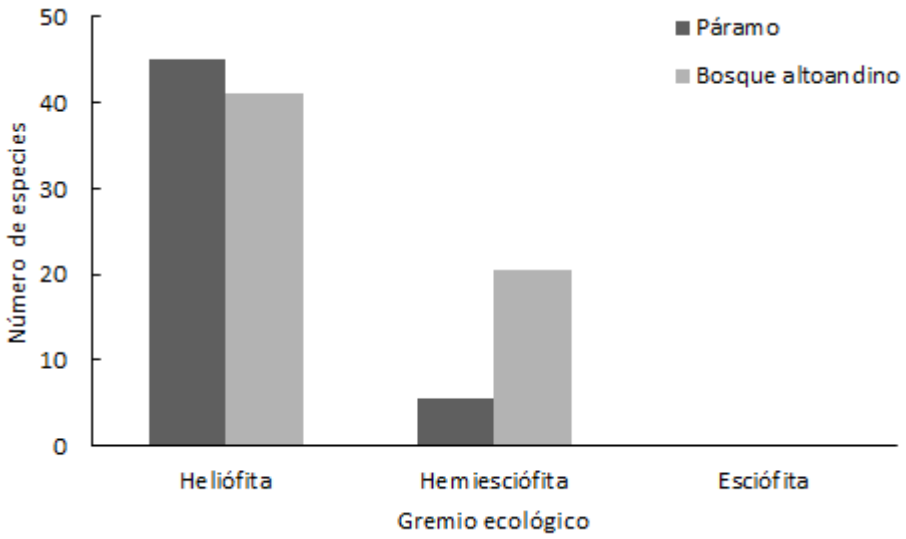


Figura 7. Número de especies por tipo de gremio ecológico en cada ecosistema.

Mecanismos de dispersión

Se encuentra que el mecanismo de dispersión dominante en los dos ecosistemas es la zoocoria (Figura 8). Gracias a esto, el potencial que tienen las semillas dispersadas por avifauna en lugares que han sido influenciadas por el fuego es alto, ya que pueden convertirse en un factor determinante en la regeneración de la cobertura vegetal influenciada. En segundo lugar, se encuentra el viento (anemocoria). Este factor puede influir directamente en la respuesta regenerativa, ya que semillas cercanas pueden llegar a alcanzar largas distancias de dispersión; ambos agentes dispersores predominan en los ecosistemas tropicales.

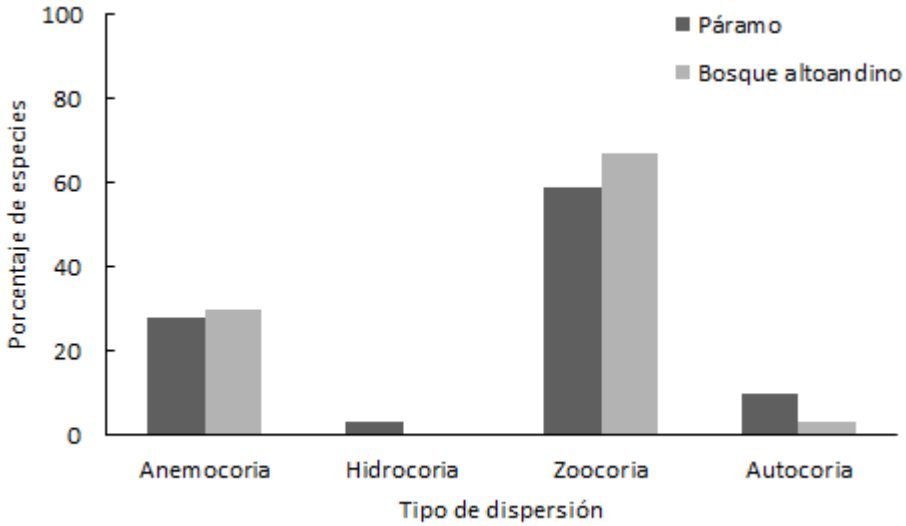


Figura 8. Porcentaje de especies por tipo de dispersión en cada ecosistema.

Tipos de fruto en relación a mecanismos de dispersión

Para las especies de bosque altoandino estudiadas, se presenta una gran dominancia por parte de los frutos capsulares (47%) y aquenios (19%), donde estos últimos son dispersados exclusivamente por el viento. Esto puede representar una ventaja para las especies con tipo de fruto capsular, ya que el fuego puede estimular su dehiscencia al acelerar la deshidratación. Igualmente se presenta que más de la mitad de especies son dispersadas por la fauna, donde el 34 % corresponden a bayas y el 23 % a drupas. Las bayas tienen una ventaja significativa ya que presentan frutos carnosos que son atractivos para la avifauna, donde el número de semillas es alto y de tamaño pequeño, lo que puede facilitar su dispersión y posterior consolidación en un banco de semillas, determinante para una respuesta favorable.

Por otro lado, en el páramo los animales tienen una alta importancia, debido a que son el principal mecanismo de dispersión, principalmente en bayas (27 %), legumbres (9 %) y drupas (5%). El viento es el agente dispersor secundario, donde los aquenios (14 %) y las cápsulas son los que predominan por anemocoria; siendo estas últimas, el único tipo de fruto que presenta los cuatro tipos de dispersión: anemocoria (11 %), zoocoria (9 %) hidrocoria (3 %) y autocoria (1 %) (Figura 9). En este caso, los aquenios que son dispersados por el viento presentan una ventaja comparativa al resto de frutos, ya que sus semillas son dispersadas con mayor facilidad y pueden repoblar áreas disturbadas en menor tiempo.

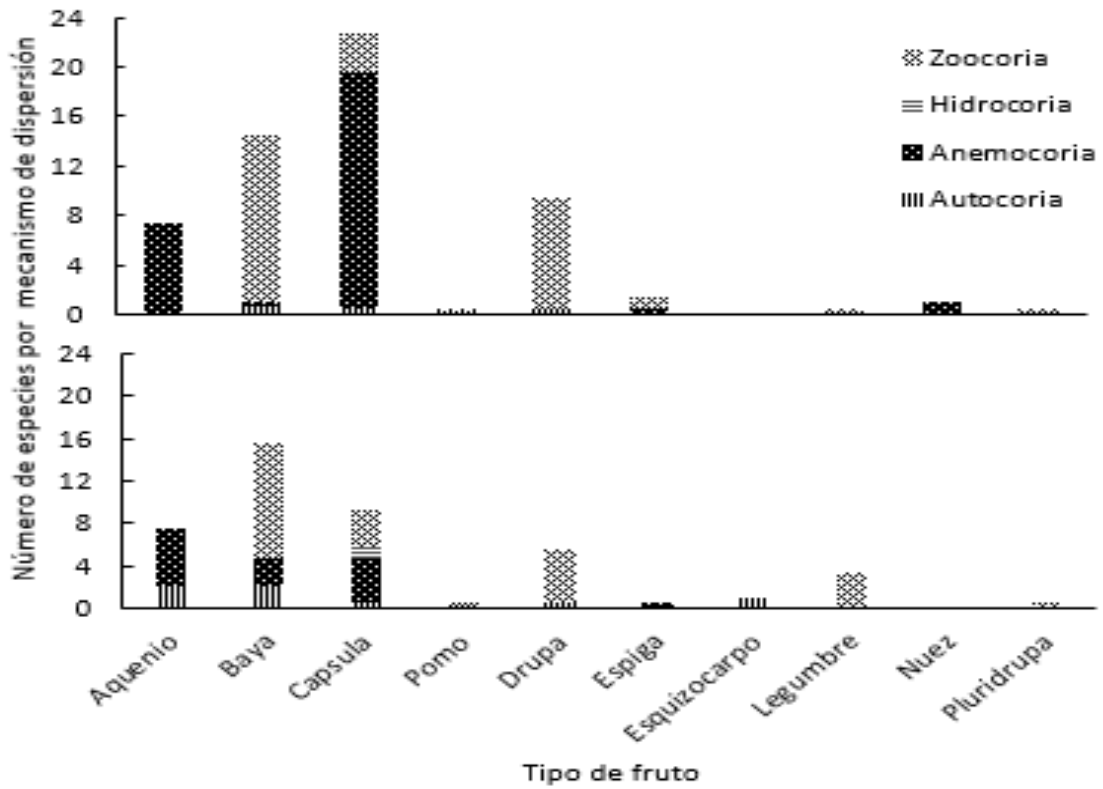


Figura 9. Número de especies por mecanismo de dispersión para cada tipo de fruto en los ecosistemas de Bosque altoandino (superior) y Páramo (inferior).

Caducidad

La caducidad en los dos ecosistemas se presenta en la Figura 10, donde se puede observar que la mayoría de especies son perennifolias tanto el páramo (37 %), como en el bosque altoandino (26 %). De acuerdo al número de especies concentradas en cada grupo, las semideciduas predominan en el bosque altoandino (24 %) y en menor proporción se encuentran en el páramo (7 %). Las especies deciduas encontradas predominan en el bosque altoandino (5 %) y en menor proporción en páramo (1 %). Después de ocurrido un incendio, al principio son mayores las proporciones de plantas perennes debido a su alto potencial de rebrotar vegetativamente, y pasados un año o dos, la proporción de deciduas es máxima, disminuyendo con el transcurso del tiempo. Por otro lado, según estudios realizados se considera que las especies semideciduas y deciduas aportan gran cantidad de combustible al suelo (Tarrega *et al.,* 1990).

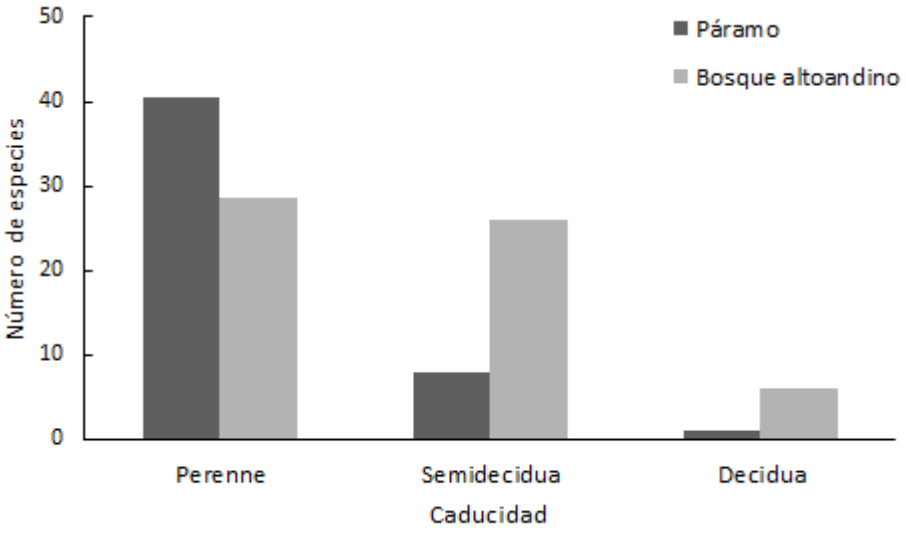


Figura 10. Número de especies por persistencia de follaje en cada ecosistema.

5. Conclusiones y recomendaciones

Los rasgos funcionales seleccionados de los cuales se obtuvo la mayor cantidad de información para las especies estudiadas fueron: hábito, altura, gremio ecológico, tipo de fruto, mecanismo de dispersión, dimensiones de la hoja, espinas y caducidad. La recopilación de datos en su mayoría se obtuvieron de documentos sobre ecología del páramo y bosque altoandino, catálogos de flora, mas no sobre documentos de ecología del fuego de estos ecosistemas.

Se encontraron rasgos funcionales sobre los cuales no se tiene información para casi ninguna especie. Dentro de este grupo estuvieron los rasgos de: plántulas postfuego, tipo de semilla por almacenamiento, banco de semillas, tratamiento pregerminativo, metabolitos secundarios y capacidad de rebrote. Debido a la escasa información de este último rasgo funcional, se dificultan los procesos de propagación vegetal de las especies estudiadas.

Se presume que el bosque altoandino tiene capacidad de resistencia y de tolerancia ante eventos de fuego, debido a características relevantes, como son hábito dominado por árboles, tipo de fruto en su mayoría conformado por cápsulas, bayas y aquenios, dispersados en su mayoría por agentes como son el viento y la avifauna, adicionalmente presenta un alto número de especies deciduas y demideciduas y el gremio ecológico que domina en las especies es el heliófito. Así mismo, se tuvo que para la mayoría de rasgos funcionales se encontró mayor información para el bosque altoandino, exceptuando banco de semillas y el tipo de semilla por almacenamiento; además las especies con mayor información, la mayor parte hacen parte del ecosistema mencionado.

Debido a la poca información existente, y la relevancia de ciertos rasgos para determinar la sensibilidad al fuego de los ecosistemas, es de alta prioridad que se investigue en temas como la emergencia de plántulas posterior a los eventos de fuego, la composición y estructura de los bancos de semillas del bosque altoandino y páramo, y el tipo de almacenamiento para las semillas de las especies de estos ecosistemas. Así mismo es importante generar investigación en aquellos rasgos que contaron con menor información, que fueron: metabolitos secundarios, tratamiento pregerminativo y capacidad de rebrote.

Las instituciones responsables de las temáticas evaluadas en este documento, deben en primera instancia desarrollar las investigaciones pertinentes sobre los vacíos de información encontrados. Así como, tener en cuenta los documentos que se elaboran sobre los tópicos relacionados con la problemática de incendios en ecosistemas del país, debido a que sirven

como herramientas en la toma de decisiones en los procesos de planeación y ejecución de planes de restauración ecológica en áreas afectadas por el fuego.

Con base en los análisis preliminares de los rasgos más dominantes, se encuentra que las especies *Carex pichinchensis, Hypericum lycopodioides, Lycianthes lycioides, Miconia squamulosa, Pentacalia vaccinioides, Pernettya prostrata* y *Phytolacca bogotensis* con un alto número de semillas, con bancos de semillas abundantes y agentes dispersores como el viento y fauna, se recomiendan en procesos de restauración ecológica en zonas afectadas por eventos de fuego, debido a estas características. Sin embargo, dentro de los rasgos principales para la selección de especies se encuentra la capacidad de rebrote, la cual no se tuvo en cuenta en esta ocasión, por la escasa información reportada. Por ello, se recomienda realizar investigaciones sobre este carácter, ya que es uno de los principales para la elección de especies.

6. Agradecimientos

A la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, a la Facultad de Medio Ambientes y Recursos Naturales-FAMARENA- y al proyecto curricular de Ingeniería Forestal por el voto de confianza depositado en nosotros. Al Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, no solo por la oportunidad ofrecida en la elaboración de la pasantía, sino al programa de estímulos a la investigación Tomas van der Hammen por brindarnos un apoyo económico que hizo posible la realización de está. A Javier Mauricio Varón por su constante colaboración y aportes de su conocimiento que facilitó la realización de este trabajo. Finalmente, agradecemos a los directores de la pasantía Ángela Parrado Rosselli y Korina Ocampo Zuleta por su gran colaboración, apoyo y dedicación en cada uno de los procesos de esta investigación.

7. Bibliografía

Abril, D. (2010). Las Ericáceas con frutos comestibles del Altiplano Cundiboyacense. Bogotá, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. 1-41.

Albuquerque, L., Velázquez, A. y Mayorga, R. (2006). Solanaceae composition, pollination and seed dispersal syndromes in Mexican mountain cloud forest. Acta Botanica Brasilica, 20(3), 599-613.

Alcaraz, J. (2012). El factor fuego. Geobotánica, Tema 21. Universidad de Murcia. España. 1-11.

Alonso, M., Bará, S. y Vega, J. (1993). Efecto del incendio y fuego prescrito sobre el porcentaje relativo de terpenos en *Pinus pinaster*. In Congresos-Carga final. 167-172.

Ariza, W., Carvajal, L. y Puentes, D. (2015). Árboles y Arbustos del Bosque Alto Andino del Sumapaz, una guía de campo. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, D.C. Colombia.

Armenteras, D. y Rodríguez, N. (2007). Monitoreo de los ecosistemas Andinos 1985-2005: Síntesis. Instituto de Investigación Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, Colombia. 1-174.

Arroyave, P., Posada, I. y Gutiérrez, E. (2014). Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá. Universidad EIA. Disponible en: http://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co.

Bartholomäus, A., De la Rosa, A., Santos, O., Acero, E. y Moosbrugger, W. (1990). El manto de la tierra. Flora de los Andes. Guía de 150 especies de la flora andina. 1-332.

Bedoya, J. (2014). La auto-organización de comunidades vegetales de páramo luego de un disturbio por fuego: una herramienta para la restauración ecológica (Tesis de Maestría) Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira). 1-87.

Bonilla, E., Blanco, S., Rengifo, M., Roselli, L. y Cortés, F. (2005). Las aves como dispersoras de semillas en la sucesión secundaria de un sector quemado del SFF Iguaque, Boyacá. 1-61.

Broussalis, M., Ferraro, E., Gurni, A. y Coussio, D. (1989). Aspectos fitoquímicos de especies Argentinas del género Achyrocline. Acta Farmacéutica Bonaerense, 8. 11-16.

Camargo, G. y Salamanca, B. (2002). Protocolo Distrital de Restauración Ecológica. Guía para la restauración de ecosistemas nativos en las áreas rurales de Bogotá. Departamento Técnico Administrativo Del Medio Ambiente (DAMA), Fundación Estación Biológica Bachaqueros, 1-285.

Cárdenas, D., Picó, F. y Alumbreros, R. (2013). El fuego y el pastoreo en el páramo húmedo de Chingaza (Colombia): efectos de la perturbación y respuestas de la vegetación. 1-135.

Cárdenas, C., Posada, C. y Vargas, O. (2002). Banco de semillas germinable de una comunidad vegetal de páramo húmedo sometida a quema y pastoreo (Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia). Ecotrópicos, 15(1), 51-60.

Cárdenas, G. y Vargas, O. (2008). Rasgos de historia de vida de especies en una comunidad vegetal alterada en un páramo húmedo (Parque Nacional Natural Chingaza). Caldasia, 30(2), 245.

Cardozo, C. y Ríos, O. (2004). El banco de semillas germinable de especies leñosas en dos bosques subandinos y su importancia para la restauración ecológica (reserva biológica Cachalú-Santander. Colombia). Colombia Forestal, 8(17), 60-74.

Carvajal, L., Ariza, W., Caro, L. y Valero, N. (2014). Especies forestales representativas del suroriente de Boyacá. Árboles de CORPOCHIVOR-Corporación Autónoma Regional de Chivor-CORPOCHIVOR, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. 1-543.

Castañeda, L., Garzón, E., Cantillo, Á., Torres, P. y Silva, J. (2007). Análisis de la respuesta de ocho especies nativas del bosque alto andino ante dos métodos de propagación. Colombia Forestal, 10(20), 79-90.

Castellanos, C., Bonilla, A. y Ecológica, R. (2011). Grupos funcionales de plantas con potencial uso para la restauración en bordes de avance de un bosque altoandino. Acta Biológica Colombiana, 16(1), 153-174.

Castro, C., Olarte, Y., Rache, L. y Pacheco, J. (2012). Development of a germination protocol for blueberry seeds (Vaccinium meridionale Swartz). Agronomía Colombiana, 30(2), 196-203.

SIB. (2017). Catálogo de la Biodiversidad de Colombia. Disponible en http://www.biodiversidad.co. Consultado en 2017.

Chaverri, A. (1998). Las montañas, la diversidad biológica y su conservación. Mountains, biodiversity and conservation. Unasylva., 49(195), 47-54.

CONABIO. (2009). Catálogo taxonómico de especies de México. 1. In Capital Nat. México. CONABIO, Mexico City.

Cordero, J. y Boshier, H. (2003). Árboles de Centroamérica. Un Manual para Extensionistas. Instituto Forestal de Oxford-CATIE. San José, Costa Rica.

Cornelissen, C., Lavorel, S., Garnier, E., Diaz, S., Buchmann, N., Gurvich, E., ... y Pausas, J. (2003). A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. Australian journal of Botany, 51(4), 335-380.

De Luca, N. (2013). Características de las semillas, tratamientos pregerminativos, técnicas de recolección y almacenamiento. 1-9.

Departamento Nacional de Planeación. (2016). Las regalías apagan incendios en Cundinamarca. Boletín de Prensa. Disponible en: https://www.sgr.gov.co/Portals/0/Blog/Files/1/798/Las%20regal%C3%ADas%20apagan%20incendios%20en%20Cundinamarca.pdf 1-2.

Elliot, S., Blakesley, D. y Hardwick, K. (2013). Restoring tropical forests: a practical guide. Royal Botanic Gardens, Kew 1-334.

El Tiempo. (2016). Incendios forestales le han costado al país más de $11.00 millones. El Tiempo. Vida Ambiente. Disponible en: http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16544161

Esquivel, E. y Vivas, A. (2003). Diversidad florística de la cuenca alta del río Combeima. Universidad del Tolima. 1-190.

Frantzen, N. y Bouman, F. (1989). Dispersal and growth form patterns of some zonal paramo vegetation types. Acta botanica neerlandica, 38(4), 449-465.

Fernández, C. (2016). Fenómeno del Niño 2015-2016. Best Practices. Loss Control Services. Disponible en: http://www.scadranel.com.ar/news/11-15/INFORME-NINO.PDF 1-3.

Fernández, I., Morales, N., Olivares, L., Salvatierra, J., Gómez, M. y Montenegro, G. (2010). Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Dirección de Investigación y Postgrado, Dirección de Extensión. 1-162.

Ferrandis, P., HERRANZ J. y MARTÍNEZ, J. (1999). Effect of fire on hard-coated Cistaceae seed banks and its influence on techniques for quantifying seed banks. Plant Ecololgy, 144:103-114.

Figueroa, A. y Jaksic, M. (2004). Latencia y banco de semillas en plantas de la región mediterránea de Chile central. Revista chilena de historia natural, 77(1), 201-215.

Finegan, B. (1993). Bases ecológicas de la silvicultura. (VI Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales). CATIE, Turrialba, C. R. 1° de marzo al 7 de abril. 1-225.

Flores, G., Nuñez, O., Nuñez, M., Ramírez, L., Ramírez, M. y Zusunaga, J. (2010). 100 plantas útiles del páramo Rabanal: Guía para comunidades rurales. Bogotá: Instituto Alexander von Humboldt-CAR-Corpoboyacá-Corpochivor. 1-184.

Franco, L. y Vargas, O. (2009). Rasgos de *Verbesina crassiramea* blake de importancia en estrategias de control de especies invasoras en los alrededores del embalse de Chisacá.

Frantzen, F. y Bouman, F. (1989). Dispersal and growth form patterns of some zonal páramo vegetation types. Acta botánica neerlandica, 38(4), 449-465.

García, Á. y Carril, U. (2011). Metabolismo secundario de plantas. Reduca (biología), 2(3). 119-145.

García, J. y Galvis, E. (1969). Estudio del *Rhamnus goudotiana*. Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas, 1(1), 105-118.

García, A., Pauchard, A., Cavieres, A., Peña, E. y Rodríguez, F. (2010). El fuego favorece la invasión de *Teline monspessulana* (Fabaceae) al aumentar su germinación. Revista chilena de historia natural, 83(3), 443-452.

Garnier, E., Lavorel, S., Ansquer, P., Castro, H., Cruz, P., Dolezal, J., ... y Grigulis, K. (2006). Assessing the effects of land-use change on plant traits, communities and ecosystem functioning in grasslands: a standardized methodology and lessons from an application to 11 European sites. Annals of botany, 99(5), 967-985.

Gattusso, S., Scandizzi, A., Busilacchi, H., Di Sapio, O. y Severin, C. (2007). *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC.: propagación in vitro a partir de segmentos nodales. Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina. 45-50.

Gentry, H. (1993). A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America. Conservation International, Washington, DC, 445-452.

Gómez, S., Ojeda, F., Torres, P. y Palma, E. (2016). Seed Pubescence and Shape Modulate Adaptive Responses to Fire Cues. PloS one, 11(7), e0159655. 1-17.

González, L., Ghermandi, L. y Peláez, V. (2015). Growth and reproductive post-fire responses of two shrubs in semiarid Patagonian grasslands. International Journal of Wildland Fire, 24(6), 809-818.

Gould, K. (1999). Regeneración posterior al fuego en los bosques tropicales bolivianos: implicaciones para el uso de quemas controladas. Documento Técnico, 89.

Green, L. y Bentley, J. (1967). Barreras cortafuego herbáceas para el control de los incendios forestales. Servicio Forestal del Departamento de Agricultura. Riverside, EE.UU. Span, 10(2):96-101.

Gutiérrez, M., Pineda, M. y García, A. (2011). Las maticas de mi región. Cartilla etnobotánica. Jardín Botánico José Celestino Mutis. 1-84.

Herbario Forestal UDBC Virtual - Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Disponible en: http://herbario.udistrital.edu.co/herbario/. Consultado en 2017.

Herbario JBB en línea - Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. Disponible en: http://colecciones.jbb.gov.co/herbario. Consultado en 2017.

Higuera, C., Gutiérrez, C., Mondragón, P. y Alvarado, L. (2007). Caracterización y Valorización del Potencial de Regeneración del Banco de Semillas Germinable de la Reserva Forestal Cárpatos (Guasca, Cundinamarca). Colombia Forestal, 11(1), 45-70.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2014). Incendios de la cobertura vegetal. Regiones y ecosistemas afectados. Disponible en: http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/incendios-cobertura-vegetal

Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia (2004). Colecciones en Línea. Publicado en Internet. Disponible en: http://ciencias.bogota.unal.edu.co/icn/

Invernón, R., de la Estrella, M., Nieto, L., Seco, A. y Alcaraz, D. (2012). Manual de laboratorio de Botánica. El fruto. REDUCA (Biología), 5(2). 1-14.

Janzen, H. (1967). Fire, vegetation structure, and the ant x acacia interaction in Central America. Ecology, 48(1), 26-35.

Jardín Botánico Bogotá. (2017). Reaparecen las pavas andinas en zonas de restauración ecológica de los Cerros Orientales. Disponible en: http://www.jbb.gov.co/index.php/noticias-del-jardin/item/91-reaparecen-pavas-andinas-en-zona-de-restauracion-ecologica-de-los-cerros-orientales?

Josse, C., Mena, P. y Medina, G. (2000). La biodiversidad de los páramos. Serie Páramo 7. GTP-Grupo de Trabajo en Páramos del Ecuador. Yala. Quito.

Linares, R. (1998). Conservación y manejo del ecosistema catival. Representatividad ecológica del sistema guatemalteco de áreas protegidas-SIGAP-y propuesta de acciones de corto plazo para su fortalecimiento. Guatemala. 1998. 1-130.

Lloret, F. (2004). Régimen de incendios y regeneración. Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante, 101-126.

Løjtnant, B. y Molau, U. (1983). Analysis of a virgin páramo plant community on Volcán Sumaco, Ecuador. Nordic Journal of Botany, 2(6), 567-574.

Maas, M., Westra, T. y Farjon, A. (1998). Familias de plantas neotropicales: una guía concisa a las familias de plantas vasculares en la región neotropical. ARG Gantner.

Mahecha, G., Cadena, H., Chaparro, J. y Sánchez, F. (2010). Arbolado Urbano de Bogotá: Identificación, descripción y bases para su manejo. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá; Secretaría Distrital de Ambiente; Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. 2010. 1-872.

Mahecha, G. Ovalle, A., Carmelo, E. Rozo, A. y Barrero, D. (2012). Vegetación del Territorio CAR. 450 especies de sus llanuras y montañas. Bogotá. Colombia. 871 pp.

Martínez, R. (2016). Curso de valoración de daños ambientales causados por los incendios forestales. Proyecto fortalecimiento institucional del ANAM en el manejo integrado del fuego en los bosques tropicales de Panamá. 1-110.

Matulevich, J. (2013). Estudio Fotoquímico de Hojas, Flores y Frutos de *Bejaria resinosa* Mutix ex Linne filius (Ericaceae) y Evaluación de su Actividad Antiinflamatoria. Pontificia Universidad Javeriana. 1-93.

Matulevich, J. y Gil, E. (2014). Composición Química del Aceite Esencial de Hojas de *Bejaria Resinosa*. Universidad Militar Nueva Granada. 204-209.

Medford District. (2011). Capítulo de Introducción: Ecología de Incendios. Disponible en: https://www.blm.gov/or/resources/recreation/tablerock/files/espanol/Ecologia-de-los-Incendios.pdf 1-5.

Médica, L. (2001). Reproducción asexual clónica. Un dilema ético. Revista Cubana de Medicina Tropical, 40(1), 3-9.

Mendoza, H. y Ramírez, B. (2006). Guía ilustrada de géneros Melastomataceae y Memecylaceae de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Universidad del Cauca. Bogotá D. C., Colombia. 1-286.

Meneses, L. y Camacho, J. (2016). Dieta de aves en bosques de *Polylepis quiadrijuga* (Rosaceae) en el páramo de La Rusia, Duitama (Boyacá-Colombia). Revista Ciencias Agropecuarias. 22-27.

Miranda, D., Fischer, G., Carranza, C., Magnitskiy, S., Casierra, F., Piedrahíta, W. y Flórez, E. (2009). Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Bogotá: Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. 1-18.

Morales, M., Páramo, E., Lara, P., del Campo, Á., González, F., Armenteras, D., … y Bernal, H. (2011). Incendios de la cobertura vegetal en Colombia. Universidad Autónoma de Occidente. 1-232.

Mutis, C. (1997). Flora de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada (1783-1816). Ediciones Cultura Hispánica.

Nasi, R., Dennis, R., Meijaard, E., Applegate, G. y Moore, P. (2002). Los incendios forestales y la diversidad biológica. Unasylva (FAO). 36-41.

Ocampo, G. (2003). Flora del Bajio y de regiones adyacentes. BUDDLEJACEAE. Instituto de Ecología, A.C. México. 1-35.

Organización Internacional de Maderas Tropicales. (1997). Directrices de la OIMT sobre el manejo de Incendios en los Bosques Tropicales. 1-36.

Organización Internacional de Maderas Tropicales. (2013). Causas de los incendios forestales en la región Caribe, Andina y Orinoquia de Colombia. Prevención de Incendios Forestales. Bogotá. Colombia. 1-212.

Ortega, E., Rodríguez, A., David, A. y Zamora, Á. (2010). Caracterización de semillas de lupino (*Lupinus mutabilis*) sembrado en los Andes de Colombia. Acta agronómica, 59(1), 111-118.

Pardey, C. (2008). Caracterización y evaluación de accesiones de Capsicum del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira y Determinación del modo de herencia de la resistencia a Potyvirus (PEPDMV). Doctorado en Ciencias Agraria. Universidad Nacional de Colombia. 1-117.

Pardo, R., Álvarez, Y., Barral, D. y Farré, M. (2007). Cafeína: un nutriente, un fármaco, o una droga de abuso. Adicciones, 19(3). 225-238.

Parrado, C. (2001). Metodología para la ordenación del territorio bajo el prisma de sostenibilidad. (Estudio de su aplicación en la ciudad de Bogotá DC).Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona. 509 pp.

Parra, S. y Marín, C. (2015). Bitácora de flora: Guía visual de plantas de páramos en Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 1-360.

Pedraza, P., Betancur, J. y Franco, P. (2004), Chisacá, Un recorrido por los páramos andinos. Instituto de Ciencias Naturales e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 1-340.

Pérez, A. (2000). La estructura ecológica principal de la Sabana de Bogotá. Bogotá D.C.: Sociedad Geográfica de Colombia - Sogeocol.1-37.

Pérez, M., Lagunes, L., López, J., Ramos, J. y Aranda, E. (2013). Morfometría, germinación y composición mineral de semillas de *Lupinus silvestres*. Bioagro, 25(2).

Pérez, N., Díaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., ... y Urcelay, C. (2013). New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. Australian Journal of botany, 61(3), 167-234.

Pinto, C. y Alvarado, E. (2007). Efectos del fuego en bosque de producción forestal en Bolivia. Instituto Boliviano de Investigación Forestal, Santa Cruz. 1-24.

Potosí, D. y Yepes, J. (2015). Identificación de la flora apícola representativa y caracterización de algunas variables etológicas durante el pecoreo de la abeja *Apis mellifera* en la granja experimental Botana-Universidad de Nariño. 1-130.

Prada, J. (2015). Análisis Metabólico de la Especie *Baccharis latifolia* (ASTERACEAE) en la Sabana de Bogotá. 1-94.

Reyes, J. (2015). Guía de técnicas, métodos y procedimientos de reproducción asexual o vegetativa de las plantas. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal. Santo Domingo. 1-64.

Ríos, O. (1997). Un modelo de sucesión-regeneración de los páramos después de quemas. Caldasia, 19(1-2), 331-345.

Ríos, V., Martínez, P. y Victoria, L. (2017). Semillas de plantas de páramo: ecología y métodos de germinación aplicados a la restauración ecológica. 1-176.

Roberts, H. (1973). Predicting the viability of seeds. Seed Science and Technology, 1, 499-514.

Rodríguez, C. (1988). Plantas para leña en el Sur Occidente de Puno. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales. Puno. Perú. 1-164.

Rodríguez, M. (2009). Caracterización citogénica y contenido de ADN de especies nativas de Marcelas (Achyrocline; Asteraceae). Universidad de la Republica. Facultad de Ciencias. Montevideo. Uruguay. 1-76.

Rodríguez, T. y Amarilis, N. (2013). Banco de semillas germinable en áreas invadidas por retamo espinoso (*Ulex europaeus*) con diferentes edades de quema (alrededores del embalse de Chisacá Bogotá-localidad de Usme) (Universidad Militar Nueva Granada). 1-110.

Rodríguez, W. y Vargas, O. (2002). Estrategias de regeneración postquema en áreas de vegetación altoandina tipo matorral. Pérez Arbelaezia, 13, 9-32.

Rolleri, H., Prada, C., Passarelli, M. y Galán, M. (2009). Revisión de dos especies de Blechnum de las regiones montañosas tropicales e intertropicales de Centroamérica y Sudamérica. 1-13.

Sabogal, M., Ocampo K. y Gaona, T. (2016). Valoración económica y ambiental de los daños causados por el incendio forestal sucedido entre el 1 y el 10 de febrero de 2016 en las localidades de Santa Fe y San Cristóbal, Bogotá D.C. CAR, JBB y SDA. Bogotá. 1-31.

Sanabria, A., Sarmiento, G. y Rodríguez, M. (1995). Actividad antifúngica y antibacteriana de *Ageratina ibaguensis*. Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas. 23, 54-63.

Sarmiento, L., Llambí, D., Escalona, A. y Márquez, N. (2003). Vegetation patterns, regeneration rates and divergence in an old-field succession of the high tropical Andes. Plant Ecology, 166(1), 145-156.

Secretaria Distrital de Ambiente. (2009). Recuperación, rehabilitación y restauración de la Estructura Ecológica Principal y de los espacios del agua. Bogotá D.C.: Secretaría Distrital de Ambiente.

Secretaria de Educación. (2014). Manual de Propagación de Plantas Agroforestales. Módulo 2. República de Honduras. 1-66.

Semana. (2016). Con evacuaciones continua emergencia en cerros orientales de Bogotá. *Semana. Ideas que liberan*. Disponible en: http://www.semana.com/nacion/articulo/bogota-18-incendios-forestales-a-enero-del-2016/459001

Sepúlveda, G., Porta, H. y Rocha, M. (2003). La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. Revista Mexicana de Fitopatología, 21(3).

Silva, A., Vieira, F. y Amaral, D. (2010). Floral attributes, ornithophily and reproductive success of *Palicourea longepedunculata* (Rubiaceae), a distylous shrub in southeastern Brazil. Brazilian Journal of Botany, 33(2), 207-213.

Sklenar, P., Luteyn, L., Ulloa, C., Jorgensen, M. y Dillon, O. (2005). Flora genérica de los páramos: Guía ilustrada de las plantas vasculares. Memorias de New York Botanical Garden, 92. 1-816.

Suárez, P. (2011). Observaciones sobre la germinación de tres especies del género Citharexylum Jacq. empleadas en restauración ecológica. Colombia Forestal, 14(2), 137-143.

Tarrega, R., Calvo, L. y Luis, E. (1990). Estudio comparativo de la composición florística en la regeneración post-fuego de ecosistemas de *Quercus pirenaica* Willd. Acta Botánica Malacitana, 15: 331-339.

Universidad Nacional de La Plata. (2008). Propagación de Plantas. Multiplicación de Portainjertos por Vía Asexual. Estacas y Acodos. Facultad de Ciencia Agrarias y Forestales. 1-12.

Valderrama, M. y Puentes, M. (2016). Frutos y semillas en remanentes de bosque altoandino del páramo de rabanal (Boyacá, Colombia). Bistua Revista de la Facultad de Ciencias Básicas: 14(2), 141-168.

Varela, A., Gobbi, E. y Laos, F. (2006). Banco de semillas de un bosque quemado de *Nothofagus pumilio*: efecto de la aplicación de compost de biosólidos. Ecología austral, 16(1), 63-78.

Vargas, O. (2000). Síndromes de dispersión, polinización y sistemas sexuales de los árboles nativos de la Estación Biológica La Selva y áreas circundantes, 1–15.

Vargas, O. (2013). Disturbios en los páramos andinos. Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana, 39-57.

Vargas, W. (2002). Guía Ilustrada de las Plantas de las Montañas de los Andes Centrales. Universidad de Caldas. 1-813.

Varela, A. y Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Sistema Forestal Integrado, 1-10.

Vásquez, C., Orozco, A., Rojas, M., Sánchez, E. y Cervantes, V. (1997). La Reproducción de las Plantas: Semillas y Meristemos. Capítulo II: La Propagación Vegetativa. México. Disponible en: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/lcpt157.htm

Velasco, P. y Vargas, O. (2008). La dispersión por aves y la restauración de los ecosistemas Altoandinos. Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino. El caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca, 217-228.

Villaseñor, R. y Sáiz, F.(1990). Incendios forestales en el Parque Nacional La Campana, sector Ocoa, V Región, Chile. III. Efecto sobre el estrato herbáceo. Anales Museo de Historia Natural. 21; 27-32

Willan, L. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales (No. F013. 049). FAO. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/006/AD232S/AD232S00.HTM

Wust, H. (2003). Santuarios Naturales del Perú. Guía de Plantas Útiles de la Flora y la Fauna Silvestres. Ediciones PEISA S.A.C., Lima, Perú. Tomo 8. 1-152.

Yanes, V., Orozco, C., Rojas, A., Sánchez, M., & Cervantes, M. E. (1997). La reproducción de las plantas semillas y meristemos (No. 631.53 R4).

Encuesta Rasgos Funcionales

A continuación encontrará una serie de preguntas relacionadas con algunos rasgos funcionales de plantas del bosque alto andino y del páramo relacionados con su respuesta regenerativa posterior a un incendio.

*Obligatorio

Dirección de correo electrónico *

Tu dirección de correo electrónico

1. Capacidad de rebrote

De acuerdo con el siguiente listado de especies, seleccione la(s) que bajo su criterio presenta(n) rebrote (Poda, Quiebre, Fuego).

	Fuego	Quiebre	Poda
Ageratina aristei (ASTERACEAE)	☐	☐	☐
Aragoa cupressina (PLANTAGINACEAE)	☐	☐	☐
Espeletiopsis corymbosa (ASTERACEAE)	☐	☐	☐
Hypericum goyanesii (HYPERICACEAE)	☐	☐	☐
Lycianthes lycioides (SOLANACEAE)	☐	☐	☐
Palicourea vaginata (RUBIACEAE)	☐	☐	☐
Pentacalia ledifolia (ASTERACEAE)	☐	☐	☐
Puya santosii (BROMELIACEAE)	☐	☐	☐
Siphocampylus columnae (CAMPANULACEAE)	☐	☐	☐

2. Banco de Semillas

Del siguiente listado de especies seleccione aquellas que estén presentes en el banco de semillas de los bosques Altoandinos y Páramos

	Opcion
Ageratina aristei (ASTERACEAE)	○
Aragoa cupressina (PLANTAGINACEAE)	○
Espeletiopsis corymbosa (ASTERACEAE)	○
Hypericum guianensis (HYPERICACEAE)	○
Lycianthes lycioides (SOLANACEAE)	○
Palicourea vaginata (RUBIACEAE)	○
Pentacalia ledifolia (ASTERACEAE)	○
Puya santosii (BROMELIACEAE)	○
Siphocampylus columnae (CAMPANULACEAE)	○
Tibouchina mollis (MELASTOMATACEAE)	○

3. Tratamientos Pregerminativo

De las siguientes especies cuál es (si conoce) el tratamiento pregerminativo que genera mayores porcentajes germinación

	Humo	Ceniza	Inmersión agua caliente	Secado	Calor	Fuego	Otro tratamiento
Ageratina aristei (ASTERACEAE)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aragoa cupressina (PLANTAGINACEAE)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Espeletiopsis corymbosa (ASTERACEAE)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Hypericum guianensis (HYPERICACEAE)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Lycianthes lycioides (SOLANACEAE)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Palicourea vaginata (RUBIACEAE)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Pentacalia ledifolia (ASTERACEAE)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Puya santosii (BROMELIACEAE)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Siphocampylus columnae (CAMPANULACEAE)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tibouchina mollis (MELASTOMATACEAE)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. ¿Conoce otra(s) especie(s) del bosque Altoandino y Páramo, diferentes a las aquí mencionadas, que presenten una respuesta regenerativa postfuego favorable?