

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA ASOCIADA A FRAILEJONES *Espeletia* spp AFECTADOS
POR *Oidaematophorus espeletiae* EN EL PNN CHINGAZA**

JUAN CARLOS BELTRAN MORALES

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA
MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

BOGOTÁ D.C

2018

Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA ASOCIADA A FRAILEJONES *Espeletia spp* AFECTADOS
POR *Oidaematophorus espeletiae* EN EL PNN CHINGAZA**

JUAN CARLOS BELTRAN MORALES

Licenciado en Biología

Especialista en Gerencia de Recursos Naturales

Trabajo de grado para optar por el título de

Magister en Ciencias Ambientales

Director:

LUIS ALEJANDRO ARIAS RODRIGUEZ

Ingeniero Agrónomo

Magister en Ciencias Ambientales

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA
MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

BOGOTÁ D.C

2018

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA ASOCIADA A FRAILEJONES

Espeletia spp AFECTADOS POR *Oidaematophorus espeletiae* EN EL PNN CHINGAZA

Juan Carlos Beltrán Morales¹, Luis Alejandro Arias Rodríguez²

Universidad Jorge Tadeo Lozano, Maestría en Ciencias Ambientales, Carrera 4 No. 22-61, Correo-e:
juanc.beltranm@utadeo.edu.co

Universidad Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Carrera 4 No. 22-61,
Correo-e: luis.arias@utadeo.edu.co

RESUMEN

Colombia es uno de los países con mayor biodiversidad a nivel mundial, gran parte concentrada en los biomas de montaña; ecosistemas allí presentes como los páramos son altamente sensibles al cambio climático y alteraciones en usos del suelo, incrementando la posibilidad que especies indicadoras para su estado de conservación como *Espeletia* spp se vean afectadas por insectos fitófagos especialmente la polilla pluma (*Oidaematophorus espeletiae*), la cual ataca meristemas y rosetas en taxones de *E. grandiflora* y *E. argentea* principalmente quienes conforman en asociación con otras plantas comunidades vegetales representativas del ecosistema paramuno. El presente trabajo buscó determinar la relación entre afectaciones de *O. espeletiae* sobre *Espeletia* spp y la composición florística para diferentes gradientes altitudinales en la microcuenca Calostros PNN Chingaza. Se Registraron 42 especies de plantas vasculares agrupadas en 2 géneros y 2 familias de pteridofitas, 20 géneros y 9 familias en angiospermas. El estudio reporta afectaciones en individuos de *Espeletia killipii* Cuatrec y *Espeletia grandiflora* Bonpl, siendo esta última especie más abundante. Características como dominancia, abundancia y similaridad entre rangos altitudinales (3.530-3.765 msnm) mostraron

Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

relación significativa ($p \leq 0,05$) con daños a frailejones cuando estos índices decrecían exhibiendo valores de incidencia y afectación entre el 40% y 53%, donde un incremento en diversidad, abundancia y altitud influyeron considerablemente en su disminución (2%-10%). Aspectos como heterogeneidad y gradiente altitudinal son condiciones que reducen el impacto generado por el insecto sobre poblaciones de *Espeletia* spp registradas, considerando los factores anteriormente mencionados como limitantes importantes en disminución de daños sobre frailejones.

Palabras claves: Gradiente Altitudinal, Páramos, *Espeletia* sp, Composición Florística

FLORISTIC COMPOSITION ASSOCIATED WITH FRAILEJONES *Espeletia* spp, AFFECTED BY *Oidaematophorus espeletiae* IN THE PNN CHINGAZA

ABSTRACT

Colombia is one of the countries with the greatest biodiversity worldwide, most of it concentrated in mountain biomes; ecosystems present there, are highly sensitive to climate change and alterations in soil uses, increasing the possibility that indicator species to their conservation status, such as *Espeletia* spp., will be affected by phytophagous insects, especially the feather moth (*Oidaematophorus espeletiae*), which attacks meristems and rosettes in taxa of *E. grandiflora* and *E. argentea*, mainly those that drawing up in association with other plants representative plant communities of paramo ecosystem. Searching to determinate the relationship between affectations of *O. espeletiae* on *Espeletia* spp and the floristic composition for different altitudinal gradients in the Calostros microbasin Chingaza's Natural Park. Were registered a total of 42 taxa of vascular plants grouped in 2 genera and 2 families of pteridophytes, 20 genera and 9 families in angiosperms. The present study also reported affectations in individuals of *Espeletia killipii* Cuatrec and *Espeletia grandiflora* Bonpl, being more abundant the last taxa mentioned. Characteristics such as dominance, abundance and similarity between altitudinal ranges (3,530-3,765 msnm) showed significant relationship ($p \leq 0.05$)

with damages to frailejones when these indexes decreased, exhibiting values of incidence and affectation between 40% and 53%, where a Increase in diversity, abundance and altitude greatly influenced its decrease (2% -10%). Aspects such as heterogeneity and altitudinal gradient are conditions that reduce the impact generated by the insect on populations of *Espeletia* sp registered, considering the factors mentioned above an important limitation in reducing damage to frailejones.

Keywords: Altitudinal Gradient, Paramo, , *Espeletia* sp, P.N.N Chingaza, Floristic Composition

INTRODUCCIÓN

Colombia es uno de los países con mayor biodiversidad a nivel mundial, donde una gran parte está concentrada en los biomas de montaña (Van der Hammen & Cleef, 2008). La riqueza y diversidad en vegetación de la zona andina colombiana y las altas montañas tropicales son el resultado de fenómenos ocurridos en el pasado (Alvear, 2010), en cuanto a su relieve y orografía, estos contribuyeron a crear una heterogeneidad ambiental elevada y por ende alta diversidad regional (Cleef & Rangel, 2008).

El páramo es considerado como un ecosistema en donde los elementos de la vegetación y el suelo conforman la matriz del paisaje, desarrollando gran potencialidad para interceptar y almacenar agua, lo que determina su valor estratégico (Guhl 1982) catalogado como un ecosistema tropical húmedo ubicado sobre el límite del bosque, es un bioma de alta montaña que se localiza entre los 2.800 y los 4.200 msnm, hace parte de las montañas tropicales de América y se encuentra distribuido de manera discontinua entre las latitudes de 11°N y 8°S. Los suelos se caracterizan por ser jóvenes y poco desarrollados, almacenan grandes cantidades de agua, son pobres en nutrientes y pH ácido (Baruch, 1979; Vargas, 2002).

Todas estas condiciones representan un conjunto de factores climáticos, edafológicos y geomorfológicos que condicionan la presencia de organismos que han logrado adaptarse a estos

Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

ambientes extremos (Vargas, 2002). Colombia posee el 49% de los páramos en el mundo, es decir, 36.000 km² en extensión, atmosféricamente húmedos con precipitaciones por encima de los 1.500 – 2.000 mm anuales (Cleef 1981; Rangel 2000). El régimen de lluvias sigue una distribución estacional unimodal, sin embargo, se destaca que el monto anual y promedio mensual en precipitación a lo largo del gradiente altitudinal para la cordillera oriental en su vertiente oriental, es muy parecida con respecto al bosque alto andino (Rangel, 2000; Vargas & Pedraza 2004; UAESPNN, 2005).

En la región andina y específicamente en el Páramo de Chingaza, los últimos 40-50 años se han dado cambios drásticos en la cobertura vegetal nativa y ambiente en general, siendo este ecosistema altamente sensible a fenómenos asociados al cambio climático, entre ellos aquellos concernientes a alteraciones en la diversidad funcional con respecto al recurso florístico, incrementando la vulnerabilidad de las plantas para ser atacadas por organismos patógenos, perdiendo oportunidad de colonizar nuevos nichos por lo tanto, se torna fundamental realizar un avance en el conocimiento en la composición florística y especies de flora asociada, donde especies pertenecientes al género *Espeletia* sp han presentado daño por herbivoría a causa de insectos como *O. espeletidae* y hongos que provocan su mortalidad (Hernández *et al*, 2014; Muñoz, 2015). Las fitopatologías infieren en elementos como densidad poblacional, estructura genética, espacial y dinámica de las poblaciones, lo que puede a la vez condicionar su supervivencia y generar procesos de extinción local (Gilbert 2002).

La herbivoría perturba en diversas maneras a las plantas, dependiendo de los factores bióticos y abióticos involucrados (Medinaceli *et al*, 2004; Torres, 2013). El impacto que esta tiene en la eficacia biológica de la planta es el resultado de diversas interacciones entre las plantas, sus consumidores y sus enemigos naturales. Esta interacción puede ser negativa cuando el insecto es quién transporta el patógeno y sirve de vector o genera daño ocasionado por herbivoría a la planta, ayuda a romper sus barreras físicas de defensa (Tack y Dicke, 2013) aspectos fitopatológicos que hacen énfasis en torno al daño producido en *E. grandiflora* y *E. argentea* por entorchamiento es causado por hongos

endopatógenos, especies de hongos considerados como oportunistas, pertenecientes al género *Colletotrichum sp* se asocian a daños producidos por lepidópteros como *Oidaematophorus. espeletiae* (González 2012; Torres, 2013).

La familia Pterophoridae grupo al cual pertenece la especie *Oidaematophorus espeletiae* (Hernández et al., 2014) e inicialmente registrada como *Hellinsia sp* (Salinas et al., 2013) son conocidas como polillas pluma, presentan amplia distribución con 1.413 especies y 91 géneros, estos registran un rango amplio en taxones de plantas dicotiledóneas como hospederas para sus larvas, la familia asteraceae es considerado como el grupo taxonómico con mayor incidencia y afectación (Vargas & Parra, 2005; Montiel & Ruge, 2017). Estas especies de Lepidópteros tienden a ser generalistas con fácil adaptación a cambios de temperatura global al colonizar nuevas áreas geográficas (Warren et al, 2001), ésta característica resulta favorable para su distribución en distintos rangos altitudinales. (Montiel & Ruge, 2017), donde se ha establecido el impacto de ésta especie sobre las poblaciones de *Espeletia sp* presentes en el área estudiada.

Los frailejones se consideran muy abundantes y dominantes en ecosistemas de páramos, subpáramos y bosque altoandino (Cuatrecasas 1986); éstas especies son de importancia ecológica crítica porque contribuyen a regular el ciclo hidrológico, generan la mayor parte de la biomasa en estos ecosistemas, previenen la erosión del suelo y tienen asociaciones claves con más de 125 especies animales (García et al., 2005), han interesado a naturalistas y botánicos, no sólo por su belleza atractiva, sino también por sus notables adaptaciones a condiciones ambientales extremadamente duras del páramo (Diazgranados, 2012). *Espeletia* posee cerca de 135 especies distribuidas únicamente en el norte de América del Sur, en los páramos de Colombia, Venezuela y Ecuador, se encuentran 126 especies hasta los 4500 msnm (Cuatrecasas, 1986; Sklenar et al., 2005), consideradas como especies con mayor adaptación a condiciones presentes en alta montaña tropical o páramo (Rivera, 2001; Montiel & Ruge, 2017), de allí

Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

su importancia estratégica en cuanto a su representatividad en la preservación del recurso hídrico y diversidad funcional propia para estos ecosistemas.

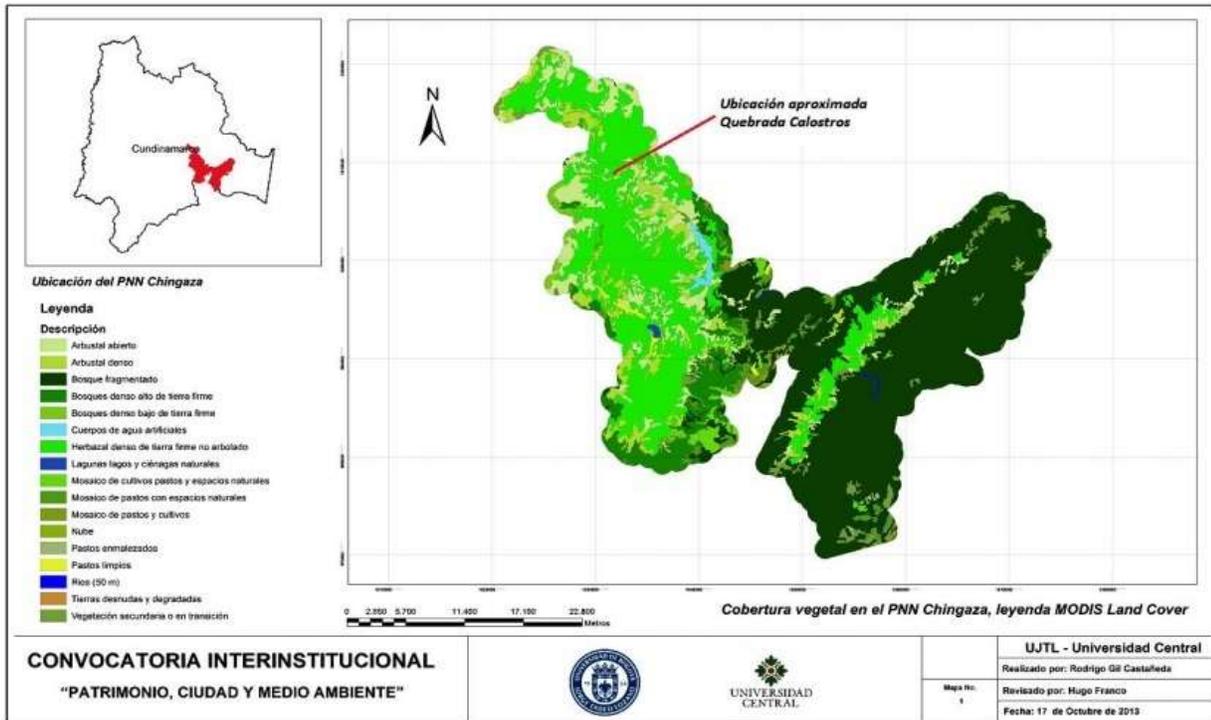
Se requiere conocer y estudiar los taxones que forman parte de la flora presente en zonas afectadas por acción de *O. espeletiae*, profundizar en su importancia referente al impacto en poblaciones de frailejones asociados al daño por organismos patógenos, generar información que contribuya para toma de decisiones, gestión ambiental, manejo y monitoreo con respecto al componente florístico asociado a estas especies en diversos gradientes altitudinales. Por lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo describir los patrones propios de especies vegetales asociadas a frailejones (*Espeletia* sp) y su relación en torno a daños causados por herbivoría de *Oidaematophorus. espeletiae*, en la microcuenca de la quebrada Calostros P.N.N Chingaza, con el fin de generar información pertinente para la conservación de estas especies que habitan en ecosistemas de alta vulnerabilidad e importancia ecológica como los páramos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El páramo de Chingaza se encuentra ubicado a 4°28'0" N, 73°44'0" W, cordillera oriental de los Andes colombianos, al nororiente de Bogotá, en los departamentos de Cundinamarca y Meta. La zona de estudio comprendió una sección de la subcuenca de la quebrada calostros, que se encuentra influenciada por las cuencas de los ríos Teusacá y Siecha en jurisdicción de los municipios de La Calera y Guasca; corresponde al 6.900 ha y un 7% de la reserva natural (UAESPNN, 2009). La quebrada Calostros nace a los 3.800 msnm y desemboca en el río Blanco a 2.400 msnm (Salinas, 2013).

Figura 1- Mapas Parque Natural Chingaza, Quebrada Calostros, Fuente: Martínez Mera, R. J. (2017)



Fase de Campo y Análisis

Los sitios de muestreo se seleccionaron con observaciones directas en campo, donde se identificaron los sectores con mayor afectación por de *O. espeletiae* sobre *Espeletia* sp., además de información cartográfica complementaria. Con el propósito de establecer la vegetación asociada a estas afectaciones en el área de estudio se establecieron un total de 17 parcelas de 5 x 5 m (25 m²) en cuatro rangos altitudinales comprendidos entre 3.530-3.765 msnm (Rango 1: 3.530-3.608msnm; Rango 2: 3.634-3.642 msnm; Rango 3: 3.644-3.665msnm; Rango 4: 3.703-3.765msnm), donde se contaron todos los individuos arbustivos y herbáceos con DAP \geq 10 cm (Braun-Blanquet, 1979; Van der Hammen & Rangel, 1997); para determinar si la diversidad presente allí incide sobre daño reportado para poblaciones de *Espeletia* sp, simultáneamente se relacionaron aspectos como la proximidad entre individuos con afectaciones y especies asociadas, teniendo en cuenta aspectos como altura y cobertura.

Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

Para cada salida se colectaron ejemplares botánicos, el material herborizado bajo las Colecciones de JCB = Juan Carlos Beltrán Morales, fue identificado y depositado en el Herbario Nacional Colombiano (COL), Herbario Forestal Gilberto Emilio Mahecha (UDBC) y Herbario Jardín Botánico de Bogotá JBB, para lo cual se emplearon claves descriptivas, monografías, floras regionales, flóculas locales y otras fuentes, comparación con ejemplares depositados en el herbario. Asimismo, se contó con el apoyo de especialistas de diferentes familias botánicas que revisaran el material depositado.

En cada parcela de los rangos altitudinales muestreados, se registró la abundancia, diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP) (m), altura (m), proximidad a frailejones afectados (m) y cobertura (%) para establecer las comparaciones respectivas (Rangel & Velásquez 1997, Cortés, 2003). Además, con los datos recolectados se calcularon los parámetros ecológicos Densidad (Ecuación 1), Densidad relativa (2); Dominancia relativa (3); Diversidad relativa (4); Índice valor de importancia para especies (5); Incidencia global en daños por parcela (6):

$$Densidad(D) = \frac{\text{Número total Individuos}}{\text{Superficie parcela}} \quad (1)$$

$$Densidad Relativa(DR) = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Total de Individuos en parcela}} \times 100 \quad (2)$$

$$Dominancia Relativa(DmR) = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal total}} \times 100 \quad (3)$$

$$Diversidad Relativa(DiR) = \frac{\text{Número en especies por familia}}{\text{Total de especies}} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Índice de valor de importancia para las especies (IVI)} = \text{Densidad relativa \%} + \text{Dominancia relativa \%} + \text{Diversidad relativa \%}. \quad (5)$$

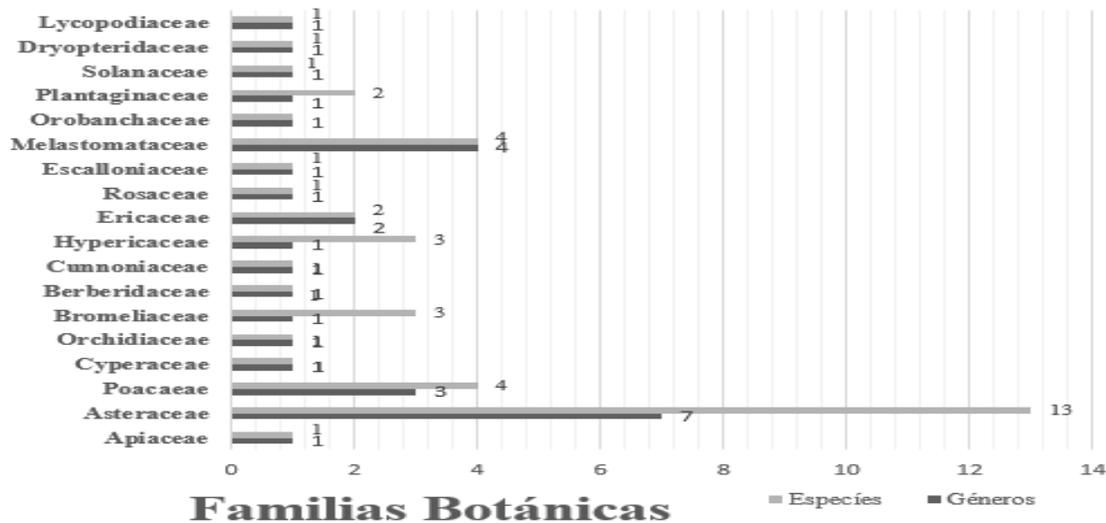
$$Incidencia global en daños por parcela(Inc) = \frac{\text{Frailejones afectados}}{\text{Total frailejones muestreados}} \times 100 \quad (6)$$

El análisis estadístico y de información ecológica se efectuó con los programas R versión 3.2 y PAST®, para encontrar relaciones en variables analizadas se emplearon pruebas paramétricas de T-Tukey HSD; Kruskal-Wallis y Wilcoxon para no paramétricas

RESULTADOS

Composición Florística

Figura 1. Cantidad en familias, géneros y especies registradas durante los muestreos.



Para los cuatro rangos altitudinales muestreados se registraron un total de 42 especies de plantas vasculares agrupadas en nueve familias y 20 géneros de angiospermas, así como dos familias y dos géneros de pteridofitas (Figura 1). Siendo Asteraceae el grupo más abundante entre las angiospermas con siete géneros y 13 spp agrupados en *Diplostephium* (3), *Baccharis* (3) *Espeletia* (2), el resto de taxones botánicos de angiospermas determinados para este estudio se encuentran agrupados en las familias Ericaceae 2 spp, Poaceae (5), Melastomataceae (4), Bromeliaceae (3), Hypericaceae (3), Cunnoniaceae (1), Cyperaceae (1), Ericaceae (2); Plantaginaceae (2), Escalloniaceae (1); Orchidicaceae (1), Orobanchaceae (1), Rosaceae (1) y Solanaceae (1), en cuanto a las pteridofitas los individuos muestreados correspondieron a los grupos Dryopteridaceae 1 sp y Lycopodiaceae (1), donde los rangos altitudinales uno y dos registraron el mayor número en géneros y familias (Tabla, 1)

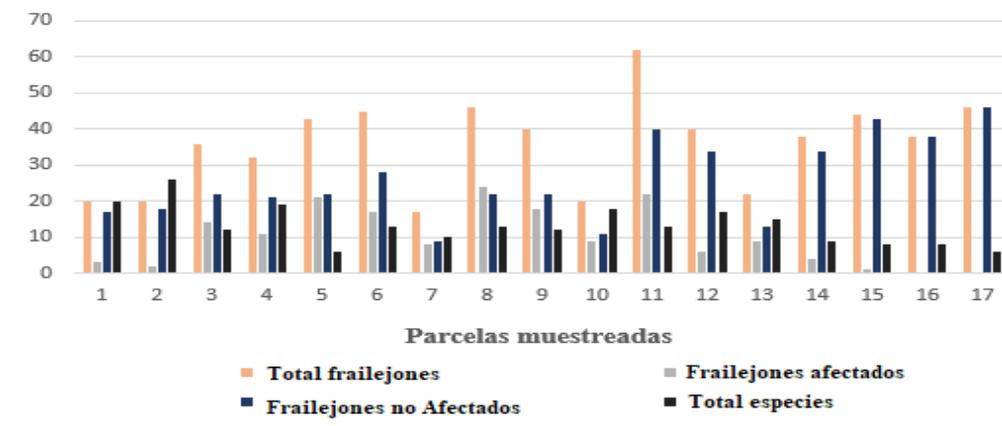
Para el índice Shannon en los rangos dos y tres no presentaron diferencias significativa ($\alpha=0,05$) en torno a la diversidad por tanto, se puede inferir que un aumento en este aspecto puede influir para la

Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

disminución en afectaciones para individuos de *E. grandiflora* y *E. killipii* presentes siendo el cuatro menos diverso y no presenta relación significativa ($\alpha=0.05$) con el rango uno, en torno a este factor (Tabla 4).

Especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) para este estudio presentaron valores muy bajos, excepto para *Espeletia grandiflora*, *Calamagrostis effusa* (Tabla 1), otros IVI representativos para taxones presentes en los cuatro rangos altitudinales muestreados fueron para *Rynchospora ruiziana*, *Espeletia killipii*, *Diplostegium phyllicoides*, *Hypericum thuyoides* y *Aragoa abietina*, mostrando los patrones característicos en la vegetación paramuna en torno al peso ecológico en algunas especies propias para este ecosistema, coincidiendo especialmente con las familias botánicas predominantes allí como Asteraceae, Poaceae y Melastomataceae (Figura 1), esta última con 4 taxones registradas pero con IVI muy bajos por especie, debido a su baja dominancia para las áreas muestreadas.

Figura 2. Individuos de *Espeletia sp* sanos y con afectación por Herbivoría de *Oidaetomathophorus espeletiae*.



El índice Simpson el cual mide la dominancia es similar para los rangos muestreados no se muestran diferencias significativas ($\alpha=0,05$), excepto en el rango 4, donde el número de especies es menor registrando una baja dominancia y riqueza (Tabla 4).

Las especies que presentaron mayores índices en densidad, dominancia y abundancia en los rangos altitudinales comprendidos entre los 3530-3665msnm en la quebrada calostros fueron: *Calamagrostis*

effusa, *Eryngium humboldtii*, *Rynchospora ruiziana*, *Espeletia grandiflora*, *Hypericum thuyoides*, *Diplostegium phyllicoides*, *Pernettya prostrata*, *Gaultheria anastomosans*, *Pentacalia vaccinioides*, *Baccharis tricuneata*, *Ageratina tinifolia*, y *Puya trianae*, donde posiblemente la presencia de estas especies podría explicar la reducción en afectaciones e incidencia especialmente en aquellas de estrato arbustivo (Tabla 1 y Tabla 2), parcelas comprendidas entre 3703-3765 msnm, fueron *Espeletia grandiflora*, *Calamagrostis effusa*, *Hypericum thuyoides*, *Aragoa abietina* son las más representativas, sin embargo se registraron individuos en los cuatro rangos analizados pertenecientes a otras especies, la mayor parte de éstas exhibieron valores bajos en dominancia relativa y abundancia.

Tabla 1. Listado de Especies por familia, número de individuos (N), Frecuencia relativa (FR%), Dominancia relativa (DR%) e índice de valor de importancia (IVI) encontrados en 17 parcelas de 25 m². La Nomenclatura de especies y familias según flora vascular del W3 Trópicos del Missouri Botanical Garden (www.tropicos.org)

ESPECIE	FAMILIA	PARCELA (ALTITUD msnm)																	N	FR%	DR%	DR%	IVI
		3530 P1	3530 P2	3530 P3	3608 P4	3634 P5	3640 P6	3642 P7	3642 P8	3644 P9	3660 P10	3655 P11	3665 P12	3665 P13	3703 P14	3760 P15	3760 P16	3765 P17					
<i>Eryngium humboldtii</i> F. Delaroché	Apiaceae	8	7	0	9	0	7	0	15	0	6	0	0	0	0	0	0	0	52	2.52	7.43	0.42	10.4
<i>Ageratina tinifolia</i> (Kunth) R.M. King & H. F.	Asteraceae	2	3	0	2	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0.53	1.57	0.52	2.62
<i>Senecio formosus</i> Kunth.	Asteraceae	0	2	1	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7	0.34	1	0.3	1.64
<i>Baccharis graminifolia</i> Kunth	Asteraceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.05	0.14	0.39	0.58
<i>Baccharis revoluta</i> Kunth	Asteraceae	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	9	0.44	1.29	0.31	2.03
<i>Baccharis tricuneata</i> (L.) Pers.	Asteraceae	6	7	0	0	0	0	0	0	1	6	0	2	0	0	0	0	0	22	1.07	3.14	0.39	4.6
<i>Espeletia grandiflora</i> Bonpl.	Asteraceae	14	8	29	27	29	45	17	46	32	58	36	20	22	38	44	38	46	549	26.7	78.4	0.89	106
<i>Espeletia killipii</i> Cuatrec.	Asteraceae	6	12	7	5	14	0	0	0	8	4	4	0	0	0	0	0	0	60	2.91	8.57	0.43	11.9
<i>Diplostegium heterophyllum</i> Cuatrec.	Asteraceae	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.24	0.71	0.37	1.33
<i>Diplostegium phyllicoides</i> (Kunth) Wedd.	Asteraceae	0	9	0	0	0	15	0	0	12	4	2	0	2	2	1	0	3	50	2.43	7.14	0.46	10
<i>Diplostegium rosmarinifolium</i> (Benth.) Wedd.	Asteraceae	0	0	0	4	0	1	0	1	0	2	2	6	4	0	0	0	0	20	0.97	2.86	0.14	3.97
<i>Gynoxis trianae</i> Hieron	Asteraceae	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	4	4	0	0	0	0	14	0.68	2	0.21	2.89
<i>Pentacalia guadabipe</i> (Cuatrec.) Cuatrec.	Asteraceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0.15	0.43	0.16	0.74
<i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth) Cuatrec.	Asteraceae	0	0	12	0	0	0	0	5	0	3	5	0	0	0	0	0	0	25	1.21	3.57	0.2	4.98
<i>Berberis gondolii</i> Triana & Planch. ex Wedd.	Berberidaceae	15	7	0	16	16	4	0	0	2	20	7	0	0	0	0	0	0	87	4.22	12.4	0.72	17.4
<i>Puya santosii</i> Cuatrec.	Bromeliaceae	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0.15	0.43	0.03	0.61
<i>Puya gondoliana</i> Mez	Bromeliaceae	5	6	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	21	1.02	3	0.13	4.15
<i>Puya trianae</i> Baker	Bromeliaceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	0	0	0	0	9	0.44	1.29	0.39	2.11
<i>Weinmannia tomentosa</i> L.f.	Cunoniaceae	0	0	2	0	0	4	0	10	5	0	2	6	0	2	0	0	0	31	1.5	4.43	0.61	6.54
<i>Rynchospora ruiziana</i> Boeckeler	Cyperaceae	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.29	0.86	0.57	1.71
<i>Elaphoglossum engleri</i> (Sodiro) C. Chr.	Dryopteridaceae	0	1	6	0	0	5	0	0	4	2	0	2	1	1	5	1	0	28	1.36	4	0.04	5.4
<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC	Ericaceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	4	0.19	0.57	0.21	0.97
<i>Gaultheria anastomosans</i> (L.f.) Kunth.	Ericaceae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.05	0.14	0.04	0.23
<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	Escalloniaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0	9	0.44	1.29	0.45	2.17
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	Hypericaceae	5	6	0	5	0	21	16	13	14	0	0	0	0	0	1	3	4	88	4.27	12.6	0.72	17.6
<i>Hypericum thuyoides</i> Kunth.	Hypericaceae	5	5	0	5	0	0	0	0	0	0	10	7	0	0	0	0	0	32	1.55	4.57	0.3	6.43
<i>Hypericum goyanesii</i> Cuatrec.	Hypericaceae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.05	0.14	0.29	0.48
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	Lycopodiaceae	4	1	1	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	11	0.53	1.57	0.52	2.62
<i>Bucquea glutinosa</i> (L.f) D.C.	Melastomataceae	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.29	0.86	0.09	1.23
<i>Miconia salicifolia</i> (Bonpl. ex Naudin) Naudin	Melastomataceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	3	3	11	0.53	1.57	0.04	2.14
<i>Tibouchina grossa</i> (L.f) Cogn	Melastomataceae	0	0	0	1	0	5	0	6	0	4	0	0	1	0	0	0	0	17	0.83	2.43	0.04	3.29
<i>Castratella piloselloides</i> Naudin	Melastomataceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.05	0.14	0.04	0.23
<i>Aca colombiana</i> Schltr.	Orchidiaceae	0	0	8	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0.63	1.86	0.31	2.8
<i>Castilleja fistifolia</i> L.f.	Orobanchaceae	35	25	35	30	53	58	37	54	50	56	81	23	25	32	28	55	35	712	34.6	102	0.72	137
<i>Aragoa abietina</i> Kunth.	Plantaginaceae	0	0	0	0	0	1	4	9	2	0	11	4	5	0	1	1	0	38	1.84	5.43	0.74	8.02
<i>Aragoa corrugatifolia</i> Fern. Alouso	Plantaginaceae	2	3	7	2	0	0	1	0	0	0	0	2	3	2	0	0	0	22	1.07	3.14	0.23	4.44
<i>Calamagrostis effusa</i> (Kunth) Steud.	Poaceae	35	25	35	30	53	58	37	54	50	56	81	23	25	32	28	55	35	712	34.6	102	0.72	137
<i>Chusquea tessellata</i> Munro	Poaceae	5	5	0	0	0	0	0	0	0	8	4	0	0	0	0	1	3	26	1.26	3.71	0.55	5.53
<i>Cortaderia columbiana</i> (Pilg.) Pilg.	Poaceae	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	6	12	0	1	1	0	24	1.17	3.43	0.71	5.3
<i>Cortaderia nitida</i> (Kunth) Pilg.	Poaceae	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	8	0.39	1.14	0.28	1.81
<i>Hesperomeles gondoliana</i> (Decne.) Killip	Rosaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	0	0	0	0	11	0.53	1.57	0.54	2.64
<i>Cestrum buxifolium</i> Kunth.	Solanaceae	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.29	0.86	0.04	1.19
Total Individuos		157	149	145	150	168	226	120	221	186	232	256	121	123	114	111	158	129	2766				

Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

Afectaciones por *Oidaematophorus espeletiae* e índices de diversidad

Se registraron daños en individuos pertenecientes a *Espeletia killipii* Cuatrec. presentes en gradientes comprendidos entre los 3.500 a 3.600 msnm, donde el nivel freático en suelos y proximidad a cuerpos de agua son característicos, no obstante, cabe destacar que para el área muestreada la especie de frailejón más abundante correspondió a *Espeletia grandiflora* Bonpl, los cuales también presentaron afectación (Tabla 3 y Figura 3).

Tabla 2 Taxones de *Espeletia* sp y muestreados en parcelas 5x5 y agrupadas en 4 rangos altitudinales, véase cantidad de individuos afectados por Herviboría de *O. espeletiae*, % Incidencia, Total de familias, géneros y especies registradas e índices de diversidad, parcelas y rangos altitudinales.

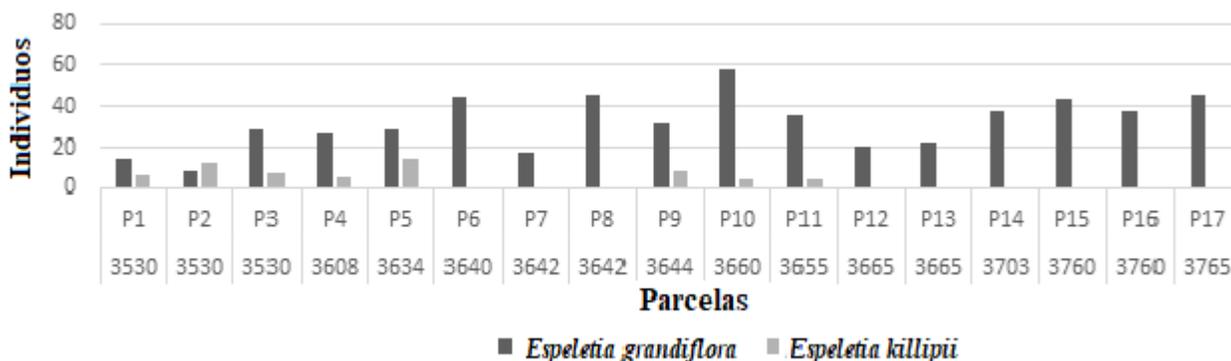
Parcela	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17
Rango altitudinal	Rango 1				Rango 2				Rango 3				Rango 4				
Altitud	3530	3530	3530	3608	3634	3640	3642	3642	3644	3660	3655	3665	3665	3703	3760	3760	3765
Tot frailejones	20	20	36	32	43	45	17	46	40	20	62	40	22	38	44	38	46
Frailejones afectados	3	2	14	11	21	17	8	24	18	9	22	6	9	4	1	0	0
Incidencia en daño %	15	10	38,8	34,4	48,8	37,8	47	52,2	45	45	35,4	15	40,9	10	2	0	0
Frailejones no afectados	17	18	22	21	22	28	9	22	22	11	40	34	13	34	43	38	46
Total especies	20	26	12	19	6	13	10	13	12	18	13	17	15	9	8	8	6
Géneros	16	23	11	17	5	12	10	12	11	16	11	14	14	9	8	7	6
Familias	10	14	7	10	4	8	5	8	8	9	8	9	8	6	6	5	5
Individuos	123	126	110	121	115	168	83	167	136	98	176	177	98	82	83	103	94
Dominancia	0,13	0,08	0,2	0,14	0,31	0,22	0,28	0,2	0,22	0,12	0,23	0,263	0,15	0,37	0,4	0,42	0,38
Simpson_1-D	0,87	0,92	0,8	0,86	0,69	0,78	0,72	0,8	0,78	0,88	0,77	0,737	0,85	0,63	0,6	0,58	0,62
Shannon_H	2,48	2,86	1,89	2,31	1,35	1,84	1,54	1,91	1,87	2,45	1,85	1,88	2,23	1,284	1,18	1,09	1,18
Margalef	3,95	5,17	2,13	3,75	1,05	2,34	1,81	2,35	2,24	3,71	2,32	3,091	3,05	1,815	1,58	1,51	1,1
Equitability_J	0,83	0,88	0,79	0,79	0,75	0,72	0,7	0,75	0,75	0,85	0,72	0,663	0,82	0,584	0,57	0,52	0,66
Chao-1	23,3	35,3	11,3	22,8	6	19	10,5	19	12,3	18,5	13	17,14	16	9,167	11	14	6
Menhinick-Densidad	1,8	2,32	1,05	1,73	0,56	1	0,99	1,01	1,03	1,82	0,98	1,278	1,52	0,994	0,88	0,79	0,62

El índice Margalef para los cuatro rangos altitudinales registran elementos contrastantes de las comunidades vegetales presentes en ecosistemas paramunos, no obstante, pese a su baja diversidad, los valores allí indicados también muestran relación con disminución en afectaciones sobre individuos de

Espeletia sp muestreados, especialmente para el rango uno donde existen los mayores registros para frailejones con daños por *O. espeletiae*. (Tablas 2 y 4)

A nivel de parcelas muestreadas, las afectaciones comprendidas entre 15% a 52,17% se reconocieron en los tres primeros rangos altitudinales, mostrando que a mayor número de géneros y especies encontradas la cantidad en individuos de *Espeletia grandiflora* y *Espeletia killipii* afectados por herbivoría e incidencia general sobre ellos se reducen considerablemente (Figura 2, Tablas 2 y 3), aspectos tales como la dominancia, abundancia y diversidad incidieron significativamente ($p=0,003656$) sobre estas variables en torno a heterogeneidad en parcelas y disminución de la similaridad donde se destaca su importancia en aspectos propios de su composición florística como limitante al daño en individuos de *Espeletia sp* (Tabla 2 y 3).

Figura 3. Distribuciones de Poblaciones para *E. grandiflora* y *E. killipii* en los gradientes altitudinales muestreados.



Cabe resaltar que, el cuarto rango altitudinal es donde se muestran disminuciones en índices de diversidad y por tanto los daños en individuos e incidencia de *Espeletia grandiflora* muestreados presentan una reducción significativa, la cual no se encuentra relacionada a la heterogeneidad, pero si en torno al incremento en altitud.

El índice Chao-1 indica que la abundancia pese a no encontrarse diferencias ($\alpha=0.05$), en torno a especies presentes en los rangos muestreados, por ende, este aumenta cuando el gradiente altitudinal disminuye (Rangos 1 a 3 entre 23,18-15,24 y 11,23 para el Rango 4) por tanto, este parámetro puede

Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

brindar un mayor sustento en que la cantidad en taxones o especies presentes en zonas muestreadas exhibirían mayor relación con reducción en afectaciones en zonas altitudinales muestreadas desde los 3.535-3.660msnm (Tablas 2 y 4).

Tabla 3. Afectaciones de individuos para *Espeletia grandiflora* y *Espeletia killipii*. Individuos muestreados (Total individuos) Afectación por ataque de *Oidaematophorus espeletiae* (Individuos afectados), no afectados (Individuos no afectados), e incidencia en daños (Incidencia %).

Espece	Total, de Individuos	Individuos afectados	Individuos no afectados	Incidencia %
<i>Espeletia grandiflora</i> Bonpl.	515	122	393	29,8
<i>Espeletia killipii</i> Cuatrec.	67	20	47	23,6
Total	582	142	440	53,4

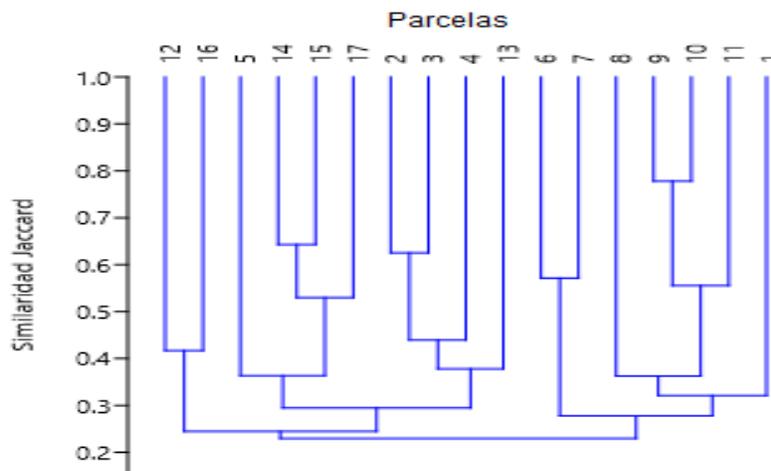
Las afectaciones por *O. espeletiae* en parcelas establecidas entre 3,500-3,600msnm, mostraron un aumento significativo cuando el número de taxones botánicos asociados a *E. grandiflora* y *E. killipii* y altitud decrecieron (entre 40 y 53%), donde la diversidad tiende a exhibir homogeneidad ($H' = 1,08-1,347$); ($1-D = 0,57-0,62$) contrario a muestreos efectuados a 3.650-3.700 msnm, (entre 35% y 5,27%) donde los valores de diversidad y riqueza fueron mayores ($H' = 2,26-2,861$); ($1-D = 0,85-0,92$). Sin embargo, una condición como el gradiente altitudinal influye considerablemente en descenso para el porcentaje de incidencia en Frailejones muestreados cuando las parcelas presentan similaridad, considerándose este factor como un limitante importante. En relación a los valores obtenidos para el índice Jaccard, teniendo en cuenta la presencia/ausencia en taxones registraron valores relativamente bajos entre 0,27 y 0,52 para altitudes entre 3.530 y 3.760msnm, no obstante, cuando éste se incrementa (0,62-0,77) se exhibe un descenso en porcentaje de incidencia y afectaciones por herbivoría para los individuos de *Espeletia* sp allí presentes.

No se encuentran diferencias ($\alpha = 0,05$) entre el número de individuos ($p = 0,05217$) y el porcentaje de incidencia ($p = 0,02302$) para los rangos analizados por tanto, disminuciones en este último factor se encuentran significativamente relacionadas, donde indican posiblemente que reducciones en daños

por *O. espeletiae* se deban a las diferentes especies e individuos presentes allí, los cuales pueden estar interactuando en forma benéfica, ya que allí se podrían encontrar posibles biocontroladores para esta especie, que favorecerían en forma directa o indirecta las interacciones entre poblaciones de *E. killipii* y *E. grandiflora* con *O. espeletiae*.

Para los rangos uno y dos la dominancia influyó significativamente en reducción a daños sobre individuos de *Espeletia* sp, ya que su decrecimiento representa una mayor cantidad en individuos y especies presentes para las zonas de muestreo (Rangos 2 y 3), donde aspectos relativos a la diversidad funcional en estos ecosistemas, posibilitan la aparición de especies en flora y fauna que puedan considerarse como controladores para *O. espeletiae*, sin embargo, las parcelas muestreadas en los rangos dos y tres se localizaron el mayor número en daños (Tablas 1 y 2; Figura 5).

Figura 4 – Comparación de Similaridad Índice Jacquard (IJ) para las parcelas muestreadas



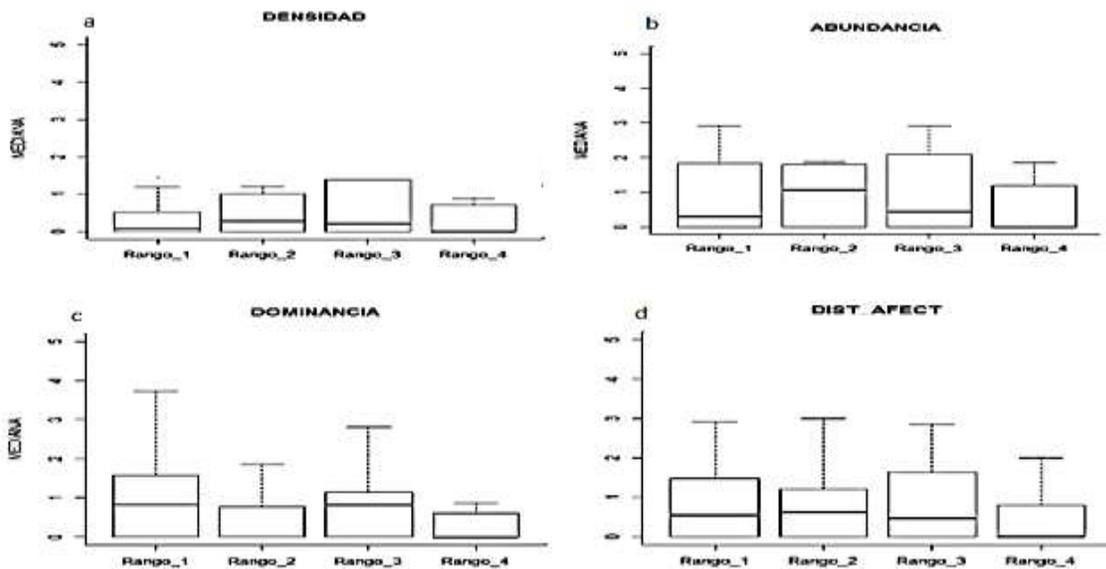
Dominancia entre los rangos uno a 3, tienden a presentar homogeneidad, por tanto, las áreas muestreadas exhiben patrones propios de la vegetación paramuna, las afectaciones masivas se pueden deber a características marcadas o propias de su estructura y composición florística (Tabla 3; Figuras 3 y 4).

Los rangos dos y tres no son muy disimiles con respecto a las variables abundancia, distancia y dominancia, mostrando homogeneidad en torno a las tres variables analizadas, pero distan respecto a la densidad (Figura 5).

Frailejones afectados por *O. espletiae*, Chingaza

La distancia entre especies de plantas aledañas a *E. grandiflora* y *E. killipii* afectadas, en todos los rangos altitudinales evaluados en el presente estudio no representó un indicador significativo ($p=0,294-0,816$) referente a dichas afectaciones, ya que se consideraba que la proximidad a especies abundantes especialmente de la familia Poaceae incrementaban afectaciones en individuos de *E. grandiflora* y *E. killipii*, no obstante un aumento en dominancia y reducción en riqueza generan la posibilidad de extender daños e incidencia para *E. grandiflora* y *E. Killipii* registradas allí. (Tabla 3; Figura 5). Por tanto aspectos relacionados a composición florística e índices de diversidad brindan un mayor sustento a la hipótesis en torno a su influencia para aumento y disminución en afectaciones sobre estas especies dentro de los rangos altitudinales muestreados.

Figura 5. Diagramas de Comparación entre medianas con respecto a) Densidad, b) Abundancia, c) Distancia entre frailejones afectados con respecto a otras especies y d) Dominancia ($p \leq 0,05$) en cada uno de los rangos altitudinales y número de individuos registrados por parcela para las diferentes especies registradas.



Factores en cuanto a Densidad de población no difieren significativamente ($\alpha=0,05$) con respecto al gradiente altitudinal; en los rangos uno y cuatro, la homogeneidad tiende a ser marcada, por tanto, la variabilidad depende en el número de especies presentes allí y se relaciona con la reducción en daños para zonas muestreadas, por lo tanto, en el rango cuatro se encontraron daños menores o nulos en razón a la altitud. El rango tres que puede presentar variaciones importantes respecto a este factor y posibles

afectaciones e incidencias importantes en individuos de *Espeletia sp* (Figura 8, tabla 2), se deban por la cantidad en especies presentes allí de asociadas a estas, con una mayor cantidad de individuos y/o poblaciones que se puedan encontrar afectadas y que interactúan simultáneamente.

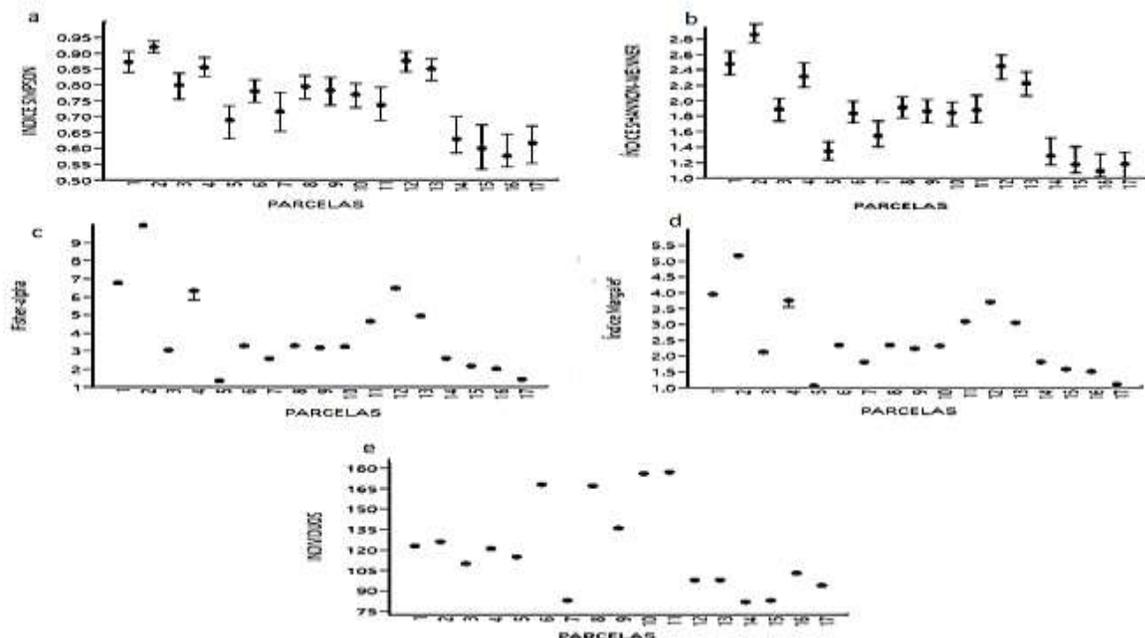
Tabla 4. Comparación de medias para índices de diversidad, densidad, frailejones muestrados familias, géneros y especies en los cuatro rangos muestrados. ($\alpha=0,05$) mediante prueba T-tukey HSD. Izq-Der: Shannon (Ind shan), Simpson (Simp), Margalef (Marg), Jaccard (Jaccq), Chao-Berger (Chao), No afectados (No Afect), Densidad (Dens), Afectados (Afect), Total Frailejones (Total frailej), géneros (Gen), familias (Fam), total especies (Total sp)

Rango	Ind shan	Simp	Margf	Jaccq	Chao	No afect	Dens	Afect	Total frailej	Gen	Fam	Total sp
1	2,385 ^a	0,862 ^a	3,749 ^a	0,819 ^a	23,18 ^a	19,50 ^a	1,723 ^a	7,505 ^{ab}	27,00 ^a	16,75 ^a	10,25 ^a	19,25 ^a
2	1,660 ^{ab}	0,745 ^{ab}	1,887 ^b	0,729 ^{ab}	13,62 ^a	20,25 ^a	0,889 ^a	17,50 ^a	37,75 ^a	9,753 ^{ab}	6,252 ^b	10,50 ^b
3	2,010 ^{ab}	0,792 ^{ab}	2,839 ^{ab}	0,745 ^{ab}	15,24 ^a	26,75 ^a	1,276 ^a	13,75 ^{ab}	40,50 ^a	13,00 ^{ab}	8,500 ^{ab}	15,00 ^{ab}
4	1,391 ^b	0,655 ^b	1,812 ^b	0,630 ^b	11,23 ^a	34,80 ^a	1,650 ^a	2,803 ^b	37,60 ^a	8,803 ^b	6,001 ^b	9,203 ^b

*Letras diferentes indican diferencias significativas ($\alpha=0,05$)

No se encuentran diferencias significativas entre los factores anteriormente descritos y el daño en individuos de *Espeletia sp*, ($p \leq 0,05$) entre los rangos altitudinales, demostrando relación existente de cada uno de ellos en torno a las parcelas muestradas, aceptando la Hipótesis alterna donde la disminución en su valor muestra un incremento en afectaciones por *Oidaematophorus espeletieae*.

Figura 6. Índices de Diversidad registrados en parcelas muestradas comprendidas entre 3.530 a 3.765 msnm. a) Shannon-Weinner, Simpson, b) Fisher c) Alpha d) Margalef e) Total de individuos muestrados en cada sector



Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

Respecto a la diversidad (Figura 6) el índice de Shannon muestra un valor promedio de 1,83, considerándose bajo, contrastante con la baja similaridad registrada. El índice Simpson exhibe un promedio de 0,75 el cual también concuerda con la similaridad y baja dominancia para la mayoría de especies registradas, El índice de diversidad Fisher Alpha exhibe una escasa robustez (3,97), contrastante con el índice Margalef que arroja bajos valores en diversidad registró un promedio de 2,52 , sin embargo en los rangos altitudinales donde fueron mostrados valores altos para cada uno de los índices se observó disminución en porcentaje de incidencia y daño en individuos de *Espeletia grandiflora* y *Espeletia killipii* presentes allí, cabe aclarar que cuando estos decrecen afectaciones e incidencia se incrementan excepto en parcelas pertenecientes al rango altitudinal cuatro, donde la altitud es considerada como una barrera que limita el daño en individuos de *E. grandiflora* presentes exclusivamente para este sector, donde especímenes de *E. Killipii* no se encuentran (Figuras 4 y 5).

DISCUSIÓN

Composición florística

La vegetación encontrada en los rangos altitudinales uno y dos (3.530-3642 msnm) mostró el mayor número de especies presentes en el estudio superando en número a las registradas para los rangos tres y cuatro (Tablas 1 y 2), con un total de 42 especies de plantas vasculares distribuidas en 20 géneros y 11 familias, confirmando la disminución de taxones a medida que el gradiente altitudinal decrece propio de ecosistemas presentes en el páramo, exhibiendo los patrones de distribución para especies propias en estos hábitats (Cleff, 1981; Franco et al., 1986; Rangel Ch y Ariza-N et al., 2000). Lo anterior corrobora el concepto generalizado de que el número de especies decrece linealmente con el aumento de la altitud, así como el número de especies por familia (Galindo et al, 2003; Gentry 1995).

Se registra un número menor en géneros y familias en relación a otros efectuados para el área correspondiente al Parque natural Chingaza (Cantillo & Avella, 2004; Bohórquez et al, 2011;

Castellanos & Bonilla, 2011), donde el número en géneros y especies para este estudio contempló únicamente aquellas ubicadas en altitudes comprendidas entre los 3.530 a 3.765 msnm coincidiendo en su mayoría con firmas espectrales para taxones vegetales reportados para el área de estudio (Martinez Mera, 2017), donde el presente trabajo brinda información complementaria para precisar esta metodología con mayor detalle y un número de especies significativo ($\alpha=0,05$) en comparación a registros correspondientes con sectores como Cárpatos, Chuza y Rio Blanco pertenecientes también a esta área natural protegida que contemplaron rangos altitudinales menores y vegetación propia del bosque altoandino, donde *Oidaemathophorus espeletiae* posiblemente no tenga influencia sobre individuos de *Espeletia sp.*

Las familias botánicas con mayor número de géneros y especies en los gradientes estudiados (Tabla 1 y Figura 4) corresponden a las mismas registradas en otros páramos andinos localizados en altitudes similares (Cleff, 1981; Franco et al., 1986; Rangel Ch y Ariza-N et al., 2000), como Asteraceae, Poaceae, Melastomataceae, Hypericaceae y Bromeliaceae, seguidas en importancia por otras familias como Ericaceae y Plantaginaceae. De igual forma, los géneros con más especies en la zona estudiada (Tabla 1) coinciden con estudios florísticos generales documentados para los macizos de Chingaza y Sumapaz (Rangel, 2000), donde la caracterización florística, busca definir unidades de vegetación, según las especies características exclusivas o diferenciales indicadoras de condiciones ecológicas (Rangel & Velásquez, 1997).

El grupo con mayores taxones presentes e índices altos IVI por especie en los rangos altitudinales muestreados fue para la familia asteraceae con siete géneros y 13 especies, ésta situación se debe posiblemente a que son diversos y numerosos dentro de las angiospermas ya que su dispersión es de tipo anemócora aspecto que contribuye a su alta distribución, por tanto, pueden localizarse en diferentes tipos de hábitat, debido a características que otorgan resistencia y adaptación para los

Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

diferentes hábitats así como como producción de sustancias químicas, presencia de vellosidades y almacenamiento de glúcidos para su nutrición (Bohórquez et al, 2011).

Índices de Diversidad y daño en Individuos de *Espeletia grandiflora* y *Espeletia killipii*

Los individuos de *Espeletia* sp afectados por herbivoría son más frecuentes cuando la diversidad y taxones asociados a estas disminuyen, siendo significativamente menor cuando los factores anteriormente mencionados se incrementan, al igual que parcelas muestreadas en el gradiente altitudinal comprendido entre los 3.700-3.800 msnm. (Tablas 1 y 2). Las zonas muestreadas presentaron valores bajos en rangos altitudinales comprendidos entre los 3.660 a 3.765msnm en comparación a rangos altitudinales menores 3.642 a 3.530 m, donde presentaron valores comprendidos entre 1,18 a 2,4 para índices de Shannon e índice Simpson de 0,67 a 0,87, para índices de dominancia presentes allí y comportándose de manera similar en comparación con otros estudios realizados en la zona de vida paramuna y altitudes mayores a 3.400 msnm con 0,6-2,12 para índice Shannon e índice Simpson 0,16 a 0,97, teniendo en cuenta los estratos herbáceo y rasante (Bohórquez, 2011).

La riqueza y diversidad son expresivas por su ausencia o falta notoria de gradientes (Cobos & Acosta, 2002; Zuluaga, 2002) cambios en estos parámetros para los diferentes rangos altitudinales se encuentran muy relacionados, donde no se encontraron diferencias significativas entre los índices de diversidad con el número de frailejones afectados y porcentaje de incidencia global en daño por herbivoría, comprendidos entre el 2 al 40 por ciento, aunado al grado de severidad que consistió en 31,3 %, caracterizando plantas con leve torsión, clorosis y deformación, la cual se manifestó en forma homogénea para los diversos gradientes altitudinales (Salinas, 2013; Montiel & Ruge, 2017).

Aspectos propios de la diversidad funcional se definen por variación altitudinal en los gradientes montañosos específicamente en los ecosistemas pertenecientes a alta montaña, allí se pueden encontrar diferencias ocasionadas principalmente por aspectos climáticos como temperatura, humedad y

diferentes factores climatológicos (Garnica & Saldarriaga 2017), al igual que el avance y distribución de organismos que pueden presentarse por alteraciones sobre estas condiciones.

Composición en la vegetación asociada donde actualmente existen una combinación de disturbios naturales y antrópicos, la heterogeneidad del paisaje puede interferir en la propagación de un disturbio (Vargas, 2002), afectaciones por *O. espeletiae* sobre especies de frailejones posiblemente tendrían como limitante en su expansión la presencia de depredadores en altitudes inferiores a 3.700 msnm y la no adaptación ó aclimatación en altitudes superiores, aspectos propios en torno a la vegetación en los diferentes rangos influyen directamente en relación con afectaciones a frailejones presentes en el área de estudio, por tanto, la herbivoría perturba en diferentes maneras a las plantas que dependen de factores bióticos y abióticos involucrados (Medinaceli et al, 2004; Torres, 2013), el impacto que esta tiene en frailejones presentes allí presentes es el resultado de diversas interacciones entre las plantas, sus consumidores y sus enemigos naturales (Rodríguez, 2015).

La disminución en la abundancia, dominancia y densidad no presentaron diferencias significativas entre los rangos altitudinales analizados al demostrar relación de estas variables con el daño a especies de *Espeletia grandiflora* y *Espeletia killipii*, esta última presente en sectores anegados, donde variables como el daño e incidencia inducirían a sospechar la importancia de mecanismos de densa dependencia para la comunidad de *E. grandiflora*, mientras que la comunidad de *E. killipii* se encuentra más sometida a factores abióticos. Los componentes edáficos para ambas comunidades se distribuyen en forma de gradientes e igualmente en parches (Ramírez, 2002). A este nivel un aumento en la concentración de fosforo reduce significativamente las afectaciones infiriendo cambios en la composición para la microbiota tanto en individuos sanos como aquellos afectados, en cuanto a la concentración de K, Mg, N, Na y S, donde su decrecimiento genera disminución para el tamaño de hojas, llegando alterar procesos fisiológicos en estas plantas y por ende su fragilidad para poder presentar alteraciones por agentes patógenos asociados (Salázar, 2013), también estas características

Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

resultan fundamentales para establecer de otro modo la vulnerabilidad ó adaptación por ataques del insecto *O. espeletiae*.

CONCLUSIONES

El mayor número de especies vegetales se encontró en los rangos altitudinales desde los 3.530 msnm hasta 3.642 msnm. Se reporta un total de 42 especies de plantas vasculares distribuidas en 20 géneros y 11 familias, confirmando la disminución de taxones a medida que el gradiente altitudinal se incrementa, propio de ecosistemas presentes en páramo.

Las afectaciones e incidencia se reducen cuando aumenta el número en especies vegetales asociadas a *Espeletia grandiflora* y *Espeletia killipii*, donde se destacan aspectos propios de la diversidad funcional e interacciones en el ecosistema a un nivel interespecífico.

Aspectos ecológicos propios de las especies vegetales evaluadas, además del gradiente altitudinal, condicionan el impacto generado por *O. espeletiae* sobre poblaciones de *Espeletia* sp, considerando los factores anteriormente mencionados como un limitante en su expansión debido a la presencia de posibles depredadores en altitudes inferiores a 3.700 msnm y la no adaptación ó aclimatación en altitudes superiores.

RECOMENDACIONES

Se sugiere en próximos trabajos establecer la composición florística para individuos con DAP ≤ 10 cm, donde se incluya en el análisis otros grupos de organismos como líquenes y briófitos a la diversidad funcional de estos ecosistemas.

Se sugiere ampliar el espectro de muestreo en áreas con altitudes comprendidas entre los 3.000-3500 msnm, donde existen áreas contrastantes entre el frailejonal y el bosque alto andino, ya que se reportan *E. uribei*, *E. Killipii*, *E. grandiflora* y *Espeletopsis corymbosa* en estudios florísticos y observaciones en campo para el P.N.N Chingaza y Páramo de Cruz Verde.

AGRADECIMIENTOS.

Grupo de Investigación en Modelado y Simulación Universidad Jorge Tadeo Lozano (UJTL).

Programa Estímulos a la investigación Thomas Van der Hammen (TVDH) Jardín Botánico de Bogotá.

UAESPNN-Parque Nacional Natural Chingaza

Herbario Nacional Colombiano (COL)

Herbario Forestal Gilberto Emilio Mahecha Vega (UDBC).

Herbario Jardín Botánico de Bogotá (J.B.B)

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, R. C. (2011). Sucesiones primarias en páramo: patrones de diversidad, rasgos de historia de vida y su relación con nutrientes (Parque Nacional Natural Chingaza). *Acta Biológica Colombiana*, 7(1), 70-71.

Alvear, M. Betancur.J & Franco-Roselli, P. (2010). Floristic diversity and structure of Andean forests remnants near to Los Nevados National Park, Central Colombian Andes. *Caldasia*, 32(1), 39-63. Retrieved March 18, 2018, from <http://www.scielo.org.co>.

Bohórquez Z, J. P. D., & Suarez, M. R. (2011). Caracterización y Especialización de las Plantas Vasculares presentes en un área con degradación de Cobertura Vegetal en los Ecosistemas Páramo Húmedo y Bosque de Niebla, propios del Parque Nacional Natural Chingaza. *Revista Suma+ Paz*, 1(1), 57-77.

Braun-Blanquet, J., Jo, J. L., & de Bolòs, O. (1979). *Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales*.

Cantillo, E. E., Rodríguez, K. J., & Avella, E. A. (2004). Diversidad y Caracterización Florística Estructural de la Vegetación Arbórea en la Reserva Forestal Carpatos (Guasca Cundinamarca). *Colombia Forestal*, 8(17), 5-21.

Castellanos Castro, C., & Bonilla, M. (2011). GRUPOS FUNCIONALES DE PLANTAS EN BORDES DE AVANCE CON POTENCIAL PARA LA RESTAURACIÓN DE UN BOSQUE ALTO ANDINO. *Acta Biológica Colombiana*, 16(1), 153-174. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/11582/28145>

Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

Cleef, A. (1981). The vegetation of the paramos of the Colombian Cordillera Oriental, Tesis Doctorado, Universidad de Utrecht.

Cobos Acosta, R. (2002). Sucesiones primarias en páramo: patrones de diversidad, rasgos de historia de vida y su relación con nutrientes (Parque Nacional Natural Chingaza). *Acta Biológica Colombiana*, 7(1), 70-71.

Cuatrecasas J. (1986) Speciation and radiation of the Espeletiinae in the Andes. In: Vuilleumier F, Monasterio M. (Eds). *High Altitude Tropical Biogeography*. Oxford University Press, New York, USA: 267-303.

Diazgranados, M. (2012). A nomenclator for the frailejones (Espeletiinae Cuatrec., Asteraceae). *PhytoKeys*, (16), 1.

Franco-R, P., Rangel-Ch, O., & Lozano-C, G. (1986). ESTUDIOS ECOLOGICOS EN LA CORDILLERA ORIENTAL—II LAS COMUNIDADES VEGETALES DE LOS ALREDEDORES DE LA LAGUNA DE CHINGAZA (CUNDINAMARCA). *Caldasia*, 219-248.

Galindo, R., Betancur, J., & Cadena, J. J. (2003). Estructura y composición florística de cuatro bosques andinos del santuario de flora y fauna Guanentá-Alto río Fonce, cordillera oriental colombiana. *Caldasia*, 25(2), 313-335.

García N, Calderón E, Galeano G. (2005) Frailejones. In: Calderón E, Galeano G, García N. (Eds). *Libro Rojo de Plantas de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: 225-385

Garnica Díaz, C. J., & Saldarriaga Rivera, S. (2017). Diversidad Funcional En Un Gradiente Altitudinal Del Complejo De Páramos Sumapáz-Cruz Verde.

GENTRY, A. H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forest. Pages 103-126. En: Churchill, S. P., H. Balslev, E. Forero & J. L. Luteyn (eds.), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. The New York Botanical Garden, Nueva York.

Gilbert, G. S. (2002). Evolutionary ecology of plant diseases in natural ecosystems. *Annual Review of Phytopathology*, 40(1), 13-43.

González Rocha, D. A. (2012). Estudio preliminar de la composición de hongos endófitos en *Espeletia argentea* (bonpl.) en la Cuenca de la quebrada Calostros (PNN Chingaza).

- Hernández, L. C., L. S. Fuentes, G. E. Fajardo & D. L. Matthews 2014. A new species of *Oidaematophorus* from Chingaza National Natural Park Colombia. *Tropical Lepidoptera Research*, 24: 15-21.
- Luteyn, J. L., & Churchill, S. P. (1999). Páramos: a checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature (p. 84). New York: New York Botanical Garden Press.
- Madriñán, S. (2012). Flora ilustrada del Páramo de Chingaza: guía de campo de plantas comunes. Universidad de los Andes.
- Martínez Mera, R. J. (2017). Análisis de especies vegetales representativas del páramo Chingaza mediante espectroradiometría de campo (Tesis Maestría Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano)
- Medinaceli, A et al. (2004). Herbivoría en relación al tamaño de la planta y a las diferencias de exposición de *Pilea* sp. (Urticaceae) en la Estación Biológica Tunquini, Cotapata, La Paz - Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 39(2): 4-8.
- Montiel Vargas, N. C., & Ruge Uribe, N. P. (2017). Distribución altitudinal y biológica de *Espeletia grandiflora* afectada por *Oidaematophorus espeletiae* en la microcuenca de La Quebrada Calostros (Parque Nacional Natural Chingaza) (Master's thesis, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano).
- Mora Barahona, A. M. (2012). Hongos endófitos asociados a *espeletia grandiflora* del pnn Chingaza.
- Muñoz, C.J. (2015) Notas Ecológicas Sobre la Interacción entre *Oidaemathphorus espeletieae*, Hernández *et al* (Pterophoridae) y *Espeletia grandiflora* Humb & Bonpl. (Asteraceae) en el Parque Nacional Natural Chingaza (Cundinamarca-Colombia). Tesis de Grado Universidad Pedagógica Nacional, 80.p.
- Rangel-Ch, J. O., & Velázquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. Colombia diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Rangel-Ch, J. O. (2000). Catálogo florístico de los macizos de Chingaza y Sumapaz. *Colombia diversidad biótica III: La región de vida paramuna*, 563-citation_lastpage.
- Rangel-Ch. Ariza-CN. (2000). Nuevos tratamientos sobre la vegetación del páramo, p. 720-784. In O. Rangel-Ch (ed.). Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

Rivera, D. (2001). Páramos de Colombia. Cali: Banco de Occidente. Recuperado de <http://www.imeditores.com/banocc/paramos/>

Rodríguez, C. J. M. (2015). Notas ecológicas sobre la interacción entre *Oidaematophorus espeletiae* Hernández et al. (Pterophoridae) y *Espeletia grandiflora* Humb. & Bonpl. (Asteraceae) en el Parque Nacional Natural Chingaza (Cundinamarca, Colombia).

Salazar, E., Varela, A., Beltrán L.E., (2013) Características fisicoquímicas y biológicas del Suelo de Páramo en diferentes rangos altitudinales y su relación con la afectación de *Espeletia grandiflora* en P.N.N Chingaza. Tesis Biología Ambiental Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Salinas, C., Fuentes, L. S., & Hernández, L. (2013). Caracterización de los lepidópteros fitófagos asociados a la herbivoría de frailejones en la microcuenca de la quebrada Calostros del Parque Nacional Natural Chingaza. Mutis, 3(1), 22.

Sklenar, P., Luteyn, J. L., Ulloa Ulloa, C., Jorgensen, P. M., & Dillon, M. O. (2005). Flora genérica de los páramos: Guía ilustrada de las plantas vasculares. Memoirs of The New York Botanical Garden, 92.

Tack, M. Dicke, M. (2013) Plant pathogens structure arthropod communities across multiple spatial and temporal scales. Functional Ecology. DOI: 10.1111/1365-2435.12087

Torres Quimbaya, J. M. (2013). Evaluación del grado de afectación por entorchamiento y herbivoría en una población de *Espeletia grandiflora* Humb. y Bonpl. de la cuenca alta de la Quebrada Calostros del Parque Nacional Natural Chingaza.

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES (UAESPNN). 2005. Plan de manejo del Parque Nacional Natural Chingaza. Documento en versión digital.

Van Der Hammen, T., & Rangel, J. O. (1997). El estudio de la vegetación en Colombia. Colombia. Diversidad Biótica II: tipos de vegetación en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá, Colombia: Editorial Unibiblos, 17-57.

Vargas O. (2002). Disturbios, patrones sucesionales y grupos funcionales de especies en la interpretación de matrices de paisaje en los páramos. Pérez - Arbelaezia No. 13 pp. 73-89.

Vargas, H. & Parra, L. (2005). Una nueva especie de *Lioptilodes* Zimmerman (Lepidoptera: Pterophoridae) de Chile. Neotropical Entomology, 34(3), 403-406.

ANEXO 1 Especies de Flora registradas durante los muestreos. Fuente: Beltrán & Arias, 2017.



Eryngium humboldtii F. Delaroché



Ageratina tinifolia (Kunth) R.M. King & H. Rob *Baccharia revoluta* Kunth *Baccharia tricuneata* (L.f.) Pers. *Espeletia grandiflora* Bonpl.



Aragoa abietina Kunth.



Espeletia killipii Cuatrec *Diplostrophium rosmarinifolium* (Benth.) Wedd. *Pentacalia vaccinioides* (Kunth) Cuatrec. *Chuazueba tessellata* Munro



Rynchospora ruiziana Boeckler



Calamagrostis effusa (Kunth) Steud *Puyo santosii* Cuatrec *Hypericum gayanense* Cuatrec. *Gaultheria anastomosans* (L.f.) Kunth.



Berberis goudotii Triana & Planch. ex Wedd.



Weinmania tomentosa L.f.



Pernettya prostrata (Cav.) DC



Escallonia myrtilloides Lf



Bucquetia glutinosa (L.f) D.C.



Miconia salicifolia (Bonpl. ex Naudin) Naudin



Tibouchina grossa (L.f) Cogn



Castratella piloselloides Naudin



Lycopodium clavatum L.



Elaphoglossum engleri (Sodi) C. Chr.



Castilleja fissifolia L.f.



Cestrum buxifolium Kunth.

Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

ANEXO 2. COMPONENTE PEDAGÓGICO

Se desarrollaron 2 herramientas pedagógicas una concerniente a la elaboración de una guía ilustrada sobre la vegetación presente en los Páramos de Chingaza y Cruz Verde, este último presente el área de influencia del Colegio Francisco Javier Matiz, como una forma de divulgar el conocimiento en torno a la flora presente en este ecosistema (Sector Páramo Tihuaque), una segunda herramienta consistió en la implementación de actividades concernientes a ilustración botánica, donde se busca una mayor aproximación con el entorno natural y territorio con la comunidad, para este proceso se contó con el material botánico colectado para este estudio el cual pertenece al Herbario Universidad Jorge Tadeo Lozano HUJTL.

La Iniciativa desarrollada a partir del presente estudio se denomina “MATISIA INVESTIGADORES E ILUSTRADORES BOTÁNICOS”, resaltando su participación en la Feria Local de socialización de experiencias Proyecto ONDAS encabezado por Colciencias e Implementado por la Universidad Pedagógica Nacional-UPN.

La validación de esta herramienta pedagógica luego de implementar la salida de reconocimiento al páramo tihuaque y los primeros talleres de ilustración botánica son: me parece interesante porque podemos conocer las plantas que encontramos en nuestros cerros y para qué sirven, además es otra forma diferente de aprender ciencias distintas al salón de clase y nos permite relacionarnos con la naturaleza y reconocer la flora y nuestros recursos naturales y otros saberes que no aprendemos en clase y forman parte de nuestra tradición como colombianos

MATISIA INVESTIGADORES E ILUSTRADORES BOTÁNICOS

La flora colombiana es una de las más ricas y diversas del planeta; se calcula que tiene entre 35.000 y 50.000 especies de plantas superiores, sin contar con las criptógamas fibrovasculares. Esta circunstancia, unida a las numerosas y variadas culturas convierten a Colombia en un área de gran

patrimonio potencial de recursos vegetales útiles, por consiguiente, la realización del presente trabajo surge de la necesidad de conocer el uso que esta comunidad da a la vegetación presente en el lugar como una manera de contribuir a su conocimiento y divulgación sobre estos saberes a partir de la ilustración botánica en la institución y lugares donde nuestra comunidad académica reside. Generando alternativas que busquen apropiarse en los estudiantes estos conocimientos, para así evitar que estos se pierdan. Se muestran resultados preliminares sobre esta iniciativa.



Figura 1. Salida preliminar al páramo Tihuaque y socialización de primer taller de ilustración Botánica.

Se genera motivación por aprender conceptos relacionados con la flora presente en nuestra localidad y así también reconocerla de una forma significativa, rescatando el legado de Francisco Javier Matiz como uno de los ilustradores de la expedición botánica más importante y su papel como formador del conocimiento en botánica en Colombia.

Una alternativa innovadora y distinta en generar conocimiento y apropiación del territorio ambiental presente en la localidad cuarta San Cristóbal.

Motivación por parte de nuestros estudiantes en participar de iniciativas que complementen el accionar del Proyecto Ambiental Escolar PRAE, pero ya con fines investigativos y que busquen la generación de nuevo conocimiento por parte de ellos y también aprender cosas nuevas como maestro.

Frailejones afectados por *O. espletiae*, Chingaza

Se registran fotografías para 10 Especies de plantas registradas y reconocidas en actividad preliminar efectuada en Páramo Tihuaque



Figura 2 Fotografías segundo taller de Ilustración Botánica



Figura 3. Izq-Der a) Frailejón: *Espeletia grandiflora* b) Chusque: *Chusquea tessellata* (Maderable, Utensilio, Bioíndice) c) Arrayán: *Myrcianthes leucoxyla* (Comestible, Avifauna) d) Chilco: *Baccharis latifolia* (Medicinal, Forraje, Avifauna, e) Quiche: *Bromelia sp* (Ornamental, Utensilio) f) Vira-vira: *Achyrocline bogotensis* (Medicinal) g) Frailejón Cuero de mulero de marrano: *Espeletiopsis corymbosa* h) Rodamonte: *Escallonia myrtilloides* (Maderable-Ornamental-Avifauna)

ANEXO 3. ESPECIES ENCONTRADAS MUESTREOS PÁRAMOS DE CHINGAZA Y
TIHUAQUE

APIACEAE

Eryngium humboldtii F. Delaroche



ASTERACEAE-COMPOSITAE

Ageratina tinifolia (Kunth) R.M. King & H. Rob



Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

Achyrocline bogotensis (Vira-Vira)



Baccharis prunifolia Kunth.



Baccharis revoluta Kunth



Baccharis tricuneata (L.f.) Pers.



Espeletia grandiflora Bonpl.



Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

Espeletia killipii Cuatrec.



Espeletia uribei Cuatrec.



Espeletia grandiflora f. *longiligulata* Cuatrec. (Páramo cruz verde)



Espeletiopsis corymbosa (Humb. & Bonpl.) Cuatrec.



Afectaciones en *E. corymbosa* causadas por herbivoría de Polillas pluma (Páramo Cruz-Verde)



Diplostephium heterophyllum Cuatrec.



Frailejones afectados por *O. espletiae*, Chingaza

Diplostephium phyllicoides (Kunth) Wedd.



Diplostephium rosmarinifolium (Benth.) Wedd.



Gynoxis aff trianae Hieron



Pentacalia guadalupe (Cuatrec.) Cuatrec.



Pentacalia vaccinioides (Kunth) Cuatrec



Senecio formosus Kunth.



Frailejones afectados por *O. espletiae*, Chingaza

POACEAE

***Calamagrostis effusa* (Kunth) Steud.**



***Chusquea tessellata* Munro**



***Cortaderia columbiana* (Pilg.) Pilg.**



Cortaderia nitida (Kunth) Pilg.



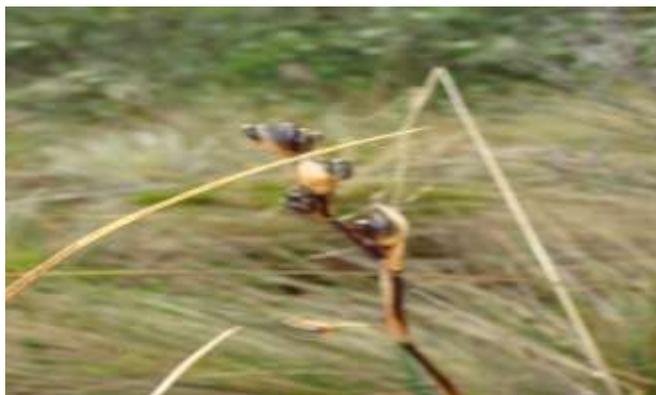
CYPERACEAE

Rynchospora ruiziana Boeckeler



ORCHIDIACEAE

Aa colombiana Schltr.



Frailejones afectados por *O. espletiae*, Chingaza

BERBERIDACEAE

Berberis goudotii Triana & Planch. ex Wedd.



BROMELIACEAE

Puya santosii Cuatrec.



Puya goudotiana Mez.



CUNNONIACEAE

Weinmania tomentosa L.f



HYPERYCACAEAE

Hypericum thuyoides Kunth.



Hypericum goyanesii Cuatrec



Frailejones afectados por *O. espletiae*, Chingaza

Hypericum juniperinum Kunth.



ERICACEAE

Pernettya prostrata (Cav.) DC



Gaultheria anastomosans (L.f.) Kunth.



ROSACEAE

Hesperomeles goudotiana (Decne.) Killip



ESCALLONIACEAE

Escallonia myrtilloides L.f



Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza



MELASTOMATACEAE

Bucquetia glutinosa (L.f) D.C.



Miconia salicifolia (Bonpl. ex Naudin) Naudin



Tibouchina grossa (L.f) Cogn



Castratella piloselloides Naudin



Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

LYCOPODIACEAE

Lycopodium clavatum L.



DRYOPTERIDACEAE

Elaphoglossum engleri (Sodirol) C. Chr.



OROBANCHACEAE

Castilleja fissifolia L.f.



PLANTAGINACEAE

Aragoa abietina Kunth.



Aragoa corrugatifolia Fern. Alonso



Frailejones afectados por *O. espeletiae*, Chingaza

SOLANACEAE

Cestrum buxifolium Kunth.

