

ANÁLISIS DE INSECTOS COLEOPTERA ASOCIADOS A LA AFECTACIÓN DE
FRAILEJÓN *Espeletia lopezii*, EN EL PÁRAMO DEL COSTADO OCCIDENTAL
DEL PARQUE NACIONAL NATURAL EL COCUY.

MIGUEL DARÍO CAMACHO BLANCO
JHEZMIN ELIANA MARROQUÍN RAMÍREZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL
MÁLAGA
2014

ANÁLISIS DE INSECTOS COLEOPTERA ASOCIADOS A LA AFECTACIÓN DE
FRAILEJÓN *Espeletia lopezii*, EN EL PÁRAMO DEL COSTADO OCCIDENTAL
DEL PARQUE NACIONAL NATURAL EL COCUY.

MIGUEL DARÍO CAMACHO BLANCO
JHEZMIN ELIANA MARROQUIÍN RAMÍREZ

Trabajo de Grado para optar el título de
Ingeniero Forestal

Director
HERWIN RAMIRO ROA
Ingeniero Forestal

Co-director
AMANDA VARELA RAMÍREZ, Ph.D.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PROGRAMA DE INGENIERIA FORESTAL
MÁLAGA
2014

Doy gracias a Dios Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos y este proyecto exitosamente. Dedicó este logro a mis padres, hermanos y a esa persona especial que estuvo a mi lado en la realización de este logro, a mi cuñado por tenerme paciencia quien fue mi compañero de trabajo. Y en fin a todas aquellas personas que me ayudaron a formar como persona y profesional mil y mil gracias.

Doy gracias a Dios primeramente por darme la vida, salud y fuerzas para culminar este proyecto exitosamente. Dedico este logro a mis padres, hermanas y a mi novia por todo su apoyo incondicional desde el inicio de mi carrera. Y en fin a todas aquellas personas que me ayudaron a formar como persona y profesional mil y mil gracias.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa Nacional para el Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de Andes del Norte especialmente a la profesora Amanda Varela por su empeño y tiempo dedicado a la investigación de dichas plantas y ecosistema.

A Parques Nacionales Naturales de Colombia Dirección Territorial Andes Nororientales y en especial al Parque Nacional Natural El Cocuy, por su apoyo en las investigaciones que generan conocimientos importantes para el ecosistema de páramo.

A los funcionarios del Parque Nacional Natural El Cocuy, en especial a Omar Elicio, Rafael Valderrama, Jorge Carvajal, Pastor, Don Vicente, Raúl Buitrago y Luis Velasco quienes nos acompañaron en las salidas de campo.

A la profesora Claudia Martínez, miembro de SOCOLEN, por su tiempo, dedicación y gestión en la identificación del material colectado.

A Universidad Nacional y a la UIS por prestarnos sus equipos e instalaciones para adelantar el trabajo de laboratorio.

Al ingeniero Herwin Ramiro Roa por ser el director del proyecto y a todas las personas, familiares y amigos que nos brindaron su colaboración para sacar este proyecto adelante.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. PROBLEMA	21
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	21
2. JUSTIFICACIÓN	23
3. OBJETIVOS	25
3.1 OBJETIVO GENERAL	25
3.2 OBJETIVOS EPECÍFICOS	25
4. ANTECEDENTES	26
5. MARCO REFERENCIAL	30
5.1 MARCO TEÓRICO	30
5.1.1 Parque Nacional Natural El Cocuy	30
5.1.1.1 Aspectos climáticos	31
5.1.1.2 Vegetación	32
5.1.1.3 Fauna	34
5.1.2 Páramo	35
5.1.3 Insectos	37

5.1.3.1 Insectos del orden Coleoptera	39
5.1.4 Insectos en Colombia	40
5.1.4.1 Insectos en los páramos	41
5.1.4.2 Insectos asociados a frailejón	43
5.2 MARCO CONCEPTUAL	46
5.2.1 Análisis de los datos para insectos	53
5.2.1.1 Análisis Estructural	54
5.2.1.2 Análisis de diversidad	55
5.2.1.3 Correlación lineal	60
5.2.1.4 Análisis de la varianza	62
6. METODOLOGÍA	64
6.1 TIPO DE ESTUDIO	64
6.1.1 Integración de la muestra	64
6.1.1.1 Área de estudio (Costado occidental del PNN El Cocuy)	64
6.1.1.2 Unidad de evaluación (Polígono)	66
6.1.1.3 Unidad de muestreo (transectos)	68
6.1.1.4 Unidad de registro (frailejón E. lopezii)	68
6.2 OBTENCION DE LA INFORMACIÓN	68
6.2.1 Métodos para el trabajo de campo	68
6.2.1.1 Instrumentos de recolección de información	68

	Pág.
6.2.1.2 Captura información de los daños en el frailejón	69
6.2.1.3 Seguimiento de unidad de muestreo	73
6.2.1.4 Seguimiento de la unidad de registro	73
6.2.1.5 Recolección de insectos	74
6.2.1.6 Preservación y traslado de material	74
6.2.2 Métodos para el trabajo de laboratorio	74
6.2.2.1 Identificación	74
6.2.2.2 Montaje de los ejemplares	75
6.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	75
6.3.1 Análisis de insectos	75
6.3.2 Análisis de afectación	77
6.3.3 Relación insecto afectación	77
7. RESULTADOS	78
7.1 DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS INSECTOS QUE CAUSAN MAYOR DAÑO A <i>E. lopezii</i> .	78
7.1.1 Coleoptera: Curculionidae: Baridinae	78
7.1.2 Coleoptera: Curculionidae: Entiminae Morfoespecie.1	79
7.1.3 Coleoptera: Curculionidae: Entiminae Morfoespecie .2	81
7.1.4 Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae	82

7.2 RESULTADOS DE ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DEL ORDEN COLEOPTERA	84
7.2.1 Resultado estructural de las unidades de evaluación	84
7.2.1.1 Abundancia absoluta y relativa	84
7.2.1.2 Frecuencia absoluta y relativa	87
7.2.2 Resultado de abundancia y frecuencia de insectos en el Costado Occidental del PNN El Cocuy	89
7.2.3 Resultados de diversidad para las Unidades de Evaluación	91
7.2.3.1 Curvas de acumulación de especies	91
7.2.3.2 Diversidad α	93
7.2.3.3 Diversidad β	94
7.2.4 Distribución de las especies en cada una de las unidades de evaluación.	96
7.2.5 Resultados de la unidad de registro	100
7.2.5.1 Abundancia absoluta y relativa	100
7.3 DAÑOS OBSERVADOS EN EL <i>E. lopezii</i> PARA CADA UNIDAD DE EVALUACIÓN	104
7.4 RELACIÓN ENTRE INSECTOS Y DAÑOS PRESENTES EN <i>E. lopezii</i> .	105
8. DISCUSIÓN	108
8.1 RELACIÓN INSECTO- <i>E. lopezii</i>	108
8.2 RELACIÓN INSECTO ESTADO SANITARIO <i>E. lopezii</i>	110

	Pág.
9. CONCLUSIONES	112
10. RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFÍA	117
ANEXOS	125

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Descripción de los daños asociados a la de afectación	72
Cuadro 2 Taxones y abundancia absoluta de los insectos del orden Coleoptera para el PNN El Cocuy.	85
Cuadro 3 Taxones y frecuencia de los insectos del orden Coleoptera para el PNN El Cocuy	88
Cuadro 4 Taxones, abundancia y frecuencia de los insectos del orden Coleoptera para el Costado Occidental del PNN El Cocuy.	90
Cuadro 5 Valores de índices de riqueza y diversidad específica en las unidades de evaluación.	94
Cuadro 6 Distribución de insectos en el Costado Occidental del PNN El Cocuy.	99
Cuadro 7 Porcentaje de tipos de daños presentados por los frailejones <i>E. lopezii</i> .	105
Cuadro 8 Correlación y la significancia asociada, entre abundancia de insectos y los daños presentes en <i>E. lopezii</i> del PNN El Cocuy.	106

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Curculionidae de la subfamilia Baridinae.	78
Figura 2 Daños provocados por el insecto Curculionidae Baridinae.	79
Figura 3 Curculionidae de la subfamilia Entiminae. Morfoespecie .1	80
Figura 4 Macho y hembra en cópula. Curculionidae de la subfamilia: Entiminae: Morfoespecie 1.	80
Figura 5 Curculionidae de la subfamilia Entiminae. Morfoespecie 2	81
Figura 6 Macho y hembra. Curculionidae de la subfamilia: Entiminae: Morfoespecie 2.	82
Figura 7 Curculionidae de la subfamilia Scolytinae.	82
Figura 8 Daño causado por el Curculionidae Scolytinae.	83
Figura 9 Abundancia relativa de especie para las unidades de evaluación en el PNN el Cocuy.	86
Figura 10 Curvas de acumulación de especies de Coleoptera para las unidades de Evaluación del PNN El Cocuy	92
Figura 11 Curva de acumulación de especies de muestreo de Coleópteros en el Costado Occidental del PNN El Cocuy	95
Figura 12 Distribución de especies en las unidades de evaluación.	98

Figura 13 Abundancia absoluta de insectos encontrados dentro de *E. lopezii*. 102

Figura 14 Abundancia relativa de los insectos encontrados dentro de las unidades de registro (*E. lopezii*) en el PNN El Cocuy 103

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Mapa ubicación de Unidades de evaluación y Unidades de Registro sobre el área de estudio del Parque Nacional Natural El Cocuy.(En carpeta) ¡Error! Marcador no definido.	
Anexo B. Formato de registro de información para diagnóstico del estado de afectación de frailejones.	125
Anexo C. Entomofauna asociada al frailejón <i>Espeletia lopezii</i>	126
Anexo D. Ilustración de la metodología seguida en campo	129
Anexo E. Ilustración de la metodología seguida en laboratorio	134
Anexo F. Ilustración de los tipos de afectación	136
Anexo G. Estadios de desarrollo del insecto Scolytinae	139
Anexo H. Estadios de desarrollo del insecto Baridinae	139

RESUMEN

TITULO: ANÁLISIS DE INSECTOS COLEOPTERA ASOCIADOS A LA AFECTACIÓN DE FRAILEJÓN *Espeletia lopezii*, EN EL PÁRAMO DEL COSTADO OCCIDENTAL DEL PARQUE NACIONAL NATURAL EL COCUY.

AUTORES: MIGUEL DARIO CAMACHO BLANCO**

JHEZMIN ELIANA MARROQUIN RAMIREZ**

PALABRAS CLAVE: COLEOPTERA, INSECTO, TRANSECTO, CURCULIONIDAE, AFECTACION, FRAILEJON.

DESCRIPCIÓN:

Debido a la muerte de un considerable número de frailejones *E. lopezii* en el PNN El Cocuy y un ataque avanzado de herbivoría en el páramo del PNN Chingaza. Los PNN de Colombia con ecosistemas de páramo prenden las alarmas sobre un posible ataque de insectos a las especies más representativas de dichas zonas, los frailejones. El PNN El Cocuy inicia su investigación con este estudio, el cual tiene como finalidad conocer la afectación y los coleópteros involucrados. Para este objetivo se implementaron 28 transectos, en 7 polígonos que previamente el parque había delimitado en el Costado Occidental. Sobre los transectos se realizó un esfuerzo de muestreo de 4 horas /día, donde se logró realizar un diagnóstico fitosanitario y además coleccionar especímenes del orden Coleoptera. Para el orden Coleoptera se lograron capturar 738 insectos distribuidos en 11 familias, 9 subfamilias y 28 morfotipos. Entre las familias más abundantes están: Curculionidae y Chrysomelidae con 531 y 75 ejemplares respectivamente. El polígono que mayor diversidad presentó es el sector de las Lajas. Dentro de los daños más importantes se encuentran: clorosis, herbivoría en las hojas de la roseta y debilitamiento de los frailejones causados en su mayoría por Curculiónidos de las subfamilias Baridinae, Entiminae y Scolytinae...¹

¹ * Trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: Herwin Ramiro Roa Caicedo, Ingeniero Forestal. Co-director: Amanda Varela Ramírez, Ph.D.

ABSTRACT

TITLE: PRELIMINARY STUDY OF COLEOPTERA INSECTS ASSOCIATED WITH THE INVOLVEMENT OF FRAILEJON *Espeletia lopezii*, IN THE WEST SIDE OF THE MOOR OF THE NATIONAL NATURAL PARK EL COCUY*

AUTHORS: MIGUEL DARIO CAMACHO BLANCO**

JHEZMIN ELIANA MARROQUIN RAMIREZ**

KEYWORDS: COLEOPTERA, INSECT, TRANSECT, CURCULIONIDAE, INVOLVEMENT, FRAILEJON.

DESCRIPTION:

Due to the death of a considerable number of frailejones *E. lopezii* in the NNP El Cocuy, and an advanced herbivory attack on the moor of NNP Chingaza, The National Natural Parks of Colombia with ecosystems in the moor sounded the alarm about a possible insects attack to the most representative species in these areas, the frailejones. The NNP of El Cocuy began its research with this study, which aims to meet the damages and the Coleoptera associated to them. For this purpose 28 transects were implemented in 7 polygons that the park had previously delineated in the West Side. It was done a sampling effort of 4 hours / day on the transect, where it was possible to make a diagnosis and also collect plant specimens of the Coleoptera order. In the Coleoptera order were captured 738 insects distributed in 11 families, 9 subfamilies and 28 morphotypes. Among the most abundant families are: Curculionidae and Chrysomelidae 531 and 75 copies respectively: the polygon presented more diversity in the Lajas sector. The most important damages included: chlorosis, herbivory on leaves of the rosette and weakening frailejones mostly caused by Baridinae, Scolytinae and Entiminae subfamilies of Curculionidae.²

² * Bachelor Thesis

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: Herwin Ramiro Roa Caicedo, Ingeniero Forestal. Co-director: Amanda Varela Ramírez, Ph.D

INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta la situación actual que presentan algunas áreas protegidas, como es el caso del Parque Nacional Natural Chingaza y Parque Nacional Natural El Cocuy, en cuanto a la pérdida de frailejones, se creó el Programa Nacional para la Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de Andes del Norte. Este busca que aquellos Parques en los cuales se desarrolle la especie vegetal se adelanten investigaciones que permitan consolidar información sobre los insectos que están involucrados en la afectación de dichas especies. Atendiendo a esto el Parque Nacional Natural El Cocuy inició su trabajo de investigación por medio del “Análisis de insectos Coleoptera asociados a la afectación de frailejón *Espeletia lopezii*, en el páramo del costado occidental del Parque Nacional Natural el Cocuy.

A partir de esta investigación se obtuvo información sobre la abundancia y diversidad de insectos Coleoptera y los daños que provocan sobre el frailejón. Con este estudio se lograron identificar 28 morfotipos de coleópteros diferentes asociados al *Espeletia lopezii*. Dentro de las familias más representativas están: Curculionidae, Carabidae y Chrysomelidae. Los Curculionidae, en estado adulto y larvario, están muy relacionados tanto a las afectaciones de herbivoría como a la muerte de la especie vegetal. Las demás familias mantienen una relación simbiótica con el frailejón donde este les proporciona refugio y a su vez los insectos actúan como agentes polinizadores y dispersores de la especie.

Con los resultados de esta investigación en el PNN El Cocuy sobre los daños causados y algunos de los agentes causales, se podrá indagar si los insectos asociados a la afectación que presentan los frailejones, son los mismos en otras áreas del Parque.

1. PROBLEMA

Los insectos del orden Coleoptera asociados en interacción biológica de simbiosis con la especie *Espeletia lopezii* están altamente relacionados con la afectación y muerte de la misma, en el ecosistema de páramo del Parque Nacional Natural el Cocuy.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente se observa en la especie frailejón (*E. lopezii*) asociada a ecosistemas de páramo del Parque Nacional Natural El Cocuy, un ataque de insectos del orden Coleoptera que causan perforaciones en sus hojas y tallo, al parecer produciendo la muerte progresiva del individuo. Los ecosistemas de páramo son áreas de gran valor ecológico y cultural, de los cuales Colombia alberga alrededor del 60% del área mundial. Estas áreas son susceptibles a los cambios ya que son zonas donde el desarrollo natural de las especies vegetales en especial de los frailejones, es muy lento y cualquier ataque altera e impacta fuertemente su equilibrio ecológico.

Los problemas de herbivoría y enfermedades en la vegetación del páramo puntualmente en (*E. lopezii*) pueden estar asociadas con alteraciones en el clima, por el efecto del cambio climático, la descontrolada y desproporcionada acción antrópica para desarrollo de la agricultura y ganadería no sostenible. Todo esto puede dar como resultado la alteración en la abundancia y diversidad en varias especies de insectos.

El Parque Nacional Natural El Cocuy ha adelantado en conjunto con la academia y sus funcionarios, estudios preliminares de entomofauna en el páramo, que han permitido identificar algunos de los principales tipos de insectos asociados a algunas especies de frailejones. Sin embargo a nivel de insectos y enfermedades que causen daños de importancia ecológica no se tienen datos consolidados; razón por la cual existe la preocupación debido al problema observado en *E. lopezii*.

El proyecto busca generar información acerca de los insectos asociados al tallo y roseta de los *E. lopezii* para aportar conocimiento a las causas del problema. Con ello se busca la mejor manera de enfrentar, controlar y evitar los ataques a las estructuras vegetativas de la especie, y las consecuencias negativas que esto tendría para las poblaciones asociadas a este frailejón y para el funcionamiento e integridad del páramo de esta zona.

2. JUSTIFICACIÓN

Los páramos son ecosistemas en donde elementos como la vegetación, el suelo y el subsuelo han desarrollado un gran potencial para interceptar, almacenar y regular el agua, en esto radica la gran importancia de estas áreas. Estos otorgan hábitat a muchas especies faunísticas y florísticas que se desarrollan en esta zona. Además, albergan el 8% del total de endemismos de la flora nacional y particularmente el Parque Nacional Natural El Cocuy incluye un buen número de elementos endémicos regionales en los que se encuentran algunos frailejones como: *Espeletialopezii*, *Espeletiacleefi*, *Espeletiacongestiflora*, *Espeletiopsis colombiana*, *Espeletiopsisjimenezquesadae*, El litamo, *Draba hammenlii* y las compuestas *Olitrophiumcocuyanensis*, *seneciocleeffi*, *Seneciococuyano* y *Senecio flas-fragans*, entre otros.

Teniendo en cuenta la situación actual que presentan algunos Parques Nacionales y en específico el Parque Nacional Natural El Cocuy, en cuanto a la pérdida de individuos de las poblaciones de *E.lopezii*, la cual es una planta endémica del Parque, pone en riesgo a las comunidades vegetales y los bienes y servicios ecosistémicos que estas áreas ofrecen. Atendiendo a esto, es de gran relevancia realizar estudios de entomofauna sobre insectos del orden Coleoptera que trabajan en una acción simbiótica con la planta y que posteriormente debido a las condiciones externas se puedan convertir en agentes perjudiciales de los frailejones.

Los estudios de composición y abundancia de la entomofauna asociada a las zonas de páramo y en especial a los frailejones son muy pocos y tienen información muy generalizada, por tal motivo, es de gran importancia realizar

investigaciones más detalladas sobre las diferentes interacciones biológicas de simbiosis, herbívora, mutualismo, que se desarrollan entre planta e insecto.

Para Parques Nacionales Naturales y áreas de páramo, esta investigación brindará la información base para un posible problema de insectos que se pueden presentar en los frailejones, ya que existen muy poca información y este uno de los primeros trabajos sobre Coleoptera relacionados con la afectación que estos provocan al *E.lopezii*, contribuyendo así en la toma de decisiones y en el manejo integrado que los Parques le deben dar a los ecosistemas estratégicos de páramo.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la abundancia, diversidad y distribución de los insectos del orden Coleoptera con relación a los daños en el *Espeletia lopezii*, para proveer conocimiento acerca del efecto que causan los organismos sobre la especie vegetal, en el costado occidental del Parque Nacional Natural El Cocuy.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar taxonómicamente los coleópteros asociados a los daños en las estructuras de los frailejones *E.lopezii*.
- ✓ Describir el tipo de daño que provocan los insectos, en sus diferentes estadios de desarrollo, sobre la roseta y el tallo de los frailejones.
- ✓ Cuantificar la abundancia y frecuencia de los insectos del orden Coleoptera asociados a la afectación del frailejón *E.lopezii*.
- ✓ Determinar la riqueza y diversidad de los coleópteros que conviven en las poblaciones de *E.lopezii*.
- ✓ Establecer la distribución de Coleopteros que están causando el deterioro a los frailejones en el costado occidental del Parque Nacional Natural de El Cocuy.
- ✓ Analizar la entomofauna asociada al frailejón *E.lopezii*, en diferentes estados sanitarios de esta especie vegetal.

4. ANTECEDENTES

En la actualidad los avances en investigaciones de entomología en el país han venido aumentando ya que los insectos constituyen un grupo de organismos que han venido evolucionando y adaptándose a nuevas condiciones de vida. Es por tal motivo que se adelantan estudios de esta fauna con el fin de obtener información del cambio en varios de los ecosistemas tanto terrestres como acuáticos.

Las investigaciones en los ecosistemas de páramos han sido muy dispersas y al igual que esto la información que se obtiene es muy generalizada, un ejemplo de esto son los estudios de insectos en estas áreas, en donde la mayoría de los casos se obtienen datos de abundancias y composición dejando a un lado la funcionalidad y dinámica que tienen estos organismos en el ecosistema.

Andrea González en el 2013 realizó un análisis ecológico poblacional, de la incidencia y la severidad de la herbívora asociada a cinco poblaciones de *Espeletia grandiflora* a lo largo del gradiente altitudinal de la cuenca alta de la quebrada Calostros en el Parque Nacional Chingaza. Para cada una de las poblaciones se estimó la incidencia como la proporción del número total de individuos que exhibieron los síntomas de herbívora y la severidad a partir de la proporción del total de número de hojas del meristemo y/o de la roseta que exhibieron los síndromes de herbívora. Utilizando modelos lineales generales (GLM) se estableció la inexistencia de una asociación entre la altitud y las variables estudiadas. Así mismo se determinaron diferencias interpolaciones significativas en términos de la abundancia relativa, de la incidencia de la herbívora en general y por tallas. Los modelos espaciales permiten establecer y predecir las zonas con incidencia y severidad de la herbívora sobre *E. grandiflora*.

En la visita realizada por María Mercedes Medina, Amanda Varela y Claudia Martínez se hizo un registro del daño a los frailejones causados por insectos y hongos patógenos en el PNN Chingaza. En esta nota se registra un deterioro severo en individuos de frailejones *Espeletia grandiflora* y *Espeletia auribei* y en menor medida en *Espeletia argenta*. Las afectaciones son posiblemente causadas por insectos lepidópteros (Pterophoridae), y coleópteros como lo son escarabajos *Dyscolus interruptus* (Putzeys, 1878) y *Dyscolus striatulus* (Chaudoir, 1978) (Carabidae) en la base de la roseta entrando y saliendo por una serie de ‘túneles’ (sólo en un caso se registró un individuo de escarabajo en el meristemo), con una densidad de 2-3 individuos/frailejón. Se observaron ejemplares causando daño en las hojas más grandes de la roseta del frailejón lo cual es algo atípico pues se considera que los carábidos no pertenecen a la fauna permanente de los frailejones aunque los visitan ocasionalmente en busca de presas en su periodo de actividad nocturna (Lamootte 1998, en Moret 2005).

Helmut Sturm, realizó un estudio llamado: “Contribución de las Relaciones entre los frailejones (Espeletiinae, Asteraceae) y los Animales en las Regiones del Páramo Andino”. Este enuncia que los páramos de los alrededores de Bogotá se encuentran al abrigo de las hojas muertas muchas veces más de 80 especies de diferentes órdenes que viven allí durante mucho tiempo y que llevan a cabo a veces todo su desarrollo en dicho merotopo; en las rosetas se encuentran frecuentemente más de 10 especies en las inflorescencias más de 35. La mayor particularidad, abundancia y concentración de abundancia se presenta en la fauna estacionaria floral, donde se observa un patrón característico bastante uniforme de distribución de especies (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Lepidoptera y otros) dentro de cada especie Espeletiinae pero con diferencias marcada en los diferentes géneros (*Espeletia*, *Espeletiopsis*, *Coespeletia*, *Ruilopezia*). La aptitud e las Espeletiinae examinada está influenciada por algunos insectos fitófagos de la roseta (Pseudococcidae, Aphidioidea, Curculionidae, larvas de lepidóptera y otros). Además se discute el origen y adaptaciones de fauna de artrópodos.

Otros estudios que se resaltan son los realizados por Sturm y Abouchaar en 1968, realizaron algunas observaciones en el páramo de Monserrate que caracterizaron ampliamente la fauna de artrópodos en la envoltura de hojas de los frailejones (*Espeletia Grandiflora*). Posteriormente Sturm y Rangel en 1985 recorrieron 7 regiones paramunas geográficamente separadas: las del Huila, Sumapaz, Cumbal, Ruiz, alrededores de Bogotá, Sierra Nevada de El Cocuy, sierra Nevada De Santa Marta y efectuaron, así mismo, una ligera inspección a la cordillera de Mérida.

Más tarde en 1980, Bernal y Figueroa realizaron un estudio comparativo de los insectos del pajonal paramuno con los del bosque alto andino de la región de Monserrate: obtuvieron datos acerca de las poblaciones de insectos y arácnidos asociadas a las variaciones del medio, tanto naturales como por intervenciones humanas como quemas, que son muy frecuentes.

En la investigación realizada por Tobón (1986) titulada “Contribución al estudio de entomofauna del Parque Nacional Natural los Nevados” proporciona información sobre insectos donde enuncia que el número total de órdenes asciende a 11, con un total de 48 familias, distribuidas de manera desigual así: Díptera 15 familias, Coleoptera y Lepidóptera con 9 familias cada uno, y con menor número se encuentran los órdenes, Himenóptera 4 familias, Homóptera 3 familias, Hemíptero y Collembola con 2 familias y los órdenes Diplura, Psocoptera, Thysanoptera y Dermáptera con una familia cada uno. Por otra parte el trabajo realizado por Néstor Fabio Álzate Quintero sobre los insectos asociados a la necromasa de frailejón (*E.hartwegiana*CUATREC) en un páramo de Villamaría, Caldas, arroja datos donde registra un total de 203 individuos de 33 morfo especies agrupados en 22 familias y 7 órdenes. Los órdenes con mayor riqueza fueron: Dipteracon (7 familias) y Coleoptera y Himenoptera (con 5 familias).

A sí mismo en el Parque Nacional Natural de El Cocuy en el portafolio de investigaciones se encuentra el estudio realizado por Fredy Alvarado el cual analizó la variación altitudinal de la composición y riqueza de escarabajos copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un transecto vertical en bosque continuo en el parque nacional natural el cocuy, vertiente oriental (Boyacá, Arauca-Colombia). También se encuentra el reconocimiento preliminar de la entomofauna asociada a formaciones vegetales con frailejón *Espeletiasp.*, en el páramo de Blanquiscal, Parque Nacional Natural El Cocuy (Boyacá), realizado por Ricardo Oviedo, donde una vez terminadas las fases de campo y laboratorio estas permitieron, la identificación de 8 órdenes de insectos destacándose los Coleoptera (Cucarrones) y Diptera (Moscas), que contienen a 21 familias, siendo la más abundante Chysomelidae, seguida de Satyridae y Forficulidae. Además se determinaron importantes relaciones, entre el insecto y la planta; que le son importantes en el desarrollo de sus actividades vitales como la postura de huevos, protección de enemigos naturales, entre otros; o entre el insecto y el suelo en desarrollo del proceso de descomposición de la materia orgánica, que beneficia al ecosistema de páramo en general. Esto nos demuestra, que bajo las condiciones especiales que se presentan de los páramos, al igual que en bosques naturales, se encuentra también con un grupo muy particular de insectos que se han adaptado estas, y contribuyen al sostenimiento del ecosistema.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO TEÓRICO

5.1.1 Parque Nacional Natural El Cocuy³ El área de influencia del PNN El Cocuy incluye varios municipios en cinco departamentos, a saber: Norte de Santander: Toledo, Cácuta y Chitagá; Santander: Cerrito, Concepción, Carcasí, San Miguel y Macaravita; Boyacá: Cubará, Chiscas, El Espino, Panqueba, Guacamayas, Güicán, El Cocuy, Chita, Socotá, Pisba y Paya; Arauca: Saravena, Fortul y Tame; y Casanare: La Salina, Sácama y Támara. La vía circunvalar al área de influencia del Parque sigue la siguiente ruta, en sentido contrario a las manecillas del reloj: Cubará – Gibraltar – Samoré – La Mesa – Bata – Fenicia – Cácuta – Chitagá – Presidente – Cerrito – Concepción – Málaga – Capitanejo – El Espino – El Cocuy – Chita – Sácama – Tame – Fortul – Saravena – Cubará, pasando en el costado occidental por los departamentos de Santander y Boyacá, y en el costado oriental por Casanare, Arauca y Norte de Santander.

En la vertiente oriental de la cordillera, las cuencas de los ríos Arauca y Casanare, están habitadas al sur oriente por comunidades campesinas con marcada influencia llanera, y se encuentra en aceptable estado de conservación a pesar de los procesos de colonización anteriores a la creación del Parque Nacional Natural El Cocuy. El nororiente se encuentra habitado por la comunidad indígena U'wa, esta Comunidad Indígena de los U'was que ocupa el 30% de las 306.000

³COLOMBIA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Plan de Manejo Parque Nacional Natural El Cocuy 2005-2009. . [En línea]. Colombia: Ospina, 2005. [Citado 23- Noviembre-2014]. Disponible en internet: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/PlandeManejoPNNEICocuy.pdf>

hectáreas, ha jugado un papel importante ya que como grupo, han contribuido a la conservación y protección de la biodiversidad del parque, acciones que desde 1995 se ha visto fortalecidas; con mecanismos de comunicación entre, las directivas y personal del PNN El Cocuy y Comunidad Indígena U'wa.⁴

5.1.1.1 Aspectos climáticos Los factores que condicionan el clima en el área del PNN El Cocuy están relacionados con su latitud, altitud, topografía, Zona de Confluencia Intertropical, diferencias bioclimáticas entre los dos flancos cordilleranos y los vientos Alisios del Noreste y Sureste. Este clima condiciona su desarrollo vegetal, su desarrollo geomorfológico, su orogénesis y el establecimiento de la red hídrica (PNN El Cocuy, 2005). El complejo Cocuy presenta una temperatura media multianual de 6,4 °C y un régimen de precipitación bimodal con dos periodos húmedos y dos secos, con valores mínimos en el mes de enero y máximos en el mes de abril (UAESPNN, 2005b).

Debido a su extensión, el clima de este complejo es variable, desde húmedo (vertiente occidental) hasta pluvial (vertiente oriental), de acuerdo con el estudio de IGAC y Corpoica (2002a, 2002b). En general se define como una zona de páramo de alta pluviosidad y riqueza hídrica que se caracteriza por presentar poca o ninguna deficiencia en cuanto a aguas durante el año. Es considerada como una zona húmeda incluso durante los meses secos, gracias al aporte hídrico debido al deshielo glacial y a las bajas temperaturas que mantienen controlados los niveles de evapotranspiración (CDMB, 2002).⁵

⁴OVIEDO CELIS, Ricardo Andrés. Reconocimiento Preliminar de la Entomofauna Asociada a Formaciones Vegetales con Frailejón *Espeletiasp*, en el páramo de Blanquiscal, Parque Nacional Natural El Cocuy (Boyacá). Proyecto asignatura Campamento. Málaga: Universidad Industrial de Santander, 2005. p17-18

⁵OSPINA RIVERA, David. Páramos de Colombia, La fauna del páramo. [En línea]. Cali: I/M Editores, 2001. [Citado 20-Octubre 2014]. Disponible en internet. <http://www.imeditores.com/banocc/páramos/cap6.htm>

5.1.1.2 Vegetación En alturas superiores a los 3.500 m se encuentran las zonas más conocidas del parque, y se destacan ecosistemas de alta montaña como son los subpáramos, páramos y superpáramos, con vegetación típica de alta montaña como: *Espeletia grandiflora*, *Espeletia murilloi*, *Espeletia incana*, *Espeletia sp.*, *Diplostephium columbianum*, *Escallonia myrtilloides*, *Pernettya prostrata*, *Cyperus rufus*, *Weinmannia microphylla*, *Chusquea spencei*, *Miconia salicifolia*, *Hypericum goyanense*, *Sphagnum* sp., *Chusquea tessellata* y *Puya goudotiana* sp., asociada con *Sphagnum magellanicum*, *Myrteolanum mularia*, *Puya goudotiana* e *Hypericum juniperinum*, entre otras.

5.1.1.2.1 *Espeletia lopezii* Cuatrec. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 3: 248-249. 1940. Typus: COLOMBIA. Boyacá: Nevado del Cocuy, Las Lagunillas, Pozo Azul. 4100 m, 12 sep 1938, J. Cuatrecasas y H. García Barriga 1540 (COL).

Etimología: el epíteto específico hace referencia al Dr. Alfonso López Pumarejo, presidente de Colombia, por haber construido la Ciudad Universitaria y el Instituto de Ciencias Naturales en la ciudad de Bogotá.

Distribución: endémica de Colombia. Se registra en Boyacá, Arauca y Cundinamarca entre los 3100 y 4450 m. En el área de estudio, en los PNN El Cocuy, Pisba y en el corredor biológico que une dichos parques, entre los 3100-4550 m.

Comentarios: Crece sobre suelos turbosos, húmedos a muy húmedos, cubiertos de musgo, *Sphagnum* sp. y líquenes o en pendientes rocosas con suelo seco y de escasa vegetación; en asociaciones del tipo arbustal-failejónal con

Baccharistricuneata (L.f.) Pers., *Pentacalia* cf. *nitida* (Kunth) Cuatrec., *Pentacaliavaccinioides* (Kunth) Cuatrec., *Weinmanniafagaroides* Kunth, *Weinmannia glabra* L.f., *Escalloniamyrtilloides* L.f., *Hypericumcardonae* Cuatrec., *Hypericumjuniperinum* Kunth, *Hypericumlaricifolium* Jussieu, *Hypericumlycopodioides* Triana & Planch., *Hypericummexicanum* L., *Hypericumprostratum* Cuatrec., *Miconiasalicifolia* (Bonpl. Ex Naudin) Naudin, *Morella funckii* (A. Chev) C. Parra-O. y *Arcytophyllumnitidum* (Kunth) Schltldl.; pajonal-frailejonal con *Calamagrostiseffusa* (Kunth) Steud., *Azorellaaretioides* (Spreng.) DC., *Eryngiumhumile* Cav., *Sisyrinchiumconvolutum* Nocca, *Orthrosanthuschimboracensis* (Kunth), *Acaenacylindristachya* Ruíz & Pav. Baker y *Castilleja fissifolia* L.f.; ochuscal-frailejonal, principalmente en el PNN Pisba, con *Chusqueatesellata* Munro de hasta 1.70 m de altura, *Rhynchosporasp.*, *Oritrophiumperuvianum* (Lam.) Cuatrec. y algunos arbustos de *Diplostephiumrosmarinifolium* (Benth.) Wedd., y algunas de las especies arbustivas antes mencionadas.

Esta especie se caracteriza por presentar poblaciones con más de 300 individuos y abundantes juveniles y rebrotes, en general en buen estado conservación; no obstante en sectores como La Hoya de la Carbonera, Lagunillas, Valle de los Frailes y laguna Grande de las verdes del PNN El Cocuy, se observan muchos individuos destruidos por vacas, caballos y ovejas. De otra parte es importante indicar la grave situación de las poblaciones de *E. lopezii* en el corredor biológico Pisba-El Cocuy, a causa de las quemadas y potrerización en el páramo de Los Venados y la contaminación por basuras, tumbado y deshojamiento de los frailejones en el páramo del Cardón debido al establecimiento de campamentos militares. En el caso del PNN El Cocuy, vale la pena indicar que esta especie se observa a lo largo del recorrido que le da la vuelta a la Sierra Nevada partiendo desde el sector Lagunillas, hasta las cabañas Kanwara.

Claves para la taxonomía de *E.lopezii*

Inflorescencia 1-2 veces más largas que las hojas de la roseta. Hojas e inflorescencias con indumento denso vellosa amarillo. Lámina foliar con nervios secundarios inconspicuos. Filarias 10-15 por capítulo. Flores liguladas 13-33 mm de largo total, tubo 4-8 mm largo. Flósculos 6.5-17 mm largo total, tubo 2-8 mm largo. Lámina foliar 24-37.5 x 4.5-7 cm.⁶

5.1.1.3 Fauna De igual manera que en las plantas, la fauna se va transformando a medida que el gradiente altitudinal incrementa, el conocimiento de la fauna en el parque es buena en los ecosistemas de alta montaña (subpáramo, páramo y superpáramos), pero muy deficiente en las zonas comprendidas entre los 500 y los 2.800 metros de altitud, la cual se considera como una zona prioritaria para conservar debido a su excelente conectividad altitudinal, elevada diversidad, presencia de endemismos y por encontrarse muchas especies con algún tipo de peligro para su conservación.

Entre los 3750 y los 4075 m de elevación, en el sector de lagunillas municipio de El Cocuy, se identificaron 43 especies de aves distribuidas en 15 familias y 14 gremios tróficos; cuatro especies de montaña que no habían sido reportadas en el ecosistema de páramo, incluyendo a la especie endémica y amenazada *Macroagelaius subalaris*, registrada a 3845m en bosques de *Polylepis*⁷

⁶RODRIGUEZ CABEZA, Betsy Viviana. Composición y Distribución de la Subtribu Espeletiinae (asteraceae) en los Parques Nacionales Naturales El Cocuy, Pisba y Tama (cordillera oriental, Colombia). Trabajo de grado Biólogo. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias. Escuela de Biología, 2005.p.5-25

⁷COLOMBIA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Plan de Manejo Parque Nacional Natural El Cocuy 2005-2009. . [En línea]. Colombia: Ospina, 2005. [Citado 23-Noviembre-2014]. Disponible en internet: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/PlandeManejoPNNEICocuy.pdf>

5.1.2 Páramo El páramo es un ecosistema restringido a las cumbres de algunas regiones tropicales de Centro y Sudamérica, Asia, África y Oceanía. En Colombia se localizan en las cordilleras Occidental, Central y Oriental, así como en la Sierra Nevada de Santa Marta, abarcando aproximadamente el 1,3% de la extensión continental del país, alcanzando su máxima representatividad en el departamento de Boyacá (Morales-Betancourt y Estévez-Varón, 2006; Ministerio del Medio Ambiente, 2001).

A pesar de que se puede hablar del páramo en toda su extensión, su diversidad es notable. En Colombia y Venezuela se considera que el páramo es básicamente un ecosistema natural, con escaso o muy localizado impacto humano fuerte. Sin embargo, los Páramos de la vertiente occidental, que hacen parte de la cuenca media del río Chicamocha, están habitados por comunidades campesinas alto andinas. Estos frágiles ecosistemas son la vía de acceso a la Sierra Nevada, que debido a las inapropiadas acciones de tipo antrópico, están seriamente amenazados.

La gran altitud en algunos sitios tropicales produce un clima especial que puede resumirse en "invierno todas las noches y verano todos los días". La estacionalidad diaria de los páramos es superficialmente parecida a la estacionalidad anual propia de latitudes templadas y polares. El particularmente inestable clima del páramo, además de frío, es nublado y lluvioso, aunque hay horas de sol intenso.

Los suelos de los páramos son en buena parte de origen glaciar y volcánico reciente y muchos de ellos están aún en plena formación (Malagón & Pulido 2000).

Su estructura especial se debe a una combinación de materia orgánica, que se descompone muy lentamente en el clima frío, con la ceniza volcánica.

En general, la flora y fauna de los páramos se ha adaptado a la estacionalidad diaria, al frío, a la baja presión atmosférica y a la escasa disponibilidad de agua. Aunque en muchos de los páramos hay abundante agua, ésta no está siempre en condiciones aprovechables por los seres vivos dada su muy baja temperatura. A pesar de que normalmente las alturas de las montañas tienen una diversidad escasa frente a ecosistemas más bajos, el páramo tiene una cantidad sorprendente de especies, muchas de ellas endémicas. En toda la extensión de los páramos en Suramérica hay más de 4.000 especies de plantas, con un 60% de endemismo ecosistémicos. En general, los páramos están dominados por Gramíneas (Poaceae) y por Asteraceae (Cuatrecasas 1968).

Aunque existe cierta dificultad en el establecimiento de los límites de la franja de páramo, actualmente se reconoce que estos se hallan localizados sobre el límite de los bosques andinos, aproximadamente por encima de los 3300 msnm, y por debajo de las nieves perpetuas (Morales et al., 2007). El páramo, como zona de vida o bioma, es un complejo de ecosistemas únicos, constituidos por una formación ecológica particular de los Andes Septentrionales (Suárez, 1998; Rangel-Ch., 2000).

A continuación se reseñan por franjas o subzonas de páramo las comunidades vegetales, tipos de vegetación y asociaciones sobre las cuales existe documentación y registros en el área del PNN El Cocuy. Tan solo en el estudio realizado por Cabezas (2007) reporto a *Libanothamnustamanus*, *Espeletiopsiscolombiana*, *Espeletiopsisjimenez-quesadae*, *Espeletiopsispetiolata*,

Espeletiacleefii, *Espeletiaconglomerata*, *Espeletiacurialensis*, *Espeletiacurialensis* var. A, *Espeletialopezii*. De los Cuales *E. cleefii* y *E. colombiana*, fueron reportadas como nuevas para la ciencia, mientras que se confirmó el rango restringido para *E. lopezii*.

5.1.3 Insectos Los insectos constituyen el grupo dominante de animales sobre la tierra en la actualidad. Ellos sobrepasan en número a todos los demás animales, y se encuentran prácticamente en todos los ambientes. Aún se desconoce el número real de especies de insectos que puedan existir, entre los entomólogos se cree que sean aproximadamente 20.000,000 especies; esta cifra es controversial y todavía no existe un acuerdo de cuál puede ser el número aproximado que refleje la verdadera riqueza del grupo.

Una gran cantidad de insectos son de extremo valor para el hombre, y la sociedad no existiría sin ellos. Por su actividad polinizadora hacen posible la producción de muchos cultivos agrícolas, incluyendo frutales, tréboles, hortalizas, algodón, tabaco. Proveen de miel, cera de abeja, seda, y otros productos de valor comercial; sirven como alimento de aves, peces y otros animales benéficos; desempeñan un valioso servicio de eliminación de carroña; controlan animales y plantas perjudiciales; han sido útiles en medicina y en investigación científica; son de interés para coleccionistas, etc. Unos pocos insectos son perjudiciales y causan enormes pérdidas cada año en cultivos agrícolas y productos almacenados; pueden transmitir enfermedades que afectan seriamente la salud humana y la de sus animales domésticos.

Los insectos han vivido sobre la Tierra por alrededor de 350 millones de años, comparado con menos de 2 millones de la especie humana. Durante este tiempo han evolucionado en muchas direcciones adaptándose a vivir en casi todos los tipos de hábitat (con la excepción del océano)⁸.

El estudio de la fauna de insectos proporciona información sobre el estado de los ecosistemas, su productividad y los niveles de contaminación acuática y atmosférica, puesto que interacciones como intercambios genéticos, biomasa y energía transferidas en los ecosistemas, se encuentran directamente relacionadas con las poblaciones de insectos (Brown, 1991); así mismo, es importante la identificación de especies de insectos indicadoras de los diferentes tipos de ecosistemas, que mediante monitoreos periódicos, registren su continuidad en el tiempo (Nilsson *et al.*, 1994).

La enorme diversidad de insectos tropicales es un reto para la investigación entomológica, y aún se sabe relativamente poco sobre ellos. Debido a su inmensa riqueza de especies, normalmente no pueden llevarse a cabo inventarios exhaustivos y la mayoría de los estudios se centran en grupos taxonómicos seleccionados. Las comparaciones entre estudios se ven obstaculizados por el trabajo taxonómico incompleto y las dificultades de identificación. Probablemente menos del 10% de las especies de insectos son conocidas por la ciencia.

⁸BAUDIÑO, Estela. Los insectos y sus adaptaciones. [En línea]. Argentina: Facultad de agronomía, 2012. [Citado 7-Noviembre-2014]. Disponible en internet: <http://www.agro.unlpam.edu.ar/catedras-pdf/insectos-adaptaciones.pdf>

Los Andes tropicales son un punto crítico de biodiversidad de plantas y vertebrados a nivel mundial, un patrón que muy severamente se refleja en los insectos, pero existen pocos datos sobre él. Dado que muchos insectos están asociados con plantas, el extremo endemismo vegetal de los andes tropicales sugiere un nivel similar de diversidad y endemismos en los insectos. En las regiones montañosas, la heterogeneidad extrema en distancias relativamente cortas influye en la distribución, morfología, fisiología y comportamiento de los insectos. Debido a su sensibilidad a las perturbaciones antropogénicas, la pérdida de hábitat, la polución, y el cambio climático, muchos taxones de insectos son utilizados con indicadores de cambio global.⁹

5.1.3.1 Insectos del orden Coleoptera Los Coleoptera son quizás, junto con los Lepidoptera los artrópodos de mayor importancia fitosanitaria ya que albergan a la especie más perniciosa. Los escarabajos atacan tanto en su fase adulta como larvaria, pues poseen un aparato bucal típicamente masticador con las mandíbulas muy desarrolladas; de forma general las larvas son más perjudiciales aunque en ocasiones el papel se invierte a favor de los adultos. Las superfamilias que constituyen plagas son: Buprestoidea (Buprestidae), Coraboidae (Carabidae), Chrisomeloidea (Bruchidae, Cerambycidae, Chrysomelidae), Cucujoidea (Coccinellidae), Curculionidae (Apionidae, Curculionidae, Platypodidae, Scolytidae), Elateroidea (Elateridae), Scarabaeoidea (Cetoniidae, Dynastidae, Melolonthidae, Rutelidae) y Staphylionidea (Silphidae).

Los Buprestidos (gusanos cabezudos) producen perjuicio a los frutales y robledales sobre todo en su etapa larvaria; los adultos se alimentan de brotes tiernos; por el contrario las larvas son xilófagas y la más dañinas, pues perforan la

⁹K. HERZOG, Sebastián... [et. al.]. Cambio climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales. Paris: Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI), Sao José dos Campos, y Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE), 2012. p.265-286

madera en sentido ascendente pudiendo incluso provocar la muerte en su acción; los arboles atacados son susceptibles de ataques secundarios por otras plagas. Los Carábidos (zabros) y los Coccinélidos (erizos), atacan solo en su fase larvaria defoliando determinados cultivos. Los Crisomeloidos (Castañetas, Cucas, gusanotes, gorgojos de leguminosas, pulguillas), pueden provocar daño en su fase larvaria atacando cualquier parte del vegetal; sin embargo, en las especies más perjudiciales los adultos suelen ser activos defoliadores. Los curculionideos (barrenillos, gorgojos) tienen importancia sobre todo desde el punto de vista forestal, pues las larvas son xilófagos y suelen escavar galerías en el interior de los arboles; sin embargo, en los cultivos agrícolas las larvas pueden también atacar hojas raíces y tubérculos; por lo general los adultos, aunque se alimentan de brotes y hojas, no suelen provocar grandes daños; los Eleterios (gusanos de alambre), constituyen plagas polífagas donde los adultos son inofensivos; las larvas se alimentan de raíces, tubérculos y bulbos, e incluso atacan los tallos de las planta jóvenes. Los escarabeoideos (gusanos blancos), constituyen también plagas polífagas; generalmente las larvas son las más dañinas pues se alimentan de raíces y tubérculos, aunque en algunos casos los adultos atacan flores y hojas. Los Silifidos (Silfidos) son defoliadores de los cultivos de forrajeras, llegando a secar las plantas jóvenes.¹⁰

5.1.4 Insectos en Colombia La condición de Colombia de ser uno de los países del mundo más rico en especies se refleja en su grata diversidad de insectos. Aunque estamos todavía lejos de conocer el número real de los insectos en el país, se conoce de aproximadamente 30.000 especies, que corresponde tan sólo al 3% de todas las especies registradas en el mundo. El número estimado de especies puede superar la cifra 60.000 especies, esto es aproximadamente el 30% de las

¹⁰SELFA, Jesús & ANENTO, Jorge Luis. Plagas Agrícolas y Forestales. [En línea]. 20 a ed. Valencia: Departamento de Biología Animal (Entomología). Universidad de Valencia, 1997. [Citado 13-Noiembre-2014]. Disponible en internet: http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_20/B20-006-075.pdf

especies presentes en toda la región neotropical. Muchos grupos de insectos están sin conocer en el país y actualmente se describen especies nuevas para la ciencia con cierta regularidad.

Los coleópteros comprende el grupo más diversificado y se conocen aproximadamente 5000 especies hasta hoy; de himenópteros se conocen 4800 y de lepidópteros, a excepción de las polillas se conocen en la actualidad 3020 especies. Los insectos de los hábitats de montaña en Colombia, no son tan vistosos y de gran tamaño como aquellos de las regiones bajas, sin embargo, pueden alcanzar una gran riqueza de especies.

5.1.4.1 Insectos en los páramos Insectos, arañas, ácaros y otros artrópodos encontraron en la vegetación y en el suelo paramuno recientemente formado, un espacio nuevo y disponible, un hábitat con bajas temperaturas y fuertes fluctuaciones térmicas diarias. Pocos organismos lograron adaptarse a este ecosistema y los que lo hicieron desarrollaron estrategias especializadas para calentarse en un medio que se hacía más difícil, a medida que aumentaba la altitud.

En el superpáramo las condiciones extremas fueron una verdadera limitación para los polinizadores que debieron disminuir la cantidad de visitas a las flores, lo que refleja menores niveles de fecundidad y la tendencia de las plantas a la autopolinización.

Los estudios detallados que se han realizado en los páramos del oriente de Bogotá, demuestran que las temperaturas bajas permiten un lento depósito de materiales orgánicos en descomposición que sirven de alimento a una serie de especies de microfauna, difícilmente visibles, las cuales son responsables de la

lenta descomposición de la materia orgánica en pie, de los frailejones, los pastos y la vegetación en general y dan paso a una lenta sucesión de cambios de abundancia en las hojas vivas, de las marcescentes y de las muertas. Pequeños mamíferos como el guache, el borugo de páramo y la guagua loba, remueven la materia orgánica de troncos de frailejones en descomposición y de la hojarasca y consumen los insectos adultos y sus larvas.

La fauna que habita sobre el suelo participa de manera fundamental en el proceso de descomposición, debido a que sus deyecciones se mezclan con la materia orgánica, que a su vez es procesada por otros organismos aún más pequeños y finalmente es descompuesta por bacterias y hongos. Esta actividad es muy importante para el buen funcionamiento del ecosistema y se convierte en uno de los indicadores del estado de fertilidad del suelo paramuno.¹¹

En los páramos de Colombia se puede encontrar una fauna de insectos un poco menos diversificada que la presente en los bosques andinos. En áreas de páramos circundantes a la Sabana de Bogotá, el primer autor de esta guía registró la presencia de unas 50 familias con aproximadamente 160 especies, de las cuales el 40% están aún sin identificar.

Coleoptera, Diptera, Lepidoptera e Himenoptera expresan su diversidad natural de tal manera que pueden ser considerados como los grupos más importantes del páramo en términos de riqueza de especies y abundancia de individuos con respecto al resto de órdenes de insectos. Algunos grupos de insectos está ausentes en los páramos: Mantodea o grupo de las “mantis”, Phasmodea o grupo

¹¹OSPINA RIVERA, David. Páramos de Colombia, La fauna del páramo. [En línea]. Cali: I/M Editores, 2001. [Citado 20-Octubre 2014]. Disponible en internet. <http://www.imeditores.com/banocc/páramos/cap6.htm>

de los “insectos palo” e Isóptera, denominados popularmente comejenes. Cuando llega el período de floración, especialmente de las plantas “caulirrósulas”, como el frailejón, la diversidad de los insectos de páramo se triplica con relación a otras épocas del año.¹²

5.1.4.2 Insectos asociados a frailejón Poca atención se ha prestado hasta ahora a las relaciones entre Espeletiinae y los animales a pesar de tratarse de un factor importante con respecto a la efectividad de su estrategia general en la Espeletiinae. Muchos autores hacen énfasis en la importancia que tienen los insectos y su desarrollo dentro de la planta pues una de las grandes funciones de ellos es servir de polinizadores y dispersores de los frailejones.

Hasta ahora no se han registrado daños en la espeletias causados por la fauna del abrigo. Parece que la corteza del tronco, el contenido de diterpenos y el anillo de las bases foliares que se conserva generalmente durante mucho tiempo, garantizan una protección contra daños de la fauna del abrigo exterior.

En comparación con la fauna del abrigo la fauna de artrópodos de la roseta es más pobre en especies y en taxa mayores.

Las adaptaciones de los artrópodos a las condiciones en las Espeletia puede esperarse puesto que este grupo por su disposición de merótropos diferenciados y por su dominancia en amplias partes de la región paramuna ejerce una presión evolutiva.

¹² ANDRADE, Gonzalo, AMAT, German, RENJIFO, J. Manuel. Guía preliminar de insectos de Santafé de Bogotá y sus alrededores. [En línea]. Bogota D.C.: DAMA, 1963. ISBN 958-9387-24-1. [Citado 23-Noviembre-2014]. Disponible en internet: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/faunayflora/insectos/cap20.htm>.

La fauna del abrigo de las hojas muertas probablemente no tiene importancia para el “fitness” de *Espeletia*. El promedio de los daños causados en las rosetas dentro de una población no ascendió de un 10% y la existencia de una población nunca pareció amenazada por estos daños.¹³

Es importante tener en cuenta que las asociaciones simbióticas que se dan entre los artrópodos y las plantas del páramo, son de gran importancia para la supervivencia de las dos, debido a que el beneficio mutuo puede llegar a generar co-evolución, los artrópodos proporcionan protección para las plantas y también ayudan a polinizar la flora del páramo; por otro lado las plantas proporcionan a éstos, vivienda, alimento y protección contra algunos depredadores. Los artrópodos son uno de los grupos de animales que mejor se adaptan a los ecosistemas extremos como el páramo y el sub-páramo¹⁴

Medina (2009) reporta una alta mortalidad de los individuos del género *Espeletiaspen* en el páramo del Parque Nacional Natural Chingaza (PNN Chingaza). Estos daños están asociados directamente a insectos fitófagos (de los cuales no se tiene ningún conocimiento) que consumen las estructuras vegetativas y reproductivas de los frailejones.

Según González (2013) en el PNN Chingaza, se han evidenciado cambios asociados posiblemente a las perturbaciones antrópicas. Fagua (2002) describe

¹³STURM, Helmut. Contribución al conocimiento de las relaciones entre los frailejones (*Espeletiinae*, *Asteraceae*) y los animales en las regiones páramo andino. En: Rev. Acad. Colomb. Cienc. Diciembre, 1990. Vol. 18, N° 67, p. 667-685.

¹⁴ALZATE, Quintero Néstor Fabio. Insectos Asociados a la Necromasa de Frailejón (*Espeletia hartwegiana* Cuatrec), en un Páramo de Villamaría Caldas. [En línea]. Caldas: Universidad de Caldas, 2010. 59-68 p. ISSN 0568-3076. [Citado 5-Noviembre-2014]. Disponible en internet: http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia18%281%29_7.pdf

de manera general cómo larvas de insectos fitófagos del orden Coleoptera pertenecientes a la familia *Scolytidae* al género *Epistrophus*, se alimentan de la médula de individuos de *E. grandiflora*, lo cual puede conducir a su muerte en un corto periodo de tiempo. Así mismo, Medina (2009), en la cuenca alta de la quebrada Calostros, reportó lesiones causadas por la herbívora de insectos de los órdenes Lepidoptera y Coleoptera sobre las hojas adultas y las del meristemo de los frailejones del género *Espeletia*.

Adicionalmente, los patrones de historia de vida en insectos implican alta capacidad de dispersión, ciclos de vida cortos y sensibilidad a cambios en la temperatura, los cuales contribuyen a la colonización de estos a los ecosistemas altoandinos, en ausencia de enemigos naturales y competidores. Además, este cambio en la temperatura puede traer como consecuencia vulnerabilidad de las plantas a ser consumidas por insectos debido a estrés hídrico y térmico (Trujillo, 2002).

Las Investigaciones de Fagua (2002) y Medina (2009) muestran como en algunos páramos colombianos y particularmente en el Parque Nacional Natural Chingaza (PNN Chingaza) se ha incrementado la mortalidad de los frailejones del género *Espeletia* como consecuencia de la interacción predatoria de insectos fitófagos y hongos fitopatógenos. ¹⁵

¹⁵GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, Andrea Liliana. Análisis y modelado espacial de variables ecológico poblacionales de la interacción *Espeletia grandiflora* – herbívoros en la cuenca alta de la Quebrada Calostros del Parque Nacional Natural Chingaza. Trabajo de grado Bióloga Ambiental. Bogotá D.C: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo lozano. Programa de Biología Ambiental, 2013. p.11-13

5.2 MARCO CONCEPTUAL

SIMBIOSIS Literalmente, simbiosis significa “vivir juntos”. En su acepción más amplia simbiosis es una relación intra o interespecífica, sin tener en cuenta al carácter de dicha relación

Para el E.P. Odum, uno de los ecologistas de mitad del siglo XX, existen nueve tipos de acciones reciprocas que pueden reducir a dos generales: interacción positiva (+), e interacción (-). También, al ocurrir cambios en las condiciones del medio, las relaciones pueden cambiar de un tipo a otro.

Un ejemplo es el de una planta trepadora/árbol, donde la relación es +/0 de comensalismo, pero si la entrada sofoca al árbol la relación cambia a +/-, que corresponde a parasitismo.

MUTUALISMO En esta relación una especie depende totalmente de la otra, de tal forma que ninguna pueda subsistir en forma independiente. Ejemplo: líquenes, alga/hongo; los líquenes son el resultado del proceso evolutivo del mutualismo alga/hongo, en el que las algas proporcionan la clorofila para producir carbohidratos para ambos y los hongos, la humedad necesaria para aprovechar las sales minerales.¹⁶

PLAGAS Una plaga es un organismo (virus, protozooario, bacteria, hongo, nematodo, molusco, ácaro, insecto, pez, reptil, ave, mamífero o planta) que aumenta su densidad o su incidencia hasta niveles suficientes para afectar a las diferentes especies en forma directa o indirecta. Sin embargo, en la mayoría de

¹⁶DE LA LLATA LOYOLA, María Dolores. Ecología y medio ambiente. [En línea]. 1ª ed. México D.F: Editorial Progreso S.A., 2006. [Citado 18-Noviembre-2014]. Disponible en internet: <https://books.google.com.co/books?id=KnORBYSrdDMC&pg=PP1&lpg=PP1&dq=DE+LA+LLATA,+Loyola,+Mar%C3%AD+Dolores.+Ecolog%C3%AD+y+medio+ambiente.&source=bl&ots=SkV969zcYM&sig=8ufY7tybcwTwZpwQXATAAavkSN4&hl=es&sa=X&ei=YLfsVPHuHazGsQT054LADQ&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q=DE%20LA%20LLATA%2C%20Loyola%2C%20Mar%C3%AD%20Dolores.%20Ecolog%C3%AD%20y%20medio%20ambiente.&f=false>

los casos, los problemas de plagas se presentan cuando los organismos alcanzan densidades altas, estas pueden causar daños en cualquier etapa de su ciclo de vida: larva o adulto.

ENTOMOLOGÍA Del griego entomos, «insecto», y logos, «ciencia» es una ciencia que basa su estudio en el conocimiento completo del mundo de los insectos. Existen cerca de un millón y medio de insectos en el mundo, lo que es una cantidad enorme que ronda los dos tercios de los seres vivos del mundo. Estos pequeños animales, son los más antiguos seres vivos que hayan vivido fuera del agua y por ello su estudio es de vital importancia para el conocimiento de la historia de los animales terrestres.¹⁷

La entomología aplicada se encarga del estudio de las aplicaciones que el hombre puede hacer de los conocimientos aportados por la entomología general y otras disciplinas, para sacar provecho de los artrópodos, o menos daños, según los casos. Incluye distintos campos, como pueden ser, el control biológico y la lucha integrada contra las plagas, la producción de insectos en cautividad con fines diversos, la apicultura, la entomología médico-veterinaria o la entomología médico-legal y forense.

FITÓFAGOS O HERBÍVOROS toman su alimento de diversos tipos de tejidos de vegetales superiores y jugos de plantas. La mayoría de ellos son coleópteros, ortópteros, dípteros, hemípteros, himenópteros, lepidópteros y tisanópteros.

¹⁷RAMAS DE LA BILOGIA. Entomología. [En línea]. 2015. [Citado 28-October-2014]. Disponible en internet: <http://ramasdelabiologia.com/entomologia/>

SAPRÓFAGOS obtienen los nutrientes a partir de materia orgánica en descomposición, de origen vegetal o animal, y cumplen, por lo tanto, una función ecológica importante; son saprófagos muchos grupos de coleópteros y de dípteros. Se incluyen en este grupo a los coprófagos, que comen los excrementos de otros animales (por ejemplo, coleópteros escarabeidos e histéridos, y larvas de distintos dípteros, sobre todo, múscidos).

SAPROXÍLICOS Los organismos saproxílicos son aquellos que dependen, durante parte de su ciclo vital, de la madera muerta o senescente de árboles moribundos o muertos (en pie o caídos), o de hongos de la madera o de la presencia de otros saproxílicos (Speight, 1989). Aunque son un grupo taxonómicamente heterogéneo, los insectos y en particular los escarabajos son los organismos con mayor número de representantes saproxílicos. Se estima que entre el 22 y el 56% de los escarabajos forestales son saproxilófagos (Grove, 2002)¹⁸

INSECTOS MASTICADORES Consumen prácticamente todo en un vegetal: hojas, tallos, frutos, brotes, flores y madera. En estos tejidos vegetales, los insectos provocan la eliminación de parte o la totalidad de las estructuras, apreciándose externamente lagunas, agujeros o galerías.

Los insectos que atacan a los brotes, pueden roerlos, producir deformaciones, formar agallas que impiden el crecimiento de la yema dañada, etc. Los florícolas pueden alimentarse de estambres o llegar a roer todos los órganos de la flor, resultando entonces muy dañinos. Los que prefieren los frutos pueden excavar

¹⁸GRUPO DE TRABAJO SOBRE LUCANIDOS IBERICOS. Los insectos saproxilicos. [En línea]. Asturias: GTLI, 2007. [Citado 22-Noviembre-2014]. Disponible en: <http://entomologia.rediris.es/gtli/espa/cero/saproxil.htm>

galerías profundas o producir lesiones más o menos superficiales. En troncos, tallos y ramas vivos, también pueden excavar distintos tipos de galerías. Pero las hojas constituyen la fuente principal e incluso exclusiva de alimento para muchos insectos, como son los cóccidos (hemípteros) o las orugas de los lepidópteros, y suelen ser la parte más afectada del ejemplar. Algunos prefieren alimentarse del envés, otros del haz y algunas especies excavan galerías entre el haz y el envés, a medida que consumen el interior de la hoja, pero respetando la epidermis además pueden producir amplias erosiones o perforaciones en las hojas y roerlas total o parcialmente.

Cuando éstas están iniciando el crecimiento, determinados insectos son responsables del desarrollo de unas estructuras llamadas agallas. Los daños se manifiestan en forma de debilidad, pérdida de vigor y destrucción de partes del vegetal o la muerte del mismo en algunos casos.

INSECTOS CHUPADORES.

Producen dos tipos distintos de daños:

- Directos, cuando los animales destruyen e ingieren los tejidos y fluidos vegetales que precisan para su alimentación.
- Indirectos, provocados por la inyección de sustancias presentes en la saliva cargada de enzimas digestivas, y que resultan tóxicas al animal.

Dependiendo del tamaño del animal y de la longitud de sus piezas bucales, los insectos pueden alimentarse del floema de la planta; es el caso de especies de

hemípteros de tamaño medio (pulgones, moscas blancas, chinches o cóccidos), que eliminan la savia provocando debilidad, escaso desarrollo vegetativo y retraso en el crecimiento del ejemplar. Otros fitófagos, como los trips, se alimentan exclusivamente de células epidérmicas o parenquimatosas, pero el daño que ocasionan es proporcionalmente mayor cuando la alimentación se realiza en frutos u otros órganos vegetales destinados a la comercialización; en estos casos se aprecian las picaduras en forma de pequeñas manchas que decoloran los tejidos externos. Los que consumen frutos, pueden succionar los líquidos desde el exterior, llegando incluso a deformarlos.

Sin embargo, siendo importantes los daños directos debidos a la alimentación, en muchas ocasiones son aún más graves los daños indirectos producidos por estos insectos. Numerosas especies eliminan el exceso de azúcares de la savia a través del tubo digestivo en forma de melaza, manchando hojas y frutos, y creando un sustrato óptimo para el desarrollo de hongos que pueden llegar a cubrir estos órganos, impidiendo una correcta captación de la luz, disminuyendo la calidad comercial, en el caso de los frutos, y dificultando su recolección y venta.

Muchos insectos, previamente a la alimentación, inyectan junto con la saliva sustancias con enzimas digestivas que resultan tóxicas para el vegetal, y que actúan provocando la muerte del tejido o alterando su normal desarrollo. Así, en ocasiones se observan distintos tipos de manchas en hojas y frutos. Por ejemplo, la saliva alimenticia de los trips provoca la muerte de las células alrededor del punto de picadura, dando lugar a manchas de forma difusa y color blanquecino o

nacarado. En otros casos, la saliva inyectada contiene sustancias que, al entrar en contacto con la planta, modifican su patrón de crecimiento.¹⁹

TÉCNICAS DE COLECTA

La colecta de insectos requiere aplicar una variedad amplia de técnicas debido al gran número de especies y variedad de hábitos de vida que presentan. La mayoría de las técnicas utilizadas responden a objetivos específicos de cada tipo de estudio; sin embargo, pueden ser divididas de manera muy general en técnicas de colecta directas (activas) y técnicas de colecta indirectas (pasivas, Steyskal et al., 1986). Una segunda forma general de dividir las, no sólo para los insectos sino para los artrópodos en general, es por ambientes, teniendo colecta terrestre y acuática.

COLECTA DIRECTA

Es aquella en la que el colector busca de manera activa a los organismos en su ambiente, en los sitios donde éstos se distribuyen. Esta estrategia es utilizada ampliamente por la mayoría de los colectores, quienes se apoyan de herramientas e instrumentos que varían según el sustrato o sitio de búsqueda. Implica poseer cierta información biológica sobre los grupos que se desea coleccionar, principalmente su distribución geográfica, ocurrencia estacional y hábitos alimenticios.

COLECTA INDIRECTA

Es aquella en la que se coleccionan organismos utilizando algún tipo de atrayente y que no implica búsqueda directa en los sustratos donde éstos habitan. Comúnmente este tipo de colecta utiliza trampas con distintos tipos de atrayentes e incluso existen trampas sin atrayente que se

¹⁹BAUDIÑO, Estela. Los insectos y sus adaptaciones. [En línea]. Argentina: Facultad de agronomía, 2012. [Citado 7-Noviembre-2014]. Disponible en internet: <http://www.agro.unlpam.edu.ar/catedras-pdf/insectos-adaptaciones.pdf>

consideran como colecta indirecta porque no se buscan activamente a los organismos.

TRAMPA DE LUZ Esta trampa se utiliza en colectas nocturnas y sirve para atraer insectos voladores con fototropismo positivo. Una alta diversidad de insectos nocturnos es atraída a la luz, entre ellos varios de los más exóticos. No se conoce con certeza porqué muchos insectos nocturnos son atraídos a la luz, pero se ha postulado que muchos de ellos se orientan en su vuelo tomando como referencia algún punto luminoso en el cielo, que puede ser la Luna o las estrellas más cercanas a la Tierra.²⁰

TRAMPA MALAISE Esta trampa está diseñada para la captura de insectos voladores. La trampa consiste en una malla de interceptación con un recipiente donde se almacenan los insectos capturados en alcohol. Captura de grupos como Himenoptera, Diptera y Coleoptera.²¹

TRAMPA DE FOSO O CAÍDA CON CEBOS Consiste básicamente de un recipiente abierto que se coloca enterrado con su abertura a ras del suelo. Colgando o de alguna otra forma colocado sobre el recipiente se sitúa el cebo que puede consistir de excremento o carne descompuesta (Newton y Peck, 1975). Los excrementos que se utilizan pueden ser de origen humano o

²⁰MARQUEZ LUNA, Juan. Técnicas de colecta y preservación de insectos. [En línea]. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2005. [Citado 10-Noviembre-2014]. Disponible en internet: [http://www.uaeh.edu.mx/sistema_investigacion/funciones/bajarArchivo_web.php?producto=4107&archivo=Tec colectpres05.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/sistema_investigacion/funciones/bajarArchivo_web.php?producto=4107&archivo=Tec%20colectpres05.pdf)

²¹RODRIGUEZ CHAVES, Mariela, SOLANO GUTIERREZ, Laura, VARGAS PORRAS, Kimberly. Trampas o Métodos de Muestreo para Artrópodos. [En línea]. 1996. [Citado 15-Noviembre-2014]. Disponible en internet <http://files.turismoecologicocr.webnode.es/200000050eed13efcac/METODOS%20DE%20MUESTREO%20PARA%20ARTR%C3%93PODOS.pdf>

proveniente de otros mamíferos, sin embargo los de mamíferos no carnívoros aparentemente dan mejor resultado. El hígado de res o de pollo, o el pescado o los calamares descompuestos son muy utilizados.²²

TRANSECTOS En ecología un transecto es una técnica de observación y registro de datos. Donde haya una transición clara – o supuesta – de la flora y la fauna o de parámetros ambientales, es útil hacer un estudio detallado a lo largo de una línea (real o imaginaria, que denominaremos transectos) que cruce a través de la zona. El transecto de banda consiste en un área de forma rectangular, de longitud y ancho conocidos, que el investigador ubica al azar sobre la comunidad bajo el estudio.

La ubicación de un transectos conlleva aspectos positivos y negativos en relación con la toma de muestras en forma aleatoria. Por un lado, evita sesgos del investigador en la ubicación de cuadrantes o parcelas pero, a la vez, conduce a que cada individuo quede incluido en la muestra, se ve afectada por el punto de inicio del transecto. En relación con esta última consideración, diferentes estudios han incluido, sin embargo, que si la distribución de los individuos en el área de estudio sigue un patrón aleatorio, los estimadores de muestreo no son sesgados en muestras sistemáticas, como corresponde a los transectos de banda.²³

5.2.1 Análisis de los datos para insectos Permiten establecer, principalmente, la eficiencia del muestreo, la composición de especies, la abundancia relativa, la

²²SOLIS, Ángel. Métodos y técnicas de recolecta para Coleópteros Scarabaeoideos. [En línea]. Santo Domingo, Heredia, Costa Rica, América Central: Instituto Nacional de Biodiversidad. [Citado 15-Octubre-2014]. Disponible en internet: <http://www.inbio.ac.cr/papers/meto-col-scarabaeoidea/metoscar.pdf>

²³RAMIREZ GONZALEZ, Alberto. Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. 1ª ed. Bogotá D.C.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 2006.p.56-60

riqueza (diversidad alfa) y la singularidad y recambio de especies (diversidad beta). Con la metodología propuesta se pueden obtener datos de: **riqueza observada** (estrictamente número de especies o morfotipos); **abundancia relativa** (las respectivas proporciones de observación por especie o morfotipo o el número de observaciones por especie o morfotipo de cada una de las especies encontradas en la muestra); **frecuencia** (es una proporción del número de muestras en que una especie o morfotipo se hace presente, respecto del número total de muestras).

5.2.1.1 Análisis Estructural²⁴

✓ abundancia absoluta: se refiere al número total de individuos por especie frente al número total de individuos.

✓ abundancia relativa: Es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de individuos. Para el cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$AR = \frac{n^{\circ} \text{ de individuos por especie}}{\text{número de individuos en el área muestreada}} * 100$$

✓ frecuencia absoluta: Es la relación porcentual correspondiente al número de unidades de muestreo en que ocurre una especie entre el número total de las unidades de muestreo, para el cálculo se emplea la siguiente ecuación:

$$FA = \frac{n^{\circ} \text{ de unidades de muestreo en que ocurre una especie}}{n^{\circ} \text{ total de unidades de muestreo}} * 100$$

²⁴ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, ASOCIACION COLOMBIANA DE REFORESTADORES. Guías técnicas para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales. Bogotá D.C.: Gene nueva, 2002. p.55-79p

✓ frecuencia relativa: Es la relación porcentual de la frecuencia absoluta de una especie entre la sumatoria total de las frecuencias absolutas de todas las especies registradas en el inventario, para el cálculo se emplea la siguiente fórmula:

$$FR = \frac{\text{frecuencia absoluta de una especie}}{\text{suma total de frecuencias absolutas}} * 100$$

5.2.1.2 Análisis de diversidad²⁵ Se han distinguido tres niveles de diversidad biológica: la diversidad alfa, que es la diversidad dentro del hábitat o diversidad intracomunitaria; diversidad beta o diversidad entre diferentes hábitats, que se define como el cambio de composición de especies a lo largo de gradientes ambientales y finalmente la diversidad gama, que es la diversidad de todo el paisaje y que se puede considerar como la combinación de los dos anteriores.²⁶

✓ Curvas de acumulación de especies Se utiliza para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Muestra como el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras. Es útil al momento de tener un problema de submuestreo, pues los valores extrapolados o la riqueza esperada se puede utilizar como una medida de la diversidad alfa.

Una curva de acumulación de especies representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento en el número de individuos. Es por esto que en una gráfica de curvas de acumulación, el eje Y es definido por el número de especie acumuladas y el eje

²⁵VILLAREAL, H...[et. al]. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2004. p.149-197

²⁶MACHUCA GARCÍA, Dora Angélica. Módulo de Ecología Forestal. Málaga: Universidad Industrial de Santander, 2000. p.73-87

X por el número de unidades de muestreo o el incremento del número de individuos.

5.2.1.2.1 Índices para Medir Diversidad Alfa (α) Existen varios índices para medir la diversidad alfa, cada uno ligado al el tipo de información que se desea analizar, es decir, que algunas variables respuesta tienen manera diferente de analizarse. Existen varios métodos para cuantificar la diversidad a nivel local o alfa.

- De la riqueza específica (número de especies)

✓ Riqueza Específica La riqueza específica es un concepto simple de interpretar que se relaciona con el número de especies presentes en la comunidad. Entonces, puede parecer que un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de una comunidad sea el 'número total de especies' (S). Sin embargo, es prácticamente imposible enumerar todas las especies de la comunidad, y al depender S del tamaño de la muestra, es limitado como índice comparativo.

✓ Índice de alfa (α) dado por la siguiente ecuación ya que este según Fisher (1943) es independiente del tamaño de la muestra.

$$S = \alpha \log e \left(1 + \frac{N}{\alpha} \right)$$

Dónde:

S=Número de especies de la muestra

N=Número de individuos de la muestra

α =Índice de diversidad

La constante α es una expresión de la diversidad de especies en la comunidad. Será un valor bajo cuando el número de especies sea escaso, y alto conforme haya diversidad de especies. Hay que mencionar que para obtener el valor de α es necesario hacerlo por un método numérico, ya que no se puede despejar utilizando álgebra simple (función implícita).²⁷

- De la estructura de las comunidades (especies en relación con su abundancia)

✓ Índices de Simpson

$$\lambda = \sum \left(\frac{n^2}{N^2} \right) = \sum P_i^2$$

Donde

P_i = abundancia proporcional de la especie i , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra. Este índice se encuentra fuertemente influenciado por las especies más

²⁷ACEVEDO BENÍTEZ, Jorge, VALDEZ VARQUEZ, Idania, POGGI VARALDO, Héctor. Cuaderno de Tecnología N° 3 ¿Cómo medir la diversidad?. [En línea]. Ecatepec de Morelos, Estado de México: Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, 2006. [Citado 25-Noviembre-2014]. Disponible en internet: https://books.google.com.co/books?id=1RECSypD1y0C&pg=PP1&lpg=PP1&dq=%C2%BFcomo+medir+la+diversidad?+ecatepec+de+morelos&source=bl&ots=Yv2HBIAf0C&sig=B8aO33YU7TCgnUulYX1NX4wbTII&hl=es&sa=X&ei=io_sVP7cOYm_ggT9ooT4Cw&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false

dominantes. Debido a que este valor es inverso a la equidad, la diversidad alfa se puede calcular como $1/\lambda$. Por lo cual muchas veces se encuentra como:

$$D = 1/(\sum P_i^2)$$

Para una riqueza dada, D aumenta con la equidad, y para una equidad dada, D se incrementa con la riqueza. Por lo tanto es posible para una comunidad rica en especies pero poco equitativa tener un índice menor que una comunidad menos rica en especies pero altamente equitativa.

- Índices de equidad

✓ Índices de Shannon-Wiener Asume que todas las especies están representadas en las muestras; indica que tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas.

$$H' = -\sum P_i (\ln P_i) \text{ y } \sum P_i = 1$$

Donde

P_i = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Puede adquirir valores entre cero (0) cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando las especies están representadas por el mismo número de individuos. Puede verse influenciado por las especies más abundantes.

✓ CHAO 1(CHAO 1 en el programa de estimates).

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

5.2.1.2.2 Índices para Medir la Diversidad Beta (β).Es la medida del grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre las comunidades que se encuentran en un área mayor. Se propone que se obtenga a partir de comparaciones entre pares de unidades de paisaje; sin embargo, esto depende de lo que se defina como comunidad.

- Similitud o disimilitud Expresa el grado de semejanza en composición de especies y sus abundancias en dos muestras (comunidades)

✓ Índice de Sorensen (Coeficiente de similitud-cuantitativo)

$$Iscaunt = \frac{2pN}{aN + bN}$$

Donde

aN= número total de individuos en el sitio A

bN= número total de individuos en el sitio B

pN= sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre los ambos sitios.

El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies.

5.2.1.3 Correlación lineal El coeficiente de correlación lineal mide el grado de intensidad de la posible relación entre las variables. Este coeficiente se aplica cuando la relación que puede existir entre las variables es lineal (es decir, si representáramos en un gráfico los pares de valores de las dos variables la nube de puntos se aproximaría a una recta).

No obstante, puede que exista una relación que no sea lineal, sino exponencial, parabólica, etc. En estos casos, el coeficiente de correlación lineal mediría mal la intensidad de la relación las variables, por lo que convendría utilizar otro tipo de coeficiente más apropiado.

Para ver, por tanto, si se puede utilizar el coeficiente de correlación lineal, lo mejor es representar los pares de valores en un gráfico y ver qué forma describe. El coeficiente de correlación lineal se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\frac{1}{n} * \sum (X_i - \bar{X}) * (Y_i - \bar{Y})}{\left(\left(\frac{1}{n} * \sum (X_i - \bar{X})^2 \right) * \left(\frac{1}{n} * \sum (Y_i - \bar{Y})^2 \right) \right)^{1/2}}$$

Es decir:

Numerador: se denomina covarianza y se calcula de la siguiente manera: en cada par de valores (x, y) se multiplica la "x" menos su media, por la "y" menos su media. Se suma el resultado obtenido de todos los pares de valores y este resultado se divide por el tamaño de la muestra.

Denominador se calcula el producto de las varianzas de "x" y de "y", y a este producto se le calcula la raíz cuadrada.

Los valores que puede tomar el coeficiente de correlación "r" son: $-1 < r < 1$

✓ Si $r > 0$, la correlación lineal es positiva (si sube el valor de una variable sube el de la otra). La correlación es tanto más fuerte cuanto más se aproxime a 1.

✓ Si $r < 0$, la correlación lineal es negativa (si sube el valor de una variable disminuye el de la otra). La correlación negativa es tanto más fuerte cuanto más se aproxime a -1.

✓ Si $r = 0$, no existe correlación lineal entre las variables. Aunque podría existir otro tipo de correlación (parabólica, exponencial, etc.)

De todos modos, aunque el valor de "r" fuera próximo a 1 o -1, tampoco esto quiere decir obligatoriamente que existe una relación de causa-efecto entre las dos variables, ya que este resultado podría haberse debido al puro azar.²⁸

5.2.1.4 Análisis de la varianzaEl análisis de la varianza (o ANOVA: Analysis of Variance) es un método para comparar dos o más medias, que es necesario porque cuando se quiere comparar más de dos medias es incorrecto utilizar repetidamente el contraste basado en la t de Student. Por dos motivos:

En primer lugar, y como se realizarían simultánea e independientemente varios contrastes de hipótesis, la probabilidad de encontrar alguno significativo por azar aumentaría. En cada contraste se rechaza la H_0 si la t supera el nivel crítico, para lo que, en la hipótesis nula, hay una probabilidad α . Si se realizan m contrastes independientes, la probabilidad de que, en la hipótesis nula, ningún estadístico supere el valor crítico es $(1 - \alpha)^m$, por lo tanto, la probabilidad de que alguno lo supere es $1 - (1 - \alpha)^m$, que para valores de α próximos a 0 es aproximadamente igual a αm . Una primera solución, denominada método de Bonferroni, consiste en bajar el valor de α , usando en su lugar α/m , aunque resulta un método muy conservador.

Por otro lado, en cada comparación la hipótesis nula es que las dos muestras provienen de la misma población, por lo tanto, cuando se hayan realizado todas las comparaciones, la hipótesis nula es que todas las muestras provienen de la misma población y, sin embargo, para cada comparación, la estimación de la

²⁸ AULA FACIL. Coeficiente de Correlación Lineal. [En línea]. Madrid: AulaFacil S.L, 2009. [Citado 20- Noviembre-2014]. Disponible en internet: <http://www.aulafacil.com/CursoEstadistica/Lecc-12-est.htm>.

varianza necesaria para el contraste es distinta, pues se ha hecho en base a muestras distintas.

El método que resuelve ambos problemas es el ANOVA, aunque es algo más que esto: es un método que permite comparar varias medias en diversas situaciones; muy ligado, por tanto, al diseño de experimentos y, de alguna manera, es la base del análisis multivariante

5.2.1.4.1 Pruebas a posteriori En general, en un modelo II el interés del investigador es averiguar si existe componente añadida y en su caso estimarla. Sin embargo, en un modelo, lo que tiene interés son las diferencias entre los distintos grupos.

Las pruebas "a posteriori" son un conjunto de pruebas para probar todas las posibles hipótesis del tipo $\mu_i - \mu_j = 0$.

Existen varias, (Duncan, Newman-Keuls, LSD): todas ellas muy parecidas. Usan el rango (diferencia entre medias) de todos los pares de muestras como estadístico y dicho rango debe superar un cierto valor llamado mínimo rango significativo para considerar la diferencia significativa. Una manera semigráfica habitual de representar los resultados es dibujar una línea que una cada subconjunto de medias adyacentes entre las que no haya diferencias significativas.²⁹

²⁹ABRAIRA, V, PÉREZ DE VARGAS, A. Métodos Multivariantes en Bioestadística. [En línea]. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces, 1996. [Citado 19-Noviembre-2014]. Disponible en internet: http://www.hrc.es/bioest/M_docente.html#tema3

6. METODOLOGÍA

6.1 TIPO DE ESTUDIO

Este estudio se contextualiza dentro la Investigación explicativa o analítica la cual trata de analizar y/o explicar las causas de los efectos estudiados, es decir, no solo describe la situación, fenómeno, características, relación entre causa y efecto, etc., tal como hace la investigación descriptiva, sino que analiza y/o explica el porqué de los asuntos investigados o de las asociaciones entre ellos.

Las investigaciones explicativas o analíticas también pueden ser de corte transversal o de corte longitudinal

De corte transversal: también llamada de estudios descriptivos o correlacionales-causales. Las investigaciones de corte transversal, las mediciones son hechas en una sola ocasión (aun cuando está sola ocasión puede ser unos minutos, una hora, un día, un mes o mayor tiempo.)³⁰

6.1.1 Integración de la muestra

6.1.1.1 Área de estudio (Costado occidental del PNN El Cocuy)El Parque Nacional Natural El Cocuy, con 306.000 ha es, por su extensión, el quinto del país. Se halla situado en jurisdicción del departamento de Boyacá (municipio de Chita, El Cocuy,

³⁰ SALINAS, Pedro J. Metodología de la Investigación Científica. [En línea]. Mérida Venezuela: Universidad de los Andes. Facultades de Ingeniería. Medicina, Odontología y Ciencias Forestales y Ambientales [Citado 20-Noviembre-2014]. Disponible en internet: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/34398/1/metodologia_investigacion.pdf

Cubará, Chiscas y Güicán), el departamento de Casanare (Municipios de la Salina y Sácame), y el departamento de Arauca (Saravena, Fortul y Tame), entre las coordenadas 7°00'6"08' N y 73°04'73"11' W.

La zona propia de páramo se extiende desde los 3.500 a 4.000 m.s.n.m., sin embargo se pueden encontrar praderas abiertas andinas a los 3.200-3.300 m.s.n.m. en la zona del sub-páramo mientras que se presentan manchas de bosque y arbusto en praderas a más de 4.000 m.s.n.m. El cinturón del súper-páramo se extiende desde 4.000 a 4.200 m.s.n.m. hacia arriba y allí la acción de las heladas sobre el suelo es común y la capa de vegetación bastante incompleta y esparcida. La zona nival propiamente cubierta por nieve y hielo está prácticamente desprovista de vegetación y se extiende desde los 4.500 hasta los 5.300 m.s.n.m. Además, estudios con imágenes de satélite realizados por Andrade y Etter, 1991 ya constataban que en la Cordillera Oriental, el macizo forestal de mayor extensión con gradiente altitudinal representativo era el presente en el PNN El Cocuy, por ende su categoría de alta prioridad de conservación.

El área del PNN El Cocuy por encima de los 3.000 m.s.n.m. abarca cerca de 170.000 ha, un poco más de la mitad del área total del Parque y es allí donde se encuentra el complejo ecosistema de páramo, responsable no sólo del almacenamiento de agua, tanto para la vertiente occidental (tributarios del río Chicamocha) como para la vertiente oriental (tributarios de los ríos Casanare y Arauca) sino que está repleto de endemismos.³¹

³¹ PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. Protocolo para el Diagnóstico del Estado de Afectación de Frailejones por Agentes Naturales; Instructivo para el Levantamiento de Información en Campo, Bogotá D.C.: Parque Nacionales Naturales, 2013. p.12-19

La temperatura media anual dentro del parque varía entre 23.6 °C y -3 °C, partiendo de una media anual de 0 °C a los 4800 m.s.n.m. Sin embargo, las temperaturas en la vertiente occidental de la sierra son probablemente algo mayores por un efecto de continentalidad del valle del río Chicamocha.

En general, el área occidental del Parque existen las siguientes asociaciones vegetales: subpáramo con predominio de *Senecioivaccinioides*, con complejo de asociaciones caracterizadas por el dominio de la rubiácea llamada “escobita” (*Arcytophyllumlitidum*); el páramo húmedo caracterizado por la presencia de “chusque” (*Swallenochloa tessellata*); comunidades zonales de páramo dentro de las que se encuentran los pajonales dominados por una gramínea, *Calamagrostis effusa*, que forma macollos que dan un aspecto muy característico a la vegetación y comunidades de superpáramos que van disminuyendo en diversidad, porte y cobertura al ir ascendiendo sobre el nivel del mar.

Existen otras comunidades dentro de la vegetación azonal dignas de mención: las comunidades de turberas, caracterizados por los “frailejones” (*Espeletia* sp.), el helecho (*Blechnum loxense*) y cardones (*Puya* sp.).³²

6.1.1.2 Unidad de evaluación (Polígono) El Parque destinó como unidades de evaluación 7 polígonos (Anexo A) distribuidos en el costado occidental, el cual alberga la mayor población de frailejones particularmente de la especie *E. lopezii*. Estos se delimitaron teniendo en cuenta algunos criterios como:

³² COLOMBIA. UASPN, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Parques Nacionales de Colombia. Bogotá D.C.: Nomos, 1998. p.267-276

- Es el área del Parque con mayor extensión de páramo y abundancia de *E. lopezii*.
- La altura promedio sobre nivel del mar, teniendo en cuenta el sitio donde se halló previamente un grupo de frailejones de *E. lopezii* en alto grado de debilitamiento y muerte.
- Que las áreas de estudio no se traslaparan con predios pertenecientes al resguardo UWA.

Estas unidades se ubicaron en los siguientes sectores del PNN El Cocuy:

Unidad de evaluación 1: Sector Las Lajas

Unidad de evaluación 2: Sector Lagunillas

Unidad de evaluación 3: Sector Valle de los Frailejones

Unidad de evaluación 4: Sector El Tablón

Unidad de evaluación 5: Sector Hoya del Blanquiscal

Unidad de evaluación 6: Sector Tres Tetas

Unidad de evaluación 7: Sector Las Cañas

En estas unidades se presentaran todos los resultados conseguidos en la investigación, a partir de los datos obtenidos en las cuatro unidades de muestreo y las unidades de registro establecidas dentro de cada Sector.

6.1.1.3 Unidad de muestreo (transectos) Dentro de las siete unidades de evaluación, por cada una de ellas se ubicaron cuatro transectos de forma sistemática, para un total de 28 unidades de muestreo, con dimensiones de 4 x 25 m. Estas fueron ubicadas teniendo en cuenta algunos aspectos como: distribución y abundancia de las poblaciones de *E. lopezii*, herbivoría y otros daños visibles, altitud sobre el nivel del mar entre cotas que van desde los 3850 hasta los 4300 aproximadamente y con una separación entre transectos de 40 m.

6.1.1.4 Unidad de registro (frailejón *E. lopezii*) Uno de los grupos más ilustrativos de la alta diversidad característica de los páramos son los frailejones de los cuales existen 130 especies altamente evolucionadas con uno de los mayores centros de concentración en el PNN El Cocuy junto con los PNN Pisba y Tamá. Dentro del complejo de páramo de El Cocuy la especie de frailejón más abundante es la *E. lopezii* la cual se destinó como unidad de registro donde se colectaron los insectos del orden Coleoptera asociados a esta.

6.2 OBTENCION DE LA INFORMACIÓN

6.2.1 Métodos para el trabajo de campo

6.2.1.1 Instrumentos de recolección de información

6.2.1.1.1 Trampas Una vez ubicada las unidades de muestreo (transectos) se procedió a la instalación de las trampas, los tipos de trampas fueron:

- Trampa de luz: se construyeron ocho trampas con envases plásticos, bombillo de luz amarilla, cables y batería de moto. Estas se distribuyeron de forma sistemática por el centro del transecto a una distancia entre ellas de 3 m.
- Trampa rastrera: consistió en una botella plástica de 50 cm de altura con agua y sin atrayente, simulando una trampa de caída. El orificio de entrada se ubicó a una altura de 15 cm del envase y estos se distribuyeron sistemáticamente cada 3 m sobre la superficie del suelo.
- Trampa de interceptación de vuelo: es una modificación de la trampa Malaise la cual consistió en una cortina blanca de dimensiones de 2 x 1 m, amarrada en sus extremos. Se construyeron 2 trampas y se ubicaron en el centro de cada transecto a una altura de 50 cm desde el suelo.
- Trampa de interceptación de vuelo nocturna: En la noche la estructura de trampa de interceptación de vuelo sirvió como soporte para colocar una nueva trampa de luz, la cual consistía en el mismo mantillo blanco pero este fue reflectado con luz blanca.

6.2.1.2 Captura información de los daños en el frailejón³³ Para la toma de datos en campo se diligenció el formato adjunto en el Anexo B, el cual fue elaborado y entregado por el comité científico del Programa Nacional para la Evaluación del

³³ COLOMBIA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Plan de Manejo Parque Nacional Natural El Cocuy 2005-2009. . [En línea]. Colombia: Ospina, 2005.[Citado 23- Noviembre-2014]. Disponible en internet: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/PlandeManejoPNNEICocuy.pdf>

Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de Andes del Norte, con el fin de que en el momento de observar alguna afectación sobre las poblaciones de frailejones esta sea debidamente registrada. Para la aplicación de este formato se reconoce que un individuo está afectado cuando presenta perforaciones en las hojas maduras, pérdida de parte de las hojas por herbivoría, bien sea en las hojas recién emergidas o en las maduras, cambios de coloración en las hojas maduras, las cuales se tornan amarillas (clorosis). Esto se observa principalmente en aquellos frailejones que no están cubiertos de indumento por el haz, deformaciones en las hojas, como entorchamiento, ondulamiento, forma de “acordeón”, hojas caídas o debilitadas, hojas deformes y con manchas o polvillo de color negro o blanco, corte en el eje floral con signos de perforación por donde está el corte. El numeral 13 del tipo de daño fue modificado de acuerdo a las observaciones más representativas y repetitivas que presentaban los frailejones

• **Diligenciamiento del formato**

1. Nombre de la persona que realiza el registro de información: Colocar el nombre de la(s) persona(s) que participa(n) en la observación.
2. Fecha: Diligenciar el día, el mes y el año de la observación.
3. Formato No.: Colocar un número consecutivo.
4. Área protegida: Indicar el nombre del área del Sistema de Parques Nacionales Naturales correspondiente.
5. Depto./Municipio: Se debe informar el nombre del departamento y del municipio donde se está haciendo la observación.

6.Vereda/Corregimiento: Informar la localidad en la cual se hace la observación.

7.Sector del PNN: De ser posible, precisar el nombre particular del sitio dentro del Área Protegida en el que se encuentra la afectación y su correspondencia dentro de la zonificación del manejo (zona primitiva, intangible, de recuperación, alta densidad de uso, recreación general exterior).

8.Descripción general del sitio donde se registra la información: Anotar el tipo de vegetación asociada al individuo (frailejón-pajonal, chuscal, turbera, pastizal, arbustal, matorral, entre otras), tipo suelo (rocoso, arenoso, pantanoso, arcilloso, entre otros), condiciones de humedad de suelo (seco, húmedo, encharcado, entre otros), presencia de presiones (quemadas, ganadería, ramoneo por animales domésticos o alguna especie silvestre, destrucción por tránsito de humanos, otros)

9. No. individuo: Adoptar una numeración consecutiva por cada individuo observado.

10. Especie: Escribir la especie de frailejón de la cual se van a tomar los datos. En caso de desconocerla, tomar muestra botánica para identificar con ayuda de esta y de las fotografías que se tomen. En todos los casos será necesario realizar un registro fotográfico detallado del individuo y de la población en general, tal cual se indica en ítem 16. Fotografía.

11. Coordenadas y altitud: El GPS deberá estar calibrado con el dato de origen de la zona que corresponda (ej: para la zona oriental es Bogotá).

Latitud: indicar las coordenadas de ubicación en grados, minutos y segundos, latitud norte (N) o sur (S).

Longitud: indicar las coordenadas de ubicación en grados, minutos y segundos, longitud oeste (W).

Altitud: registrar la altitud sobre el nivel del mar del sitio. Si el recorrido lo permite, establecer tres o cuatro rangos altitudinales (dependiendo del área), con un rango de altitud de 100 a 200 m ubicados en las zonas de páramo, y en cada uno rango altitudinal trazar dos transectos, separados entre sí mínimo por aproximadamente 200 m.

12. Altura individuo: Tomar con un metro la altura del frailejón desde la base del suelo hasta la punta de la hoja de la parte central de la roseta que está más alta y consignarla en centímetros.

13. Tipo de daño: Debe marcarse con una equis (x) el o los tipos de daño o signos anormales que sean observados en el individuo, de acuerdo con la siguiente codificación:

Cuadro 1. Descripción de los daños asociados a la de afectación

	TIPO DE DAÑO
1	Pérdida de parte de la hojas por herbívora y presencia de perforaciones en las hojas recién emergidas o en las maduras.
2	Cambios de coloración en las hojas maduras, las cuales se tornan amarillas (clorosis).
3	Deformaciones en las hojas, como entorchamiento, ondulamiento, forma de "acordeón".
4	Hojas caídas o debilitadas.
5	Hojas deformes con manchas o polvillo color negro o blanco.
6	Corte en el eje floral y signos de perforación en el sitio del corte (se ve vacío hacia adentro).

Fuente Programa Nacional para la Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de Andes del Norte

6.2.1.3 Seguimiento de unidad de muestreo Para el seguimiento de los transectos se destinaron tres días dos noches. Se observaron las trampas de interceptación de vuelo o la trampa Malaise modificada durante el día y las trampas de luz durante la noche. Para el método de captura directa se destinó un día con su respectiva noche por cada dos transectos, los frailejones presentes en cada transecto se examinaban en los horarios de las 6:00, las 10:00, las 16:00 y las 19:00 horas para un esfuerzo de muestreo total de 4 horas de observación y captura por día. Al mismo tiempo se realizaba la colecta de los insectos atrapados en las trampas y los que se encontraban en los frailejones, esta información de abundancia y comportamiento eran consignadas inmediatamente.

6.2.1.4 Seguimiento de la unidad de registro *EIE.lopezii* como unidad de registro se examinaba a las 16:00 horas tiempo en el cual se realizaba un diagnóstico de los daños que presentaba la planta. Además de esto se seleccionaron 3 frailejones, por unidad de evaluación, en diferentes estados: (Ver Anexo F.).

- Sano: no presentaban ningún tipo daño. Se observaba altamente vigoroso.
- Enfermo o atacado: presentaban síntomas y daños como herbivoría, clorosis, hojas deformes, corte en el eje floral y perforaciones.
- Muerto: el frailejón se visualizaba muy debilitado con signos de hojas caídas como resultado de la pérdida de turgencia dentro de la planta.

Estos fueron cortados en trozos de 20cm aproximadamente y examinados minuciosamente de arriba hacia abajo y de afuera hacia adentro recolectando directamente los insectos y larvas que se encontraban dentro de él, de igual manera se consignó la información sobre la parte de la planta donde se encontraban y los daños provocados.

6.2.1.5 Recolección de insectos Los especímenes se colectaron diariamente y en los horarios establecidos para. Estos se colocaron, por medio de pinzas y de forma manual, en recipientes plásticos esterilizados y con un preservante. Adicional a esto se rotularon con la siguiente información: fecha, unidad de evaluación, unidad de muestreo, método de captura, altitud sobre el nivel de mar y nombre del recolector.

La recolección en las unidades de registro se realizó igualmente que con los especímenes de las trampas. En la etiqueta se adicionó la información sobre el estado de la planta, y parte de ella en la que se encontró (roseta, tallo, médula).

6.2.1.6 Preservación y traslado de material La preservación se realizó con alcohol etílico al 70% para los Coleoptera.

El material colectado y preservado en campo fue empacado en cajas de cartón y trasladado vía terrestre desde el municipio del El Cocuy hasta las instalaciones de la Universidad Nacional y la Universidad Industrial de Santander sede Málaga donde se realizó su posterior identificación.

6.2.2 Métodos para el trabajo de laboratorio

6.2.2.1 Identificación Este proceso se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional, por parte de la bióloga asesora Claudia Martínez, quien es miembro del Comité Científico del Programa Nacional para la Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de Andes del Norte. Por

otra parte Eliana Marroquín y Darío Camacho realizaron posteriores identificaciones en las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander Sede Málaga.

6.2.2.2 Montaje de los ejemplares Después de realizada la identificación se realizó su respectivo montaje en un insectario. Sólo fueron montados los especímenes claramente identificados. Este insectario será conservado en la Universidad Industrial de Santander, el cual será uno de los resultados de este proyecto, aportando información sobre insectos en páramo asociados al frailejón *E. lopezii*.

6.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.3.1 Análisis de insectos Se calculó la abundancia y frecuencia tanto absoluta como relativa de los insectos a nivel de unidad de evaluación y área de estudio. Se construyeron las curvas de acumulación de especies y además se calcularon índices de diversidad como lo son α y β . esta última con el fin de comparar la diversidad entre unidades de evaluación Este análisis se basa en la metodología empleada en el MANUAL DE MÉTODOS PARA EL DESARROLLO DE INVENTARIOS DE BIODIVERSIDAD, elaborado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, en su capítulo 6 y 7 de INSECTOS³⁴, y expuesto en el marco conceptual de este documento.

La distribución de los insectos se definió por medio de una gráfica que representa las especies existentes en cada unidad de evaluación y la manera como estas se presentan en el área. Adicionalmente se calculó la distribución de las especies dentro de las unidades de evaluación al azar, uniforme o agregada. Para esto se

³⁴VILLAREAL, H...[et. al]. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2004.p.49-197

obtuvo la varianza y se dividió por el valor del promedio (esto para la abundancia de una determinada especie).

✓ Si la distribución es al azar y la presencia de un individuo no afecta la presencia de otro, existe una probabilidad uniforme (igual) de que un individuo ocupe cualquier lugar en el espacio. Si se toma una muestra de esta población seleccionando pequeñas parcelas o cuadrados, la distribución del número de individuos por cuadrado seguirá una distribución de tipo Poisson, cuya principal característica es que la media es igual a la varianza. Por lo tanto, el cociente $\text{varianza/media} = 1$.

✓ El patrón espacial agregado es consistente con la distribución probabilística binomial negativa, donde la razón varianza/media es mayor a 1 ya que las muestras pueden caer en zonas con alta o nula densidad de individuos y la varianza será muy grande.

✓ El patrón espacial regular o uniforme muestra una relación varianza/media menor a 1 ya que al estar distribuidos regularmente la varianza será mucho menor. Este patrón espacial se describe con una distribución probabilística binomial positiva³⁵.

Con los datos de los insectos colectados en las unidades de registro (*E. lopezii*) en diferentes estados sanitarios como: sano, atacado o enfermo y muerto, se calculó la abundancia absoluta y relativa correspondiente a cada unidad de evaluación.

³⁵SANCHEZ FELIX, Hildelisa, GUERERO SANCHEZ, Fernando, CASTELLANOS VAZQUEZ, Miguel A. Ecología. [En línea]. Zapopan, Jalisco México: Editorial Umbral, 2005. p.71. [Citado 25-October-2014]. Disponible en internet: http://books.google.com.co/books?id=Zo2tr6uOmGIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

6.3.2 Análisis de afectación Se calculó el porcentaje de la población de *E.lopezii* afectada por los insectos en cada polígono, realizando el conteo total de individuos que presentaban o no un tipo de daño determinado dentro de cada unidad de muestreo (transectos), a partir de esta se determinó el porcentaje de afectación para cada unidad de evaluación (polígonos). De acuerdo a los tipos de daño descritos en la Cuadro 1, se consideró que si un frailejón presentaba cualquiera de estos daños este era catalogado como afectado.

6.3.3 Relación insecto afectación Se realizó un análisis de correlación entre la abundancia de las diferentes especies/morfortipos y el porcentaje de área afectada, de acuerdo a los tipos de daños registrados. Los insectos elegidos para dicho análisis de definieron con base en su mayor abundancia, hábito de alimentación (que fueran masticadores y chupadores), y alta capacidad de daño.

Los datos del porcentaje de herbivoría se transformaron usando la transformación angular. Se usó la prueba de Shapiro Wilk para determinar si la distribución de los datos eran normal y la prueba de Levene para determinar si las varianzas eran homogéneas. Como los datos no tenían una distribución normal se usó la correlación de Spearman utilizando el programa de IBM SPSS Statistics 20 con un nivel de significancia de 0.05

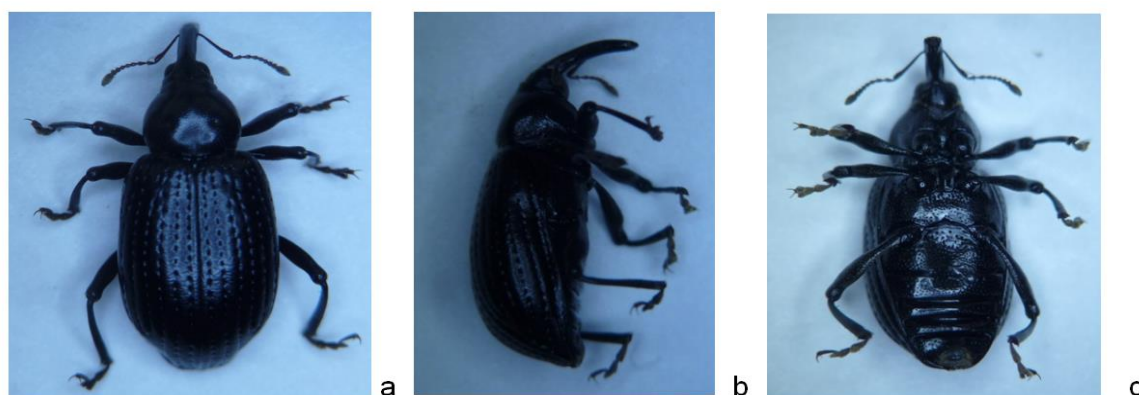
7. RESULTADOS

7.1 DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS INSECTOS QUE CAUSAN MAYOR DAÑO AE. *lopezii*.

La identificación de los insectos se llevó a cabo gracias al apoyo de la Magister Claudia Martínez y miembro de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN).y del Comité Científico del Programa Nacional para la Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de Andes del Norte. Para la identificación de los insectos del orden Coleoptera.se utilizaron las claves (Marvaldi 2003), (Thyssen 2010), (ArnettJr et al 2002).

7.1.1 Coleoptera: Curculionidae: BaridinaeMaterial examinado: COLOMBIA. Boyacá. PNN Cocuy. Sector Las Cañas. Colecta Manual en roseta de *Espeletialopezii*. 4033 m.s.n.m. 11.iv.2014. Darío Camacho, Eliana Marroquín. Identificó Claudia Martínez.

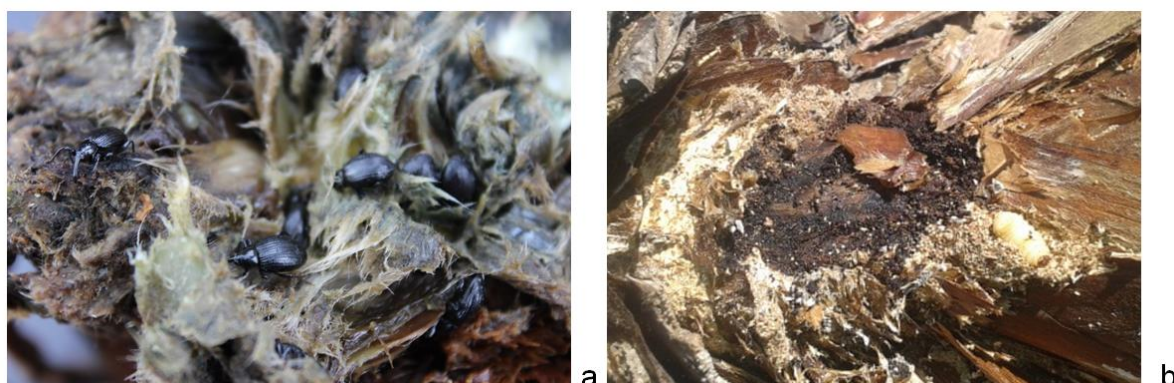
Figura 1.Curculionidae de la subfamilia Baridinae.



Vista dorsal (a), ventral (b) y lateral (c) de un ejemplar examinado. Largo de 1,2 cm.

Comentarios: Largo de 1,2 cm. Ejemplar voluminoso, negro brillante; estrías e intervalos completos. Hembra más grande que el macho. Adultos se observaron en la base de las hojas de frailejones. Los adultos habitan en la necromasa y se observan alimentándose de las hojas de la roseta y en mayor abundancia provocan pudrición de la roseta causándole la muerte descendente al frailejón (figura 2a). Las larvas y pupas se observaron dentro de la corteza y tronco en la base del frailejón alimentándose y ocasionándole de paso la muerte ascendente al frailejón por la pudrición de la médula. (Figura 2b)

Figura 2. Daños provocados por el insecto CurculionidaeBaridinae.



Pudrición de la roseta de frailejón por Curculionidae Baridinae (a), Larva y daño producido al tronco de *Espeletia lopezii*.(b)

7.1.2 Coleoptera: Curculionidae: Entiminae Morfoespecie.1Material examinado. COLOMBIA Boyacá El Cocuy PNN El Cocuy, Sector Lagunillas 1193250"O 1193056"N 4274 m Colecta manual en la roseta de frailejón *Espeletialopezii* 06.iii.2014 Eliana M., Darío C. Identificó Claudia Martínez.

Figura 3. Curculionidae de la subfamilia Entiminae. Morfoespecie .1



Vista dorsal (a), ventral (b) y lateral (c) de ejemplar examinado. Largo de 0,9 cm.

Comentarios: Largo de 0,9 cm. Ejemplar negro oscuro brillante. Los adultos se observaron de manera abundante en la roseta de los frailejones del *Espeletia lopezii*, en las noches salen alimentarse de esta planta y reproducirse, en el día se resguardan en el suelo donde colocan sus huevos y se crían las larvas.

Figura 4. Macho y hembra en cópula. Curculionidae de la subfamilia: Entiminae: Morfoespecie 1.



7.1.3 Coleoptera: Curculionidae: Entiminae Morfoespecie 2. Material examinado. COLOMBIA Boyacá Güicán PNN El Cocuy, Sector Hoya del Blanquiscal 1190092"O 1209268"N 4191 m Colecta manual 27.iii.2014 Eliana Marroquín., Darío Camacho. Identificó Claudia Martínez.

Figura 5. Curculionidae de la subfamilia Entiminae. Morfoespecie 2



Vista dorsal (a), lateral (b) y ventral (c) de ejemplar examinado. Largo de 0,8 cm.

Comentarios: Largo de 0,8 cm. Ejemplar marrón, con presencia de escamas. Los adultos se observaron de manera abundante en la roseta de los frailejones del *Espeletia lopezii*, en las noches salen alimentarse de las hojas de esta planta y adicionalmente se reproducen, y en el día se resguardan.

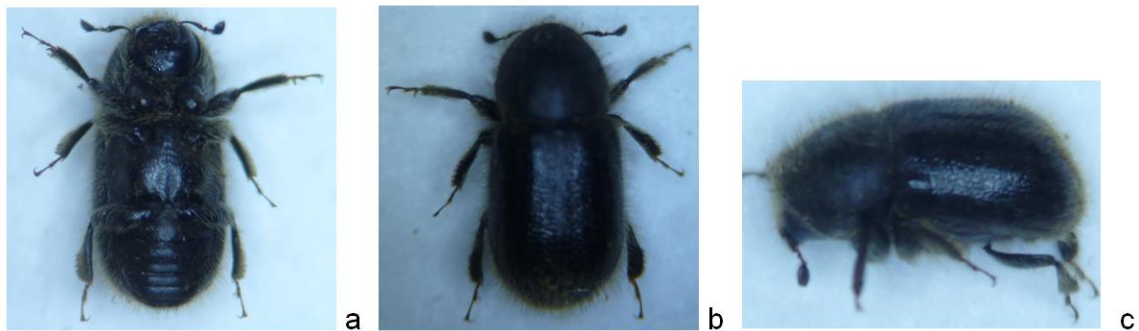
Figura 6. Macho y hembra. Curculionidae de la subfamilia: Entiminae: Morfoespecie 2.



Macho y hembra en cópula sobre la hoja del frailejón *E.lopezii*.

7.1.4 Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae³⁶Material examinado. COLOMBIA Boyacá El Cocuy PNN El Cocuy, Lagunillas 1193132"O 1193028"N 4183 m Trampa Vuelo 07.iii.2014 Eliana Marroquín, Darío Camacho. Identificó Claudia Martínez.

Figura 7. Curculionidae de la subfamilia Scolytinae.

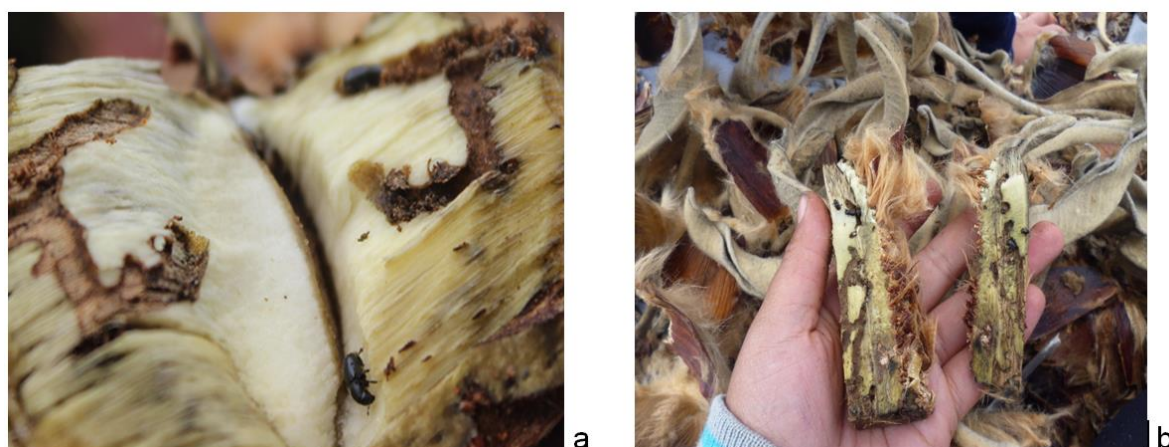


Vista dorsal (b), ventral (a) y lateral (c) de ejemplar examinado. Largo de 0,4 cm.

³⁶ VARELA, Amanda. Informe avance Visita a PNN EL COCUY 16-18 de diciembre de 2013. Bogotá D.C.: PROGRAMA NACIONAL PARA LA EVALUACION DEL ESTADO Y AFECTACION DE LOS FRAILEJONES EN LOS PARAMOS DE ANDES DEL NORTE, 2014. 3h.

Comentarios: Largo de 0,4 cm. Ejemplar cilíndrico, marrón oscuro brillante con tegumento punteado y sedas doradas erectas y densas en todo el cuerpo. Los adultos se observaron de manera abundante en galerías hechas en troncos de frailejones muertos. Los huevos se encontraban en su mayoría en la transición de corteza a madera, y las larvas se alimentaban de la medula. Este grupo de insectos hace sus galerías bajo la corteza formando un patrón, otros orificios en la madera y viven en mutualismo con los hongos que crecen en sus galerías (Marvaldi y Lanteri, 2005)³⁷.

Figura 8. Daño causado por el Curculionidae Scolytinae.



Galerías entre la corteza y la médula de frailejón *E.lopezii*(a y b).

En el Anexo C. se presentan otros Coleoptera identificados, que se encuentran asociados al *E.lopezii*, pero de acuerdo a las observaciones realizadas en campo no provocan un daño considerable.

³⁷MARVALDI, Adriana E.; LANTERI, Analía A. Key to higher taxa of South American weevils based on adult characters (Coleoptera, Curculionidea). Chile: Revista Chilena de Historia Natural, 2005. 78(65-87).

7.2 RESULTADOS DE ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DEL ORDEN COLEOPTERA

7.2.1 Resultado estructural de las unidades de evaluación

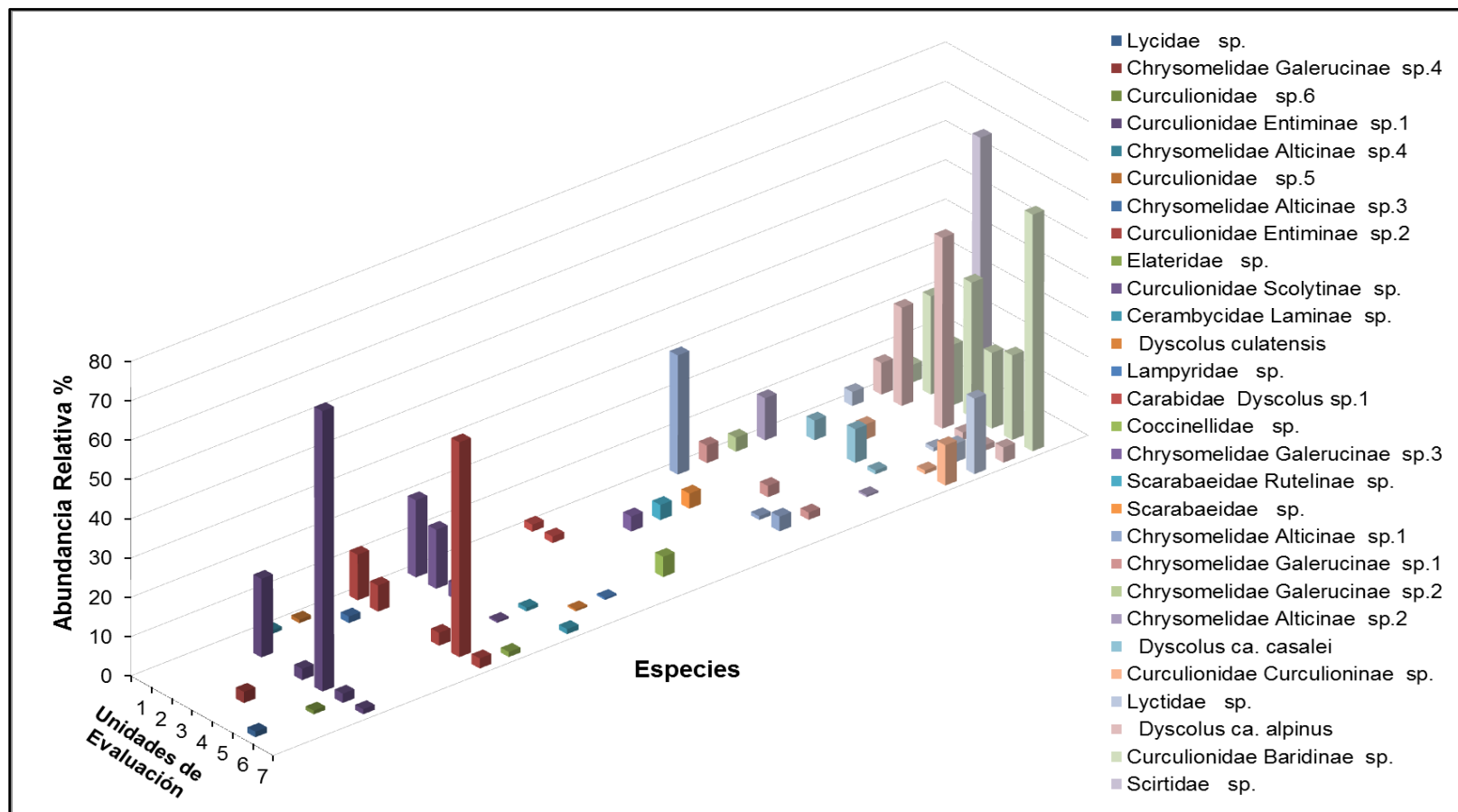
7.2.1.1 Abundancia absoluta y relativa La Cuadro 2 muestra los resultados de los insectos colectados en las 7 unidades de evaluación, de esta se puede afirmar que se obtuvo una abundancia total de 738 individuos siendo las unidades de evaluación más abundantes la 5 y 6 correspondientes a los Sectores de Hoya del Blanquiscal y Tres Tetas, respectivamente. El insecto más abundante en la unidad de evaluación 5 fue el Curculionidae de la subfamilia Entiminae especie sp.1 con 152 individuos, y fue el que alcanzó el mayor número de colectas por unidad de evaluación. El segundo insecto con mayor abundancia absoluta por unidad de evaluación fue el Curculionidae de la subfamilia Entiminae especie sp.2, en el Sector Tres Tetas con 117 insectos colectados. La unidad de evaluación del Sector de Valle de los Frailejones, aunque es una de las menos abundantes, presenta la segunda mayor abundancia relativa de todas las unidades de evaluación, ya que con la especie de la familia Scirtidae aporta el 65.38% de los insectos colectados (Ver figura 9). La unidad de evaluación con menor abundancia absoluta total es la del Sector Valle de los Frailejones con 26 insectos colectados, esto muy probablemente se debe a que son las unidades de muestreo más bajas altitudinalmente ya que se ubicaron sobre los 3850 m.s.n.m. Los insectos de las familias Cerambycidae, Chrysomelidae, Elateridae, Lampyridae, Licydae, Lyctidae y Scarabaeidae son menos abundantes y se encontraron visitando ocasionalmente en las horas diurnas a *E. lopezii*.

Cuadro2. Taxones y abundancia absoluta de los insectos del orden Coleoptera para el PNN El Cocuy.

INSECTOS				ABUNDANCIA POR UNIDAD DE EVALUACIÓN						
Familia	Subfamilia	Género	Especie o Morfoespecie	ABSOLUTA (Nº.Individuos)						
				1	2	3	4	5	6	7
Carabidae	Harpalinae	<i>Dyscolus</i>	<i>ca. alpinus</i>	9	15		17	4	3	3
			<i>ca. casalei</i>		3		3	2		
			<i>culatensis</i>						1	
			sp.1	2	1					
Cerambycidae	Laminae		sp.					2		1
Chrysomelidae	Alticinae		sp.1	34				2	8	
			sp.2	12					1	
			sp.3		1					
			sp.4	1						
	Galerucinae		sp.1	5			1		4	
			sp.2	4						
			sp.3			1				
			sp.4				1			
Coccinellidae			sp.						11	
Curculionidae	Baridinae		sp.	5	15	4	12	41	46	47
	Curculioninae		sp.			1			2	8
	Entiminae		sp.1		12		1	152	5	1
			sp.2	13	4			7	117	2
	Scolytinae		sp.	22	9	1		1		
			sp.1	1						
			sp.2						2	
Elateridae			sp.							1
Lampyridae			sp.						1	
Lycidae			sp.						3	
Lyctidae			sp.	4				2	10	15
Scarabaeidae	Rutelinae		sp.			1				
			sp.			1				
Scirtidae			sp.			17				
TOTAL				112	60	26	35	213	214	78

El cuadro muestra el número de insectos colectados dentro de las unidades de evaluación, para obtener estos datos se unificaron los resultados de las colectas realizadas en cada unidad de muestreo

Figura 9. Abundancia relativa de especie para las unidades de evaluación en el PNN el Cocuy.



La grafica muestra el porcentaje de abundancia relativa de las especies dentro de las unidades de evaluación, para obtener estos datos se unificaron los resultados de las colectas realizadas en cada unidad de muestreo.

7.2.1.2 Frecuencia absoluta y relativa Tomando como base la Cuadro 3 de frecuencias se puede deducir los individuos con mayor presencia en las unidades de evaluación. Es el caso del insecto Curculionidae de la subfamilia Baridinae el cual se colectó en un 100% en cuatro de las siete unidades de evaluación. El insecto *Dyscolusca. alpinus* también se encontró en una alta proporción en 6 de las 7 unidades de evaluación, por encima del 25%. La abundancia relativa comprueba también que estos dos tipos de insectos son los más frecuentes con un 30% en el Sector de El Tablón y el mayor porcentaje de frecuencia relativa de todos los insectos en todas las unidades de evaluación. Los insectos menos frecuentes son aquellos que solo se encontraron en una unidad de evaluación y con una frecuencia absoluta igual a 25%, como es el caso de *Dyscolusculatensis*, los Chrysomelidae Alticinae morfoespecies 3 y 4, la subfamilia Galerucinae morfoespecies 2, 3, 4, el Curculionidae morfoespecie 1, y los de las familias Elateridae, Lampyridae y Scarabaeidae.

Cuadro3.Taxones y frecuencia de los insectos del orden Coleoptera para el PNN El Cocuy

INSECTOS				FRECUENCIA POR UNIDAD DE EVALUACIÓN													
Familia	Subfamilia	Género	Especie o Morfoespecie	ABSOLUTA (%)							RELATIVA (%)						
				1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Carabidae	Harpalinae	<i>Dyscolus</i>	<i>ca. alpinus</i>	50	75		75	50	25	50	8	16.67		30.00	11.76	3.23	13.33
			<i>ca. casalei</i>		50		25	25				11.11		10.00	5.88		
			<i>culatensis</i>						25							3.23	
			sp.1	25	25						4	5.56					
Cerambycidae	Laminae		sp.					25		25					5.88		6.67
Chrysomelidae	Alticinae		sp.1	100				25	50		16				5.88	6.45	
			sp.2	25					25		4					3.23	
			sp.3		25							5.56					
			sp.4	25							4						
	Galerucinae		sp.1	50			25		50		8			10.00		6.45	
			sp.2	25							4						
			sp.3			25							11.11				
			sp.4				25							10.00			
Coccinellidae			sp.						75							9.68	
Curculionidae	Baridinae		sp.	50	100	50	75	100	100	100	8	22.22	22.22	30.00	23.53	12.90	26.67
	Curculioninae		sp.			25			50	75			11.11			6.45	20.00
	Entiminae		sp.1		75		25	100	75	25		16.67		10.00	23.53	9.68	6.67
			sp.2	100	50			50	100	50	16	11.11			11.76	12.90	13.33
	Scolytinae		sp.	100	50	25		25			16	11.11	11.11		5.88		
			sp.1	25							4						
			sp.2						25							3.23	
Elateridae			sp.							25							6.67
Lampyridae			sp.						25							3.23	
Lycidae			sp.						50							6.45	
Lyctidae			sp.	50				25	100	25	8				5.88	12.90	6.67
Scarabaeidae	Rutelinae		sp.			25							11.11				
			sp.			25							11.11				
Scirtidae			sp.			50							22.22				
TOTAL				625	450	225	250	425	775	375	100	100	100	100	100	100	100

Muestra el porcentaje de frecuencia absoluta y relativa de las especies dentro de las unidades de evaluación, para la frecuencia absoluta se tuvieron en cuenta el número de transectos en que aparecía la especie sobre el total de transectos instalados en la unidad de evaluación. Para la frecuencia relativa es la relación porcentual entre la frecuencia absoluta y la suma de estas.

7.2.2 Resultado de abundancia y frecuencia de insectos en el Costado Occidental del PNN El Cocuy Del Cuadro 4 se pueden realizar algunas inferencias como: se identificaron 11 familias en las que hay 9 subfamilias y dentro de las cuales existen 28 morfoespecies diferentes. La familia que mayor presenta subfamilias es la Curculionidae (cuatro identificadas), la que mayor morfoespecies presentó es la Chrysomelidae (ocho). Las subfamilias más abundantes son Entiminae y Baridinae con 314 y 170 ejemplares colectados respectivamente. Entiminae morfoespecies 1 fue la más abundante del costado con un porcentaje del 23.17%. El Curculionidae Baridinae además de ser uno de los más abundantes (170 ejemplares) es el más frecuente del área de estudio con una frecuencia relativa de 18.4%.

Cuadro4. Taxones, abundancia y frecuencia de los insectos del orden Coleoptera para el Costado Occidental del PNN El Cocuy.

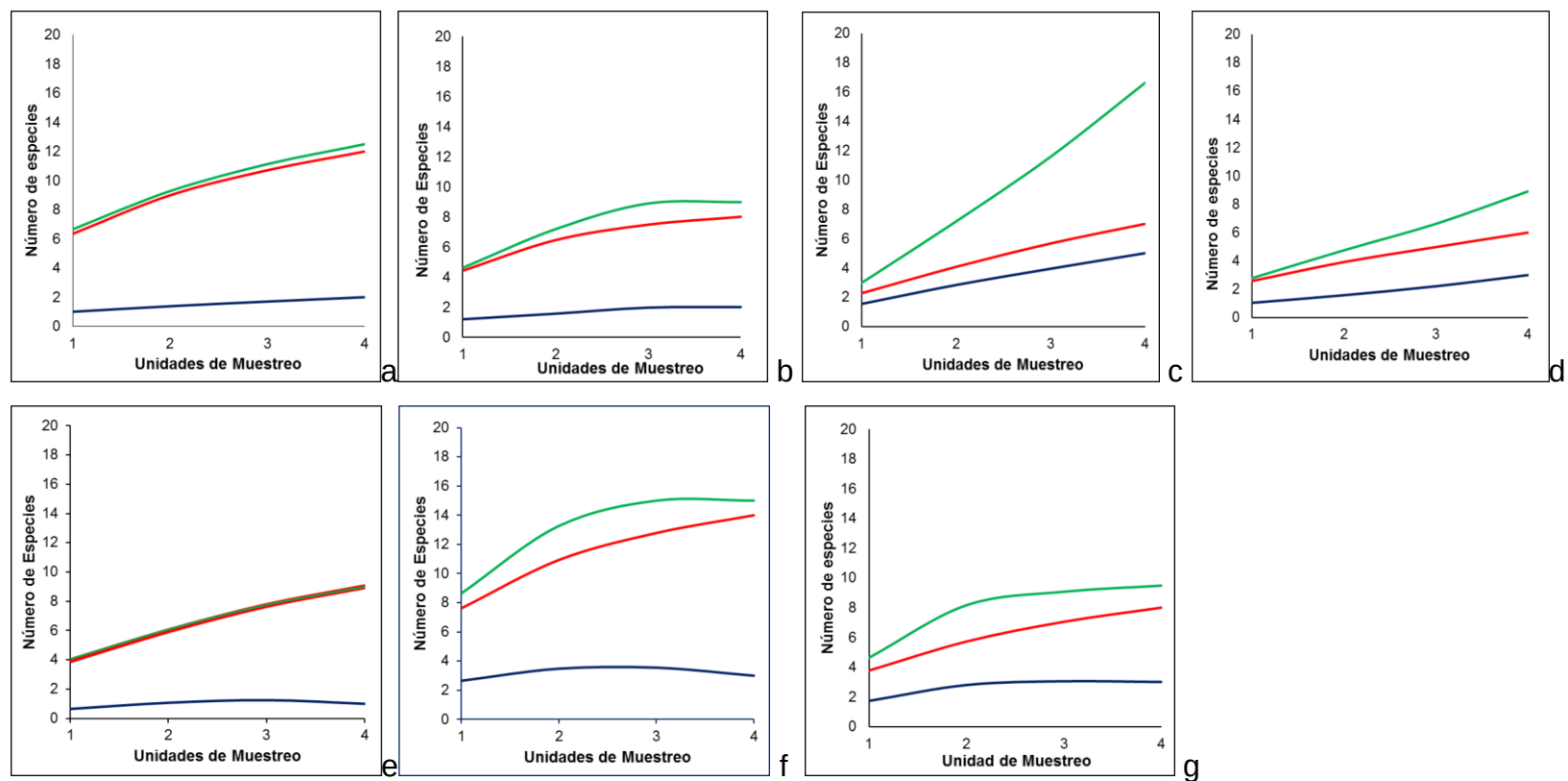
INSECTOS				RESULTADO ESTRUCTURAL			
Familia	Subfamilia	Género	Morfoespecie o Especies	Absoluta (N°.Individuos)	Relativa (%)	Absoluta (%)	Relativa (%)
Carabidae	Harpalinae	<i>Dyscolus</i>	<i>ca. alpinus</i>	51	6.91	46.43	10.40
			<i>ca. Casalei</i>	8	1.08	14.29	3.20
			<i>culatensis</i>	1	0.14	3.57	0.80
			sp.1	3	0.41	7.14	1.60
Cerambycidae	Laminae		sp.	3	0.41	7.14	1.60
Chrysomelidae	Alticinae		sp.1	44	5.96	25.00	5.60
			sp.2	13	1.76	7.14	1.60
			sp.3	1	0.14	3.57	0.80
			sp.4	1	0.14	3.57	0.80
	Galerucinae		sp.1	10	1.36	17.86	4.00
			sp.2	4	0.54	3.57	0.80
			sp.3	1	0.14	3.57	0.80
			sp.4	1	0.14	3.57	0.80
Coccinellidae			sp.	11	1.49	10.71	2.40
Curculionidae	Baridinae		sp.	170	23.04	82.14	18.40
	Curculioninae		sp.	11	1.49	21.43	4.80
	Entiminae		sp.1	171	23.17	42.86	9.60
			sp.2	143	19.38	50.00	11.20
	Scolytinae		sp.	33	4.47	28.57	6.40
			sp.1	1	0.14	3.57	0.80
			sp.2	2	0.27	3.57	0.80
Elateridae			sp.	1	0.14	3.57	0.80
Lampyridae			sp.	1	0.14	3.57	0.80
Lycidae			sp.	3	0.41	7.14	1.60
Lyctidae			sp.	31	4.20	28.57	6.40
Scarabaeidae	Rutelinae		sp.	1	0.14	3.57	0.80
			sp.	1	0.14	3.57	0.80
Scirtidae			sp.	17	2.30	7.14	1.60
TOTAL				738	100	446.43	100

Abundancia, frecuencia relativa y absoluta de las especies encontradas en el Costado Occidental se calcularon teniendo en cuenta los insectos hallados en las unidades de muestreo instaladas dentro de las unidades de evaluación.

7.2.3 Resultados de diversidad para las Unidades de Evaluación

7.2.3.1 Curvas de acumulación de especies De acuerdo con la figura 10. El muestreo de las unidades de evaluación a y e son muy representativas en cuanto al número de especies encontradas y esperadas ya que las curvas tienden hacer muy similares. Las figuras b, f y g según los singletons indican que el muestreo es eficiente pues las curvas tienden a estabilizarse enseñando que a medida que se aumente las unidades de muestreo el número de especies esperadas ira a mantenerse o disminuirse. Las gráficas de los sectores de Valle de los frailejones y el Tablón sugieren que el esfuerzo de muestreo debe aumentarse debido a que el índice de Chao 1 está muy por encima del número de especies esperadas.

Figura 10. Curvas de acumulación de especies de Coleoptera para las unidades de Evaluación del PNN El Cocuy



Las curvas de acumulación de especies para cada unidad de evaluación se obtuvieron a partir del número de especies encontradas en las cuatro unidades de muestreo instaladas dentro de ellas. a. Sector las Lajas b. Sector Lagunilla c. Sector Valle de los Frailejones d. Sector I Tablón e. Sector Hoya del Blanquiscal f. Sector Tres Tetras g. Sector las Cañas.

— Especies esperadas según Índice de Chao 1 — Especies observadas — Singletons

7.2.3.2 Diversidad α Los resultados de diversidad en la Cuadro 5 muestran que la unidad de evaluación seis presenta el mayor número de insectos (214) y el mayor número de especies (14). De acuerdo con los índices de α Fisher's y $D.\alpha$, como recíproco del índice de Simpson, muestra que la unidad de evaluación más diversa es el Sector las Lajas con un valor de 3.41 y 0.83 respectivamente. La unidad de menor diversidad es el Sector de la Hoya del Blanquiscal con un valor α Fisher's de 1.9 y $D.\alpha$ 0.45.

El índice de Simpson muestra que las unidades de evaluación 5 y 3 tienen los valores más altos, 0.55 y 0.46 respectivamente, revelando que en los sectores de Hoya del Blanquiscal y Valle de los Frailejones hay presencia de especies dominantes. Sin embargo el Valle de los Frailejones es la unidad que menor abundancia de insectos se colectó. En general para las unidades de evaluación 1, 2, 4, 6 y 7 se obtuvieron valores de riqueza bajos indicando que no hay ninguna especie dominante en particular.

El índice de Shannon para el sector de las Lajas (2.05) se encuentra entre el rango de los valores más frecuentes de diversidad (2-3). Las demás unidades de evaluación presentan índices de Shannon menores a 2 indicando que la diversidad en términos de equitatividad son bajos.

Cuadro5.Valores de índices de riqueza y diversidad específica en las unidades de evaluación.

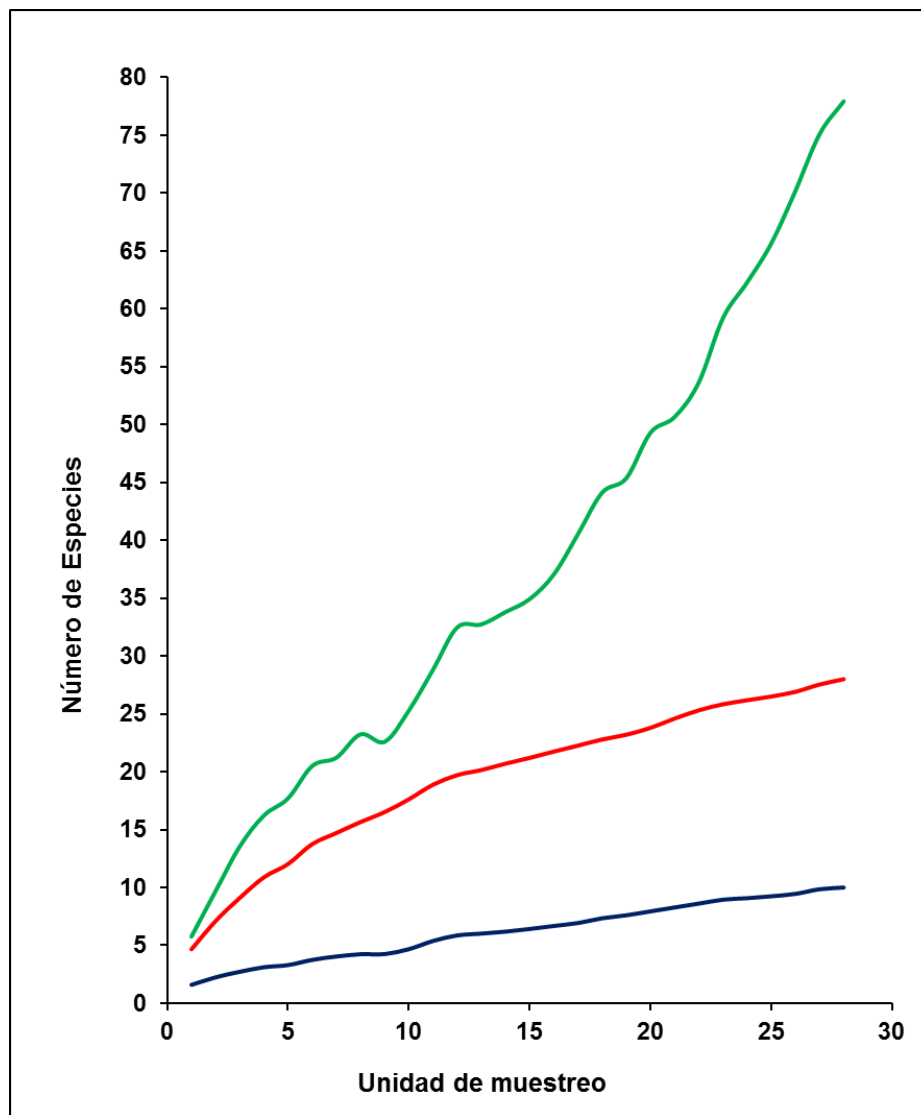
UNIDAD DE EVALUACIÓN	TOTAL DE INSECTOS	TOTAL DE ESPECIES	α Fisher's	SIMPSON	D. α	SHANNON
				λ	1- λ	H'
1	112	12	3.41	0.17	0.83	2.05
2	60	8	2.48	0.20	0.81	1.77
3	26	7	3.14	0.46	0.54	1.19
4	35	6	2.08	0.36	0.64	1.23
5	213	9	1.9	0.55	0.45	0.95
6	214	14	3.36	0.35	0.65	1.52
7	78	8	2.23	0.41	0.59	1.24

Índices de α Fisher's y D. α (diversidad),Simpson,y Shannon-Wiener (riqueza), obtenidos para las diferentes unidades de evaluación.

7.2.3.3 Diversidad β Teniendo en cuenta la curva de acumulación de especies para el área de estudio en la Figura 11, y según el Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad³⁸, este recomienda que si en las curvas de acumulación de especies no se obtiene más del 85% de las especies esperadas no se deben realizar análisis de similitud o complementariedad. En base a este parámetro, el número de especies colectadas fue de 28 y el número de especies esperadas es de 78 según el índice de Chao 1, la relación entre estos dos parámetros apenas llega al 36% de las especies esperadas, por tal motivo no se realiza el análisis de diversidad β .

³⁸VILLAREAL, H...[et. al]. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2004. p.149-197

Figura 11. Curva de acumulación de especies de muestreo de Coleópteros en el Costado Occidental del PNN El Cocuy



Curva de acumulación de especies para el Costado Occidental del PNN El Cocuy a partir del número de especies encontradas en las veintiocho unidades de muestreo instaladas dentro de las siete unidades de evaluación.

— Especies esperadas según Índice de Chao 1 — Especies observadas
— Singletons

7.2.4 Distribución de las especies en cada una de las unidades de evaluación. La distribución de coleópteros en el costado Occidental del PNN El Cocuy. (Figura 12) muestra como resultados que la familia Curculionidae está presente en la mayoría de unidades de evaluación. Los insectos del género *Dyscolusca. alpinus* se distribuyen en seis de las siete unidades de evaluación exceptuando el Sector de Lagunillas donde no se encontraron.

La subfamilia Baridinae se dispersa por todo el costado ya que fue encontrado en los siete sectores donde se instalaron las unidades de muestreo. La familia Chrysomelidae con sus diferentes morfoespecies se presentó en 6 unidades de evaluación faltando solamente en el sector de las Cañas. Las Familias Coccinellidae, Elateridae, Lampyridae, Lycidae, Scarabaeidae, Scirtidae se encontraron solamente en las unidades de evaluación 3, 6 y 7.

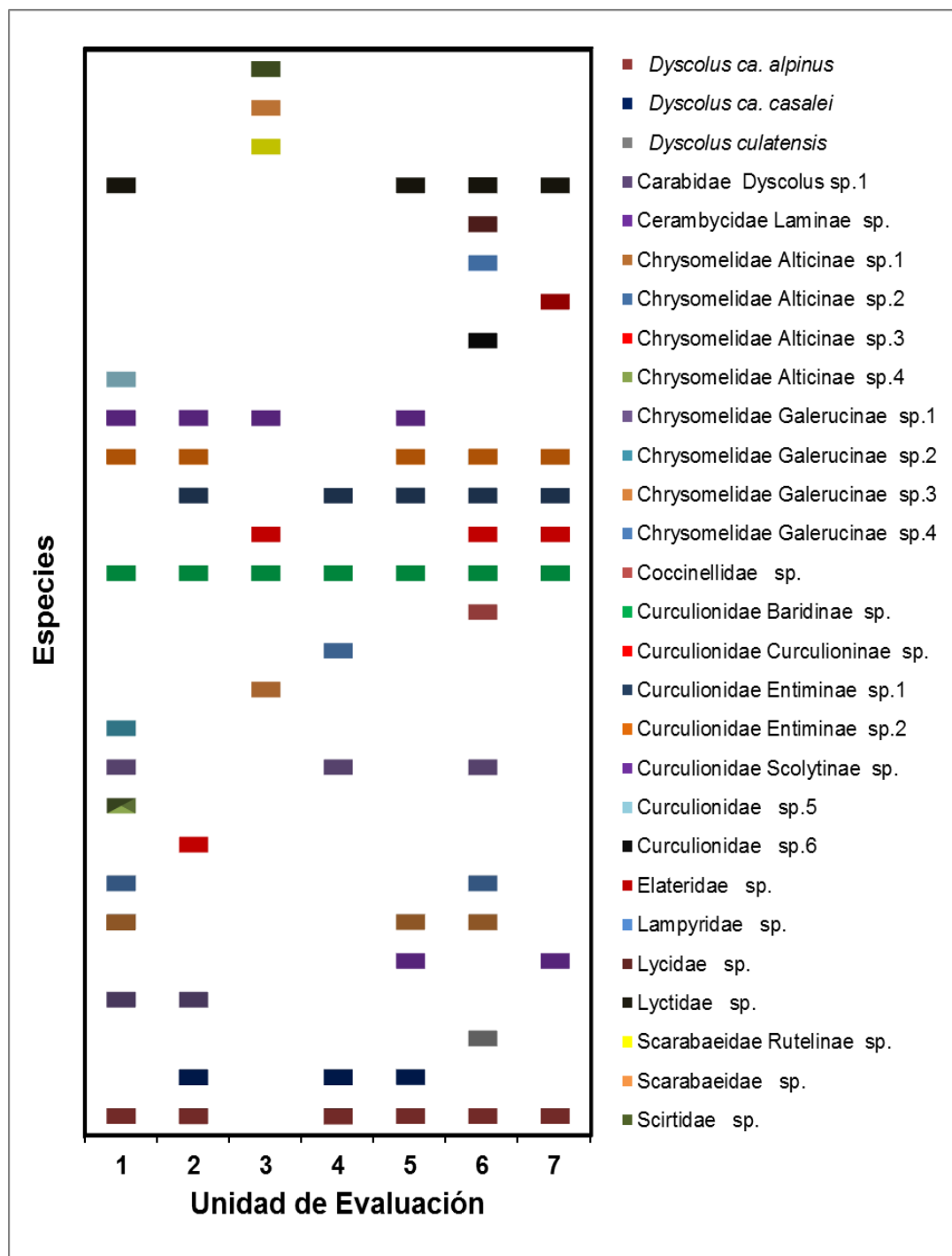
El cuadro 6 según los tipos básicos de distribución de las poblaciones de insectos indica que la mayoría de morfotipos se encuentra de forma agregada dentro de las unidades de evaluación.

La agregación o amontonamiento es un tipo muy común de patrón de dispersión y puede deberse entre otros, a los siguientes factores: métodos de reproducción, razones sociales entre los animales, conservación de condiciones fisiológicas favorables como el mantenimiento de contenido de humedad en los cuerpos, control de temperatura necesaria para la incubación de crías etc. Particularmente esta distribución se debe a la asociación y beneficios que brindan las poblaciones de *E.lopezi* al desarrollo de los insectos.

Los insectos en los cuales solo se colectó un individuo. Están distribuidos al azar en el Costado Occidental del PNN El Cocuy. Esta distribución aparece cuando no existen razones especiales o factores ambientales limitantes que condicionen un cierto tipo de distribución. Cuando se presenta una uniformidad ambiental, no existe una interacción específica con otros individuos o poblaciones y hay una buena dispersión; es decir, se presenta la dispersión al azar o distribución fortuita³⁹.

³⁹SANCHEZ FELIX, Hildelisa, GUERERO SANCHEZ, Fernando, CASTELLANOS VAZQUEZ, Miguel A. Ecología. [En línea]. Zapopan, Jalisco México: Editorial Umbral, 2005. p.71. [Citado 25-October-2014]. Disponible en internet: http://books.google.com.co/books?id=Zo2tr6uOmGIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Figura 12. Distribución de especies en las unidades de evaluación.



La grafica presenta veintiocho especies diferentes encontradas dentro de las cuatro unidades de muestreo ubicadas en cada unidad de evaluación.

Cuadro 6. Distribución de insectos en el Costado Occidental del PNN El Cocuy.

INSECTOS				DISTRIBUCION		
Familia	Subfamilia	Género	Especie o Morfoespecie	Coeficiente	Tipos	
Carabidae	Harpalinae	<i>Dyscolus</i>	<i>ca. alpinus</i>	5.89		Agregado
			<i>ca. casalei</i>	1.88		Agregado
			<i>culatensis</i>	1.00	Al azar	
			sp.1	1.44		Agregado
Cerambycidae	Laminae		sp.	1.44		Agregado
Chrysomelidae	Alticinae		sp.1	25.12		Agregado
			sp.2	10.85		Agregado
			sp.3	1.00	Al azar	
			sp.4	1.00	Al azar	
	Galerucinae		sp.1	3.23		Agregado
			sp.2	4.00		Agregado
			sp.3	1.00	Al azar	
			sp.4	1.00	Al azar	
Coccinellidae			sp.	11.00		Agregado
Curculionidae	Baridinae		sp.	15.70		Agregado
	Curculioninae		sp.	5.48		Agregado
	Entiminae		sp.1	130.30		Agregado
			sp.2	89.79		Agregado
	Scolytinae		sp.	14.55		Agregado
			sp.1	1.00	Al azar	
			sp.2	2.00		Agregado
Elateridae			sp.	1.00	Al azar	
Lampyridae			sp.	1.00	Al azar	
Lycidae			sp.	3.00		Agregado
Lyctidae			sp.	7.82		Agregado
Scarabaeidae	Rutelinae		sp.	1.00	Al azar	
			sp.	1.00	Al azar	
Scirtidae			sp.	17.00		Agregado

La distribución se obtuvo en base al coeficiente de relación entre la varianza y el promedio ($S^2/\bar{x}$) de la abundancia de los insectos en cada unidad de evaluación. Si el coeficiente es igual a 1 la distribución es al azar, si es mayor a 1 la distribución es agregado y si es menor que 1 la distribución es uniforme.

7.2.5 Resultados de la unidad de registro

7.2.5.1 Abundancia absoluta y relativa El frailejón en estado sano presentó una sola familia de insectos colectados (Curculionidae) y dos subfamilias (Baridinae y Scolytinae). Los insectos de la subfamilia Baridinae sólo se encontraron en las unidades de registro seleccionadas dentro de las unidades de evaluación 6 y 7. El insecto de la subfamilia Scolytinae obtuvo una mayor abundancia (18) en *E.lopezii* del Sector las Lajas (Figura 13a).

En el caso de *E.lopezii* en estado enfermo o atacado se colectaron seis familias de insectos distribuidas en ocho morfoespecies diferentes, siendo la más abundante la Lyctidae con 15 individuos en cuatro de las siete unidades de registro seleccionadas (Figura 13b). Dentro de las unidades de registro 3, 4 y 7, dos presentaron la menor abundancia pues sólo se colectaron de uno a dos individuos por frailejón.

En los individuos de *E.lopezii* muertos se encontraron asociadas tres familias diferentes, con seis morfoespecies diferentes. Dentro de las más relevantes se encuentra la familia Lyctidae y la subfamilia Scolytinae. Donde el mayor número de insectos para la familia Lyctidae (24) se colectó en *E.lopezii* del sector Hoya del Blanquiscal y para la familia Scolytinae el mayor número de insectos (671) se colectó en la unidad de registro seleccionada en el Valle de los frailejones (Figura 13c).

La Figura 14c permite observar la diversidad de insectos colectados en el frailejón en estado enfermo o atacado, ya que se colectaron ocho insectos de diferentes especies, a diferencia de los frailejones en estado sano y muerto que sólo se colectaron dos y seis especies, respectivamente. También permite observar una distribución del insecto de la subfamilia Scolytinae en el frailejón en estado muerto, ya que los *E.lopezii* seleccionados en las unidades de evaluación 1 y 7 presentaron las menores abundancias y la unidad de evaluación del sector Valle de los Frailejones en la parte central, tiene la mayor presencia de este insecto con una abundancia relativa superior al 25%.

Figura 13. Abundancia absoluta de insectos encontrados dentro de *E. lopezii*.

INSECTOS				ABUNDANCIA ABSOLUTA (N° Individuos)						
Familia	Subfamilia	Género	Especie o Morfoespecie	Unidad de registro						
				1	2	3	4	5	6	7
Curculionidae	Baridinae		sp.	0	0	0	0	0	1	1
	Scolytinae		sp.	18	0	0	0	0	0	0

a.

INSECTOS				ABUNDANCIA ABSOLUTA (N° Individuos)						
Familia	Subfamilia	Género	Especie o Morfoespecie	Unidad de registro						
				1	2	3	4	5	6	7
Carabidae	Harpalinae	<i>Dyscolus</i>	<i>ca. alpinus</i>	0	0	0	2	0	0	0
Chrysomelidae	Galerucinae		sp.	0	0	0	0	0	1	0
Cleridae			sp.	0	0	0	0	1	0	0
Coccinellidae			sp.	0	0	0	0	0	3	0
Curculionidae	Baridinae		sp.	1	0	0	0	2	1	0
	Entiminae		sp.	0	3	0	0	0	0	0
	Scolytinae		sp.	2	2	2	0	0	0	1
Lyctidae			sp.	6	1	0	0	6	2	0

b.

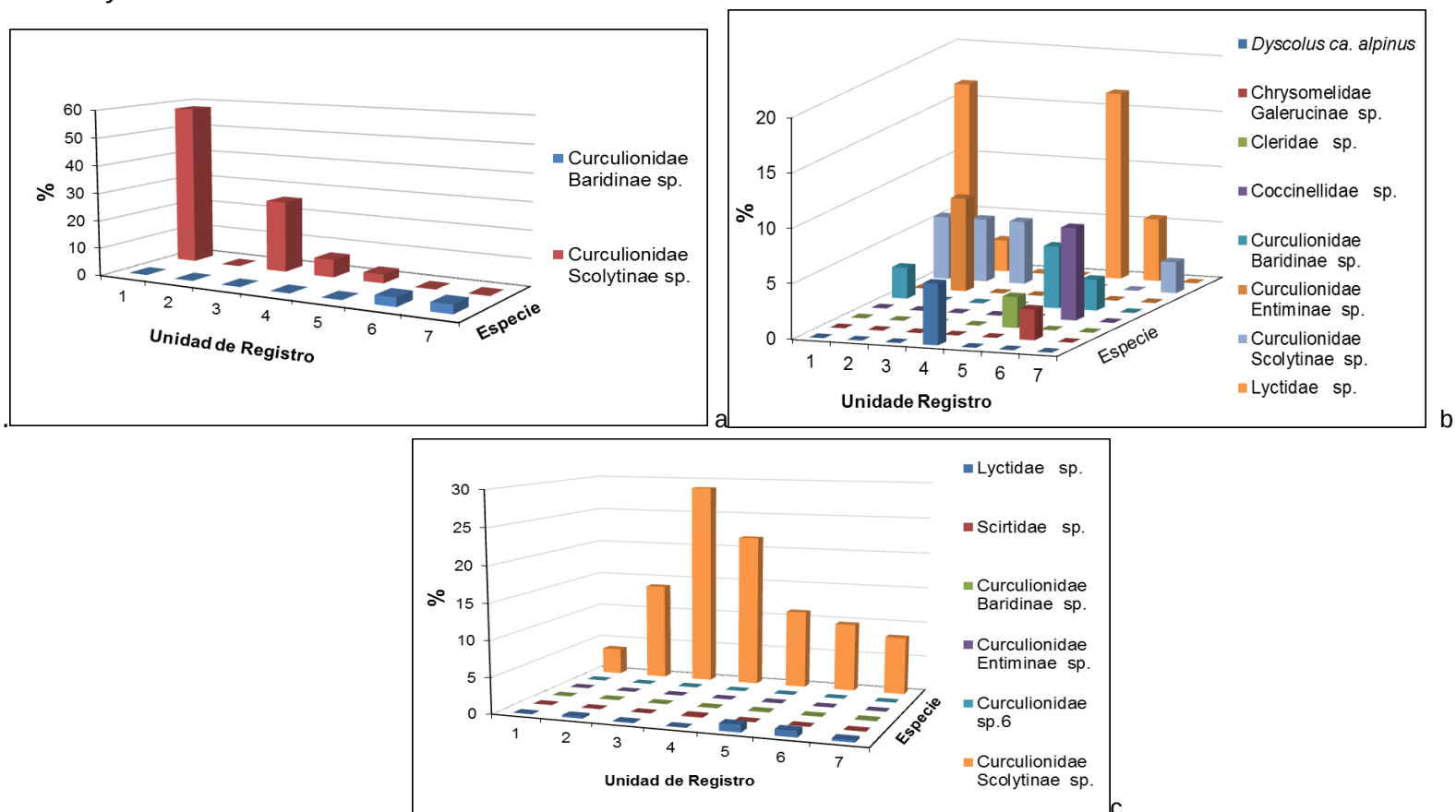
INSECTOS				ABUNDANCIA ABSOLUTA (N° Individuos)						
Familia	Subfamilia	Género	Especie o Morfoespecie	Unidad de registro						
				1	2	3	4	5	6	7
Lyctidae			sp.	0	6	2	0	24	20	7
Scirtidae			sp.	0	0	0	4	0	0	0
Curculionidae	Baridinae		sp.	0	1	1	1	2	1	2
	Entiminae		sp.	0	0	0	0	1	0	0
			sp.6	0	0	1	0	0	0	0
	Scolytinae		sp.	87	322	671	505	258	225	190

c.

Las tablas muestran la abundancia absoluta de los insectos encontrados dentro de las unidades de registro en diferentes estados sanitarios, correspondiente a cada unidad de evaluación.

a. Frailejón en estado sano. b. Frailejón en estado enfermo o atacado. c. Estado frailejón muerto.

Figura 14. Abundancia relativa de los insectos encontrados dentro de las unidades de registro (*E. lopezii*) en el PNN El Cocuy



Las gráficas muestran el porcentaje de abundancia relativa de las especies encontradas en las unidades de registro en diferentes estados sanitarios, seleccionadas dentro de las unidades de evaluación.

a. Frailejón en estado sano. b. Frailejón en estado enfermo o atacado c. Frailejón en estado muerto.

7.3 DAÑOS OBSERVADOS EN EL *E. lopezii* PARA CADA UNIDAD DE EVALUACIÓN

El mayor tipo de daño en los frailejones *E. lopezii* dentro de las unidades de evaluación es el número 2 con un 56.61%, correspondiente a cambios de coloración en las hojas maduras las cuales se tornan amarillas en el Sector de Valle de los Frailejones. Las causas posibles de la clorosis son el drenaje insuficiente, las raíces dañadas, las raíces compactadas, la alcalinidad alta y las deficiencias nutricionales de la planta. Las deficiencias nutricionales pueden ocurrir debido a que el suelo no es rico en nutrientes o porque estos no están disponibles por el pH alto (suelo alcalino). También es posible que los nutrientes no puedan absorberse porque las raíces de las plantas están dañadas o poco desarrolladas⁴⁰.

Entre los daños de menor importancia dentro de los sectores se encuentran 3, 5, y 6 con valores de 5,28%, 3,20% y 3% respectivamente, presentes en el Valle de los Frailejones y Lagunillas. Los resultados de la Cuadro 7 indican que para el Costado Occidental los mayores daños que presentaban las poblaciones de *E. lopezii* son: perdida de parte de las hojas por herbívora y presencia de perforaciones en las hojas recién emergidas o en las maduras con un 39.06%, cambios de coloración en las hojas maduras, las cuales se tornan amarillas con un 41.62% y hojas caídas o debilitadas con un 17.69%.

⁴⁰SCHUSTER, James. Enfoques: plantas y enfermedades. [En línea]. Extensión de la Universidad Illinois en Urbana-Champaign. [Citado 17-Noviembre-2014]. Disponible en internet: http://urbanext.illinois.edu/focus_sp/chlorosis.cfm

Cuadro7.Porcentaje de tipos de daños presentados por los frailejones *E. lopezii*.

UNIDAD DE EVALUACIÓN	SECTOR	TIPO DAÑO (%)					
		1	2	3	4	5	6
1	Las Lajas	28.57	31.746	0	39.68	0	0
2	Lagunillas	46.54	39.57	0	10.88	0	3.00
3	Valle de los frailejones	20.66	56.61	5.28	14.26	3.20	0
4	El Tablón	47.7	38.65	0	13.65	0	0
5	Hoya del blanquiscal	41.3	40.93	0	17.76	0	0
6	Tres Tetas	44.79	40.72	0	14.49	0	0
7	Las cañas	43.83	43.1	0	13.07	0	0
	PROMEDIO	39.06	41.62	0.75	17.69	0.46	0.43
	DESVIACIÓN ESTANDAR	10.33	7.51	1.99	9.91	1.21	1.13

Porcentajes de daños observados en los frailejones *E.lopezii* dentro de las unidades de muestreo estos datos fueron analizados para cada unidad de evaluación. 1. Pérdida de parte de las hojas por herbívora y presencia de perforaciones en las hojas recién emergidas o en las maduras. 2. Cambios de coloración en las hojas maduras las cuales se tornan amarillas (Clorosis). 3. Deformaciones en las hojas, como entorchamiento, ondulamiento, forma de “acordeón”. 4. Hojas caídas o debilitadas. 5. Hojas deformes con manchas o polvillo color negro o blanco. 6. Corte en el eje floral y signos de perforación en el sitio del corte (se ve vacío hacia adentro).

7.4 RELACIÓN ENTRE INSECTOS Y DAÑOS PRESENTES EN *E. lopezii*.

El coeficiente de correlación de Spearman y el nivel de significancia obtenidos en el Cuadro 8 indica que las correlaciones entre la abundancia de insectos y los daños observados son bajas. La abundancia del insecto de la subfamilia Baridinae presenta baja correlación respecto a la herbivoría observada en el *E.lopezii* indicando que hay otros factores que también influyen en este tipo de daño, como lo pueden ser los insectos de la subfamilia Entiminae morf. especies 1. Esta relación se debe a que estos insectos de la

familia Curculionidae en su estado adulto se alimentan de los brotes y hojas de las plantas.⁴¹

Los insectos de la subfamilia Entiminae morfoespecie sp.2 presenta una correlación de baja (0.37) con las hojas caídas o debilitada observadas en el *E.lopezii*. Esta relación se debe muy probablemente a que los insectos de la subfamilia Entiminae en estado larvario atacan el sistema radicular de la plantas, impidiendo que estas tomen los nutrientes adecuadamente y por lo tanto se debilita.⁴²

Cuadro 8. Correlación y la significancia asociada, entre abundancia de insectos y los daños presentes en *E.lopezii* del PNN El Cocuy.

CORRELACIÓN											
INSECTOS				DAÑO							
Familia	Subfamilia	Genero	Morfoespecie o especie	1		2		3		4	
				<i>r_s</i>	P	<i>r_s</i>	P	<i>r_s</i>	P	<i>r_s</i>	P
Curculionidae	Baridinae		sp.	0.33	0.08	-0.05	0.80	-0.33	0.09	-0.21	0.28
Curculionidae	Entiminae		sp.1	0.30	0.12	-0.02	0.91	-0.23	0.24	-0.20	0.30
Curculionidae	Entiminae		sp.2	-0.12	0.54	-0.52	0.00	-0.26	0.18	0.37	0.05
Cuculionidae	Curculioninae		sp.	0.13	0.52	0.34	0.07	0.18	0.36	-0.36	0.06
Carabeidae	Harpalinae	<i>Dyscolus</i>	<i>ca. alpinus</i>	0.01	0.96	-0.33	0.08	-0.24	0.21	0.04	0.83
Carabeidae	Harpalinae	<i>Dyscolus</i>	<i>ca. casalei</i>	0.22	0.26	-0.06	0.76	-0.11	0.57	-0.17	0.39
Curculionidae	scolytinae		sp.	-0.14	0.47	-0.03	0.86	0.07	0.71	0.01	0.96

⁴¹SELFA, Jesús & ANENTO, Jorge Luis. Plagas Agrícolas y Forestales. [En línea]. 20 a ed. Valencia: Departamento de Biología Animal (Entomología). Universidad de Valencia, 1997. [Citado 13-Noiembre-2014]. Disponible en internet: http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_20/B20-006-075.pdf

⁴²GARZA PUENTES, Jennifer Paola. Estudios Biológicos del Tiroteador de la Papa *Naupactus* sp. (Coleóptera curculionidae). Trabajo de grado Bióloga. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Carrera Biología, 2006.p.58-82

Relación entre la abundancia del insecto en las siete unidades de evaluación y los daños presentes en el *E.lopezii*, por medio de la correlación de Spearman. 1. Pérdida de parte de las hojas por herbívora y presencia de perforaciones en las hojas recién emergidas o en las maduras. 2. Cambios de coloración en las hojas maduras las cuales se tornan amarillas (clorosis). 3. Deformaciones en las hojas, como entorchamiento, ondulamiento, forma de “acordeón”. 4. Hojas caídas o debilitadas. r_s valor del estadístico. P significancia asociada a r_s .

8. DISCUSIÓN

8.1 RELACIÓN INSECTO- *E. lopezii*

De las 11 familias obtenidas la que mayor riesgo representa para los *E.lopezii*esCurculionidae. Estos insectos en estado adulto provocan la mayor parte de la herbivorías en las hojas de la roseta observadas en esta investigación. En estado larvario los insectos consumen parte de la corteza, madera y médula de la planta impidiendo el normal transporte de los nutrientes por las estructuras internas de la planta. Estos insectos tiene una hábito nocturno donde realizan la mayor parte de actividades como la alimentación y reproducción, en el día se resguardan bajo la necromasa o bajo el suelo.

Entre los curculiónidos existe una gran variedad de comportamiento de ovoposición, que está muy relacionado con el tipo de sustrato el medio ambiente y la morfología del rostro y del ovopositor de las hembras. Las hembras de la subfamilia Entiminae por tener un rostro pequeño y ancho no abren huecos en el sustrato, pero buscan lugares cercanos a la planta hospedera de la larva⁴³.Con base en esto las larvas de los Entiminae desarrolladas en el suelo atacan el sistema radicular del *E.lopezii* provocando que estas plantas no obtengan su alimento de manera adecuada y empiecen a presentar clorosis y debilitarse, siendo este tipo de daños el más común observado en los frailejones. En los días soleados este tipo de insectos aprovechan para trasladarse y dispersarse, pero su mayor actividad la tienen en las horas nocturnas cuando ascienden por el tallo

⁴³GARZA PUENTES, Jennifer Paola. Estudios Biológicos del Tiroteador de la Papa *Naupactus* sp. (Coleóptera curculionidae). Trabajo de grado Bióloga. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias, 2006. p.32

de *E.lopezii* hasta la roseta para alimentarse de las hojas tiernas y de paso realizando proceso de cópula. La presencia de este insecto en la zona de páramo puede estar muy ligada con la expansión de la frontera agropecuaria ya que las unidades de evaluación que mayor abundancia de este insecto presentan (Sector Hoya del Blanquiscal y Tres Tetás) se encuentran fuertemente influenciados por áreas con cultivos de papa, potreros y ganadería extensiva de ovinos.

Según Guedes y Parra (2004), Marvladi(1999), Chapman(1988), citado por Garza (2006) Las hembras de Curculionidae Baridinae presentan rostro delgado y largo y se caracterizan por realizar agujeros en la superficie de oviposición (tallos, raíces y frutos), por donde introducen el ovipositor para colocar las posturas, que quedan atrapadas con sustrato regurgitado o por suelo. Este insecto además de ser uno de los más abundantes es el más frecuente en el Costado Occidental del PNN el Cocuy, es de especial atención pues los daños que causa al *E.lopezii* también son considerables, ya que provocan herbivoría y entorchamiento de las hojas tiernas de la roseta. Se observaron casos en los que este insecto provoca la muerte descendiente y ascendiente de los *E.lopezii*. En el primer caso los insectos se reúnen sobre el meristemo del frailejón logrando que las hojas nuevas empiecen a podrirse o descomponerse debilitándolo y causando posteriormente su muerte. En el segundo caso la muerte ascendiente del *E.lopezii* se producen cuando los insectos adultos colocan sus huevos en la base del frailejón entre la corteza y la madera cumpliendo allí su ciclo de vida. En estado larvario los insectos consumen parte de corteza y madera llegando en casos hasta la médula lo que provoca que la planta se debilite internamente, y esta condición sea aprovechada por otros organismos como insectos u hongos que aceleran su muerte.

Los insectos del género *Dyscolus* fueron abundantes en este estudio pero no los más importantes relacionados con los tipos de daños observados, ya que este tienen hábitos depredadores. Su hábitat son los sitios húmedos, manteniéndose refugiados en el día bajo el suelo u otras plantas. Todas las recolecciones fueron realizadas en horas de la noche y en la roseta del frailejón, pero esto no representa que dichos individuos causen herbivoría.

Las familias Cerambycidae, Chrysomelidae, Coccinellidae, Elateridae y Scarabaeidae son consideradas plagas forestales. En estado adulto y larvario estos insectos provocan la defoliación de las plantas⁴⁴. Sin embargo en esta investigación estos insectos están asociados al *E.lopezii* de forma simbiótica, donde el frailejón les ofrece refugio y a la vez dichos insectos ayudan a la planta en el proceso de polinización y dispersión.

8.2 RELACIÓN INSECTO ESTADO SANITARIO *E.lopezii*

Los frailejones sanos presentaban una alta vigorosidad con una roseta erecta, hojas lisas sin ninguna presencia de herbivoría, internamente el tallo no presenta signos de ataque por insectos y la médula se observaba de un color blanquecino en toda su estructura. Dentro de la necromasa se encontraron insectos de las subfamilias Baridinae y Scolytinae siendo estos insectos entomofauna asociada al *E.lopezii* posiblemente esperando el momento de poder incursionar dentro del tallo.

⁴⁴SELFA, Jesús & ANENTO, Jorge Luis. Plagas Agrícolas y Forestales. [En línea]. 20 a ed. Valencia: Departamento de Biología Animal (Entomología).Universidad de Valencia, 1997. [Citado 13-Notiembre-2014]. Disponible en internet: http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_20/B20-006-075.pdf

El frailejón atacado se caracterizaba por tener hojas con herbivoría, entorchamiento amarillamiento y polvillo. El tallo presentaba galerías superficiales sobre la corteza indicando que cuando la planta se encontraba vigorosa esta exudaba resinas (trementina) para sellar las heridas y así evitar el ataque de otros insectos u hongos. La médula en estos puntos empezaba a tornarse de color negro. En este estado de frailejón hay una mayor diversidad de insectos ha sido encontrándose familias como Crhysomelidae, y Curculionidae las cuales fueron reportadas en los insectos asociados a la necromasa *Espeletia hartwegiana* Cuatrec. (Quintero 2010). Los daños provocados por las subfamilias Baridinae Scolytinae y Entiminae se encuentran muy relacionados con las características del estado del frailejón descritas anteriormente. El polvillo en las hojas nuevas y el meristemo es indicador de la presencia de larvas del orden Lepidoptera. consumidoras del meristemo

La roseta del frailejón muerto reflejaba la alta debilidad de la planta, cuando las hojas se decaían por la pérdida de turgencia, y las hojas nuevas del meristemo salían más cortas y deformes indicando la detención en el crecimiento de la planta. Entre la corteza y la madera se encontraron galerías construidas por insectos de la subfamilia Scolytinae, las cuales se presentaban en la parte superior del tallo llegando hasta la base de la roseta donde el espesor de la madera no es tan grande, posiblemente permitiendo así taladrar más fácilmente hacia la médula. Los insectos colocaban sus huevos a medida que se iban introduciendo en el tallo, la médula al ser taladrada por las larvas empezaba a tornarse café. En los sectores de Las Lajas y Las Cañas se observaron insectos en estado de pupa y larvario de la subfamilia Baridinae en la base del tronco del frailejón, causando los mismos daños del Scolytinae. En la necromasa se encontraban insectos de la familia Lyctidae la cual cumple la función de descomponer toda la hojarasca muerta.

9. CONCLUSIONES

Los insectos Curculionidae de las subfamilias Baridinae y Entiminae en estado adulto provocan herbivoría en las hojas de la roseta del *E.lopezii*. Los Baridinae completan todo su ciclo de vida en la especie vegetal, las larvas se alimentan de corteza y madera causándole en la mayoría de los casos una muerte progresiva al frailejón. En estado adulto se alimentan y se reproducen en las noches sobre la roseta del frailejón. La subafmliaEntiminae se desarrolla dentro del suelo y se reporta que las larvas se alimentan del sistema radicular de las plantas, en esta investigación este fenómeno no fue observado pero se logró ver que en estado adulto este tipo de insectos también se alimentan y se reproducen en la roseta del frailejón.

De los 6 tipos de daños evaluados en el *E.lopezii* los cambios de coloración en las hojas maduras las cuales se tornan amarillas, es la más frecuente con un 41.6%, seguido de perdida de parte de la hojas por herbívora y presencia de perforaciones en las hojas recién emergidas o en las maduras con un 39% y hojas caídas o debilitadas con un 17.7%. según las observaciones y los insectos colectados los más relacionados con estos signos son Curculionidae de las subfamilias Baridinae, Entiminae y Scolytinae ya que atacan el sistema radicular, la corteza, madera, medula y roseta del frailejón.

Por medio de las capturas realizadas en las 28 unidades de muestreo, establecidas dentro de 7 unidades de evaluación del Costado occidental del Parque Nacional Natural El Cocuy, se lograron identificar para el orden Coleoptera 11 familias dentro de las cuales se hallan 9 subfamilias distribuidas en 28 morfotipos diferentes. Dentro de estas familias se encuentran Carabidae,

Cerambycidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Coccinellidae, Elateridae, Lyctidae, Lycidae, Lampyridae, Scarabaeidae, Scirtidae. Para el orden Lepidoptera se capturaron y clasificaron 76 morfotipos diferentes.

A partir del número de especies encontradas, abundancia, índice de Menhinick, alfa de Simpson e índice de Shannon se logró establecer que la unidad de evaluación con alta diversidad de insectos del orden Coleoptera es el sector de Las Lajas. La unidad de evaluación que presentó una alta riqueza de especies es el Sector del Valle de los Frailejones posiblemente se debe a que las unidades de muestreo se ubicaron a una altitud más baja (3870 m.s.n.m) que las otras unidades de muestreo (4100 m.s.n.m).

El insecto que mejor se distribuye en el Costado Occidental del PNN El Cocuy pertenece a la subfamilia Baridinae ya que se encontró en las 7 unidades de evaluación. De acuerdo con los tipos de distribución este insecto se encuentra de forma agregada o agrupada concentrándose en partes específicas del hábitat como son las poblaciones de *E.lopezii*. Los insectos distribuidos al azar visitan espontáneamente al frailejón por lo tanto sus colectas fueron mínimas y aleatorias.

A través del análisis minucioso de los frailejones en diferentes estados fitosanitarios (Sano, enfermo o atacado y muerto) se logró establecer que subfamilia Scolytinae, puede causar la muerte del *E.lopezii*. La habilidad para causar este fenómeno está asociada a la abundancia de insectos que esté presente, pero en la mayoría de los casos esta muerte está asociada a la facilidad con que el frailejón se deje invadir, ya que el ataque a sus estructuras internas es neutralizado por la planta por medio de resinas (trementina) y la herbivoría se terminan a medida que nuevas hojas van emergiendo. Es muy factible que si la

planta, por condiciones externas se debilita, un ataque de insectos de las subfamilias Baridinae y Scolytinae a sus estructuras internas le causaran progresivamente su muerte.

10. RECOMENDACIONES

- ✓ Es necesario que el Parque Nacional Natural de El Cocuy realice seguimientos a mediano y largo plazo usando las unidades de muestreo demarcadas de *E. lopezii* y se lleven registros de la afectación y daños que se encuentran en ellos.
- ✓ Es importante que se lleve a cabo un estudio del ciclo biológico de los insectos para tener más claridad de su desarrollo de vida y los daños que causan, desde su estado larvario hasta convertirse en adulto. Esto permitirá obtener más información sobre posibles problemas de insectos y así lograr su control.
- ✓ Realizar investigaciones más detalladas de: suelo, hongos y otros agentes de daño para *E. lopezii* ya que los insectos no son los responsables de los únicos de debilitamiento y muerte de los frailejones.
- ✓ Para futuros proyectos de inventarios de biodiversidad de insectos es importante aumentar las unidades de muestreo y horas de colecta, ya que los estilos de vida de los insectos son muy diversos y complejos logrando que varíe mucho sus poblaciones en cuanto lugar y tiempo.
- ✓ Realizar con la identificación taxonómica de los Lepidópteros que fueron donados a la Universidad Nacional de Colombia con el fin de obtener más información de la relación que tienen estos con los daños a los frailejones.

✓ Esta investigación se debe complementar con otros estudios en diferentes temporalidades que permitan observar el cambio de la abundancia de insectos a través del tiempo y así poder llevar un control de sus poblaciones.

✓ Por último se debe tener conciencia de que los páramos por ser áreas estratégicas se deben conservar y proteger, ya que son las zonas de recarga hídrica y hábitat de gran biodiversidad de fauna y flora, por este motivo no se deben ahorrar esfuerzo en su estudio y conocimiento.

BIBLIOGRAFÍA

ABRAIRA, V, PÉREZ DE VARGAS, A. Métodos Multivariantes en Bioestadística. [En línea]. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces, 1996. [Citado 19-
Noviembre-2014]. Disponible en internet:
http://www.hrc.es/bioest/M_docente.html#tema3

ACEVEDO BENÍTEZ, Jorge, VALDEZ VARQUEZ, Idania, POGGI VARALDO, Héctor. Cuaderno de Tecnología N° 3 ¿Cómo medir la diversidad?. [En línea]. Ecatepec de Morelos, Estado de México: Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, 2006. [Citado 25-
Noviembre-2014]. Disponible en internet:
https://books.google.com.co/books?id=1RECSypD1y0C&pg=PP1&lpg=PP1&dq=%C2%BFcomo+medir+la+diversidad?+ecatepec+de+morelos&source=bl&ots=Yv2HBIAf0C&sig=B8aO33YU7TCgnUuIYX1NX4wbTII&hl=es&sa=X&ei=io_sVP7cOYm_ggT9ooT4Cw&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false

ALZATE QUINTERO, Néstor Fabio. Insectos Asociados a la Necromasa de Frailejón (Espeletia hartwegiana Cuatrec), en un Páramo de Villamaría Caldas. [En línea]. Caldas: Universidad de Caldas, 2010. 68 p. [Citado 5-
Noviembre-2014]. Disponible en internet:
http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/Agronomia18%281%29_7.pdf

ANDRADE, Gonzalo, AMAT, German, RENJIFO, J. Manuel. Guía preliminar de insectos de Santafé de Bogotá y sus alrededores. [En línea]. Bogotá D.C.: DAMA, 1963. [Citado 23-
Noviembre-2014]. Disponible en internet:
<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/faunayflora/insectos/cap20.htm>.

AULA FACIL. Coeficiente de Correlación Lineal. [En línea]. Madrid: AulaFacil S.L, 2009. [Citado 20-Noviembre-2014]. Disponible en internet: <http://www.aulafacil.com/CursoEstadistica/Lecc-12-est.htm>.

BAUDIÑO, Estela. Los insectos y sus adaptaciones. [En línea]. Argentina: Facultad de agronomía, 2012. [Citado 7-Noviembre-2014]. Disponible en internet: <http://www.agro.unlpam.edu.ar/catedras-pdf/insectos-adaptaciones.pdf>

BOOTH, R. G.; COX, M. L.; MADGE, R. B. IIE guides to insects of importance to man. 3, Coleoptera.Londres: International Institute of Entomology, The Natural History Museum, 1990.384 p.

COLOMBIA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Plan de Manejo Parque Nacional Natural El Cocuy 2005-2009. . [En línea]. Colombia: Ospina, 2005. [Citado 23-Noviembre-2014]. Disponible en internet: <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2013/12/PlandeManejoPNNElCocuy.pdf>

COLOMBIA.UASPNN, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Parques Nacionales de Colombia. Bogotá D.C.: Nomos, 1998.498 p.

DE LA LLATA LOYOLA, María Dolores. Ecología y medio ambiente. [En línea]. 1ª ed. México D.F: Editorial Progreso S.A., 2006. [Citado 18-Noviembre-2014]. Disponible en internet: <https://books.google.com.co/books?id=KnORBYSrdDMC&pg=PP1&lpg=PP1&dq=DE+LA+LLATA,+Loyola,+Mar%C3%ADa+Dolores.+Ecolog%C3%ADa+y+medio+ambiente.&source=bl&ots=SkV969zcYM&sig=8ufY7tybcwTwZpwQXATAAavkSN4&hl=es&sa=X&ei=YLfsVPHuHazGsQT054LADQ&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q=DE%20LA%20LLATA%2C%20Loyola%2C%20Mar%C3%ADa%20Dolores.%20Ecolog%C3%ADa%20y%20medio%20ambiente.&f=false>

GARZA PUENTES, Jennifer Paola. Estudios Biológicos del Tiroteador de la Papa *Naupactus* sp. (Coleóptera curculionidae). Trabajo de grado Bióloga. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Carrera Biología, 2006. 106p.

GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, Andrea Liliana. Análisis y modelado espacial de variables ecológico poblacionales de la interacción *Espeletia grandiflora* – herbívoros en la cuenca alta de la Quebrada Calostros del Parque Nacional Natural Chingaza. Trabajo de grado Bióloga Ambiental. Bogotá D.C.: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo lozano. Programa de Biología Ambiental, 2013. 52p.

GRUPO DE TRABAJO SOBRE LUCANIDOS IBERICOS. Los insectos saproxílicos. [En línea]. Asturias: GTLI, 2007. [Citado 22-Noviembre-2014]. Disponible en: <http://entomologia.rediris.es/gtli/espa/cero/saproxil.htm>

K. HERZOG, Sebastián... [et. al.]. Cambio climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales. Paris: Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI), Sao José dos Campos, y Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE), 2012. 401p.

MACHUCA GARCÍA, Dora Angélica. Módulo de Ecología Forestal. Málaga: Universidad Industrial de Santander, 2000.97p.

MARQUEZ LUNA, Juan. Técnicas de colecta y preservación de insectos. [En línea]. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2005. [Ciado 10- Noviembre-2014]. Disponible en internet: http://www.uaeh.edu.mx/sistema_investigacion/funciones/bajarArchivo_web.php?producto=4107&archivo=Teccollectpres05.pdf

MARTÍNEZ, Claudia. Introducción a los escarabajos Carabidae (Coleoptera) de Colombia. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2005. 546 p.

MARVALDI, Adriana E.; LANTERI, Analía A. Key to higher taxa of South American weevils based on adult characters (Coleoptera, Curculonidea). Chile: Revista Chilena de Historia Natural, 2005. 78(65-87).

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, ASOCIACION COLOMBIANA DE REFORESTADORES. Guías técnicas para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales. Bogota D.C.: Gene nueva, 2002.139p.

MORALES, M...[et. al.]. Distrito páramo de Boyacá; Complejo del Cocuy. En: Atlas de páramos de Colombia. 1ª ed. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2007.196p.

MORET, Pierre. Los coleópteros Carabidae del páramo en los Andes del Ecuador. Sistemática, ecología y biogeografía. Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2005. 307p.

OSPINA RIVERA, David. Páramos de Colombia, La fauna del páramo. [En línea]. Cali: I/M Editores, 2001.196 p. [Citado 20-Octubre 2014]. Disponible en internet. <http://www.imeditores.com/banocc/páramos/cap6.htm>

OVIEDO CELIS, Ricardo Andrés. Reconocimiento Preliminar de la Entomofauna Asociada a Formaciones Vegetales con Frailejón Espeletiasp, en el páramo de Blanquiscal, Parque Nacional Natural El Cocuy (Boyacá). Proyecto asignatura Campamento. Málaga: Universidad Industrial de Santander, 2005.67p.

PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA. Protocolo para el Diagnóstico del Estado de Afectación de Frailejones por Agentes Naturales; Instructivo para el Levantamiento de Información en Campo, Bogotá D.C.: Parque Nacionales Naturales, 2013.492p.

PERRAULT, G. G. Études sur les Carabidae de Andes septentrionales. XVIII. Le genre *Dyscolus* Dejean (2e partie) (Coleoptera: Platynini). Paris: Annales de la Société Entomologique de France (N. S.) 29 (3), 1993.320p.

RAMAS DE LA BILOGIA. Entomología. [En línea]. 2015. [Citado 28-Octubre-2014]. Disponible en internet: <http://ramasdelabiologia.com/entomologia/>

RAMIREZ GONZALEZ, Alberto. Ecología: Métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. 1ª ed. Bogotá D.C.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 2006. 273p.

RODRIGUEZ CABEZA, Betsy Viviana. Composición y Distribución de la Subtribu Espeletiinae (asteraceae) en los Parques Nacionales Naturales El Cocuy, Pisba y Tama (cordillera oriental, Colombia). Trabajo de grado Bióloga. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias. Escuela de Biología, 2005. 66p.

RODRIGUEZ CHAVES, Mariela, SOLANO GUTIERREZ, Laura, VARGAS PORRAS, Kimberly. Trampas o Métodos de Muestreo para Artrópodos. . [En línea]. 1996. [Citado 15-Noviembre-2014]. Disponible en internet <http://files.turismoecologicocr.webnode.es/200000050eed13efcac/METODOS%20DE%20MUESTREO%20PARA%20ARTR%C3%93PODOS.pdf>

SALINAS, Pedro J. Metodología de la Investigación Científica. [En línea]. Mérida Venezuela: Universidad de los Andes. Facultades de Ingeniería. Medicina, Odontología y Ciencias Forestales y Ambientales. [Citado 20-Noviembre-2014]. Disponible en internet: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/34398/1/metodologia_investigacion.pdf

SANCHEZ FELIX, Hildelisa, GUERERO SANCHEZ, Fernando, CASTELLANOS VAZQUEZ, Miguel A. Ecología. [En línea]. Zapopan, Jalisco México: Editorial Umbral, 2005. p.71. [Citado 25-Octubre-2014]. Disponible en internet: http://books.google.com.co/books?id=Zo2tr6uOmGIC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

SCHUSTER, James. Enfoques: plantas y enfermedades. [En línea]. Extensión de la Universidad Illinois en Urbana-Champaign. [Citado 17-Noviembre-2014]. Disponible en internet: http://urbanext.illinois.edu/focus_sp/chlorosis.cfm

SELFA, Jesús & ANENTO, Jorge Luis. Plagas Agrícolas y Forestales. [En línea]. 20 a ed. Valencia: Departamento de Biología Animal (Entomología).Universidad de Valencia, 1997. [Citado 13-Noiembre-2014]. Disponible en internet: http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_20/B20-006-075.pdf

SOLIS, Ángel. Métodos y técnicas de recolecta para Coleópteros Scarabaeoideos. [En línea]. Santo Domingo, Heredia, Costa Rica, América Central: Instituto Nacional de Biodiversidad. [Citado 15-Octubre-2014]. Disponible en internet: <http://www.inbio.ac.cr/papers/meto-col-scarabaeoidea/metoscar.pdf>

STURM, Helmut. Contribución al conocimiento de las relaciones entre los frailejones (Espeletiinae, Asteraceae) y los animales en las regiones páramo andino. En: Rev. Acad. Colomb. Cienc. Diciembre, 1990. Vol. 18, N° 67, 685p.

SUAREZ, Nubia Lizeth. Diversidad y estructura de la comunidad de aves de alta montaña en el Sector Valle de Lagunillas del Parque Nacional Natural el Cocuy, Colombia. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología, 2014. 76p.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. Borror and Delong's introduction to the study of insects. 17ed. USA: Brooks/Cole, 2005. 864 p.

UNIVERSIDAD DE LA PLATA, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Estimación de la Diversidad Específica. [En línea]. La Plata: Universidad de La Plata. [Citado 28-Octubre-2014]. Disponible en: [http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecocomunidades TPN3.pdf](http://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecocomunidades/TPN3.pdf) /

VARELA, Amanda. Informe avance Visita a PNN EL COCUY 16-18 de diciembre de 2013. Bogotá D.C.: PROGRAMA NACIONAL PARA LA EVALUACION DEL ESTADO Y AFECTACION DE LOS FRAILEJONES EN LOS PARAMOS DE ANDES DEL NORTE, 2014. 3h.

VILLAREAL, H...[et. al]. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2004. 236p.

ANEXOS

Anexo A. Formato de registro de información para diagnóstico del estado de afectación de frailejones.

 FORMATO DE REGISTRO DE INFORMACIÓN PARA DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE AFECTACIÓN DE FRAILEJONES       																						
Nombre de la persona que realiza el registro de información												Fecha		dd	mm	aa	Formato No.					
Área Protegida:				Depto./Municipio				Vereda /Corregimiento				Sector del PNN										
Descripción general del sitio donde se registra la información (tipo de vegetación, tipo suelo, condiciones de humedad de suelo, presencia de presiones, otros)																						
No. individuo	Especie	Coordenadas		Altitud (m)	Altura del individuo (cm)	Tipo de afectación							Severidad afectación (% de planta afectada)				Actividades humanas cercanas				Fotografías No.	NOTAS: Muestra biológica; ejemplar marcado para seguimiento
		Latitud	Longitud			1	2	3	4	5	6	7	0-25	25-50	50-75	75-100	Agricultura	Ganadería	Minería	Otras Cuál?		
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						

Fuente Parques Nacionales Naturales de Colombia

Anexo B. Entomofauna asociada al frailejón *Espeletia lopezii*

Orden Coleoptera, Familia Carabeidae, Genero *Dyscolus*.



Orden Coleoptera, Familia Chrysomelidae



Orden Coleoptera, Familia Elateridae



Orden Coleoptera, Familia Lyctidae



Orden Coleoptera, Familia Lycidae



Orden Coleoptera, Familia Lampyridae



Anexo C. Ilustración de la metodología seguida en campo

Georreferenciación de las unidades de muestreo.



Levantamiento de transectos



Instalacion de trampas



Seguimiento de las Unidaes de muestreo.





Examen de las Unidades de registro frailejón *Espeletialopezii*







Materiales y preservado



Anexo D. Ilustración de la metodología seguida en laboratorio

Etiquetado del Material Identificado



Identificación taxonomica de los insectos



Preservado y almacenamiento de material identificado



Anexo E. Ilustración de los tipos de afectación

Perdida de parte de la hojas por herbívora y presencia de perforaciones en las hojas recién emergidas.



Cambios de coloración en las hojas maduras, las cuales se tornan amarillas (clorosis).



Deformaciones en las hojas, como entorchamiento, ondulamiento, forma de “acordeón”.



Hojas caídas o debilitadas.



Hojas deformes con manchas o polvillo color negro o blanco, y corte en el eje floral y signos de perforación en el sitio del corte (se ve vacío hacia adentro)



Anexo F. Estadios de desarrollo del insecto Scolytinae



Anexo G. Estadios de desarrollo del insecto Baridinae

