

**ESTUDIO DE LA DIETA DEL “BORUGO DE PÁRAMO” (Rodentia:  
Cuniculidae, *Cuniculus taczanowskii*) EN UN BOSQUE ALTOANDINO,  
ZIPACÓN (CUNDINAMARCA) IDENTIFICANDO FRAGMENTOS  
VEGETALES EN LAS HECES.**

**JESÚS DAVID ORTIZ MONTERO**

**TRABAJO DE GRADO  
Presentado como requisito parcial  
Para optar al título de**

**BIÓLOGO**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
CARRERA DE BIOLOGÍA  
Bogotá, D.C.  
Junio de 2007**

## **NOTA ADVERTENCIA**

**Artículo 23 de la Resolución N°13 de Julio de 1946**

**“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”**

**ESTUDIO DE LA DIETA DEL “BORUGO DE PÁRAMO” (Rodentia:  
Cuniculidae, *Cuniculus taczanowskii*) EN UN BOSQUE ALTOANDINO,  
ZIPACÓN (CUNDINAMARCA) IDENTIFICANDO FRAGMENTOS  
VEGETALES EN LAS HECES.**

**JESÚS DAVID ORTIZ MONTERO**

**APROBADO**

---

**Karin Osbahr**

---

**Jairo Pérez-Torres Ph.D.**

---

**Germán Jiménez M.Sc.**

---

**José Joaquín Castro Ph.D.**

**ESTUDIO DE LA DIETA DEL “BORUGO DE PÁRAMO” (Rodentia:  
Cuniculidae, *Cuniculus taczanowskii*) EN UN BOSQUE ALTOANDINO,  
ZIPACÓN (CUNDINAMARCA) IDENTIFICANDO FRAGMENTOS  
VEGETALES EN LAS HECES.**

**JESÚS DAVID ORTIZ MONTERO**

**APROBADO**

---

**ANGELA UMAÑA M.Phil.  
DECANA ACADÉMICA**

---

**ANDREA FORERO  
DIRECTORA DE CARRERA**

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mis Padres David Ortiz  
y Esperanza Montero  
y por supuesto a mis hermanos

## **AGRADECIMIENTOS**

De manera especial a Karin Osbahr, Directora de este trabajo y a Jairo Pérez Torres Ph.D. Codirector del mismo por su paciencia sempiterna, apoyo y contribución académica para lograr la exitosa culminación del proyecto.

A la Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas U.D.C.A. y al grupo de Investigación en Fauna Silvestre de la misma institución por sus instalaciones, logística y apoyo en este trabajo.

A Mateo Hernández por su valiosa colaboración en la identificación del material vegetal colectado durante el estudio.

De igual manera manifiesto mi agradecimiento a Guillermo Corredor por permitir el acceso a sus predios en la hacienda de Manjuí, Cerro de MANJUÍ, Zipacón para llevar a cabo la fase de campo.

A Don Jaime administrador de la hacienda de Manjuí, por su colaboración en la orientación en la fase de muestreo.

A Tatian Velásquez por su apoyo y por creer en mí.

Igualmente y con deseo inconmensurable a la Doctora Martha Fandiño-Lozano Ph.D. por todo su apoyo, diálogos y motivación durante este periplo hacia la búsqueda de mi fortalecimiento.

Y por último a cada una de las personas que de alguna manera me apoyaron en este proceso.

**Junio de 2007**

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
<b>2.1. <i>Cuniculus taczanowskii</i></b>	<b>3</b>
<b>2.1.1. Clasificación y Taxonomía</b>	<b>3</b>
<b>2.1.2. Descripción</b>	<b>4</b>
<b>2.1.3. Distribución</b>	<b>5</b>
<b>2.1.4. Historia Natural</b>	<b>5</b>
<b>2.1.4.1. Hábitat</b>	<b>5</b>
<b>2.1.4.2. Hábitos</b>	<b>6</b>
<b>2.1.4.3. Hábitos alimentarios</b>	<b>6</b>
<b>2.1.4.4. Comportamiento alimentario</b>	<b>8</b>
<b>2.1.5. Sistema reproductor y digestivo</b>	<b>9</b>
<b>2.2. Estudio de las dietas y su importancia</b>	<b>10</b>
<b>2.3. Análisis microhistológico fecal en la evaluación de las dietas</b>	<b>12</b>
<b>2.4. Confiabilidad de los análisis fecales en los estudios de las dietas</b>	<b>16</b>
<b>2.5. Amplitud de nicho y preferencias alimentarias</b>	<b>19</b>
<b>3. Formulación del problema y Justificación</b>	<b>20</b>
<b>3.1. Formulación del problema</b>	<b>20</b>
<b>3.2. Preguntas de investigación</b>	<b>21</b>
<b>3.3. Justificación de la investigación</b>	<b>21</b>
<b>4. Objetivos</b>	<b>23</b>
<b>4.1. Objetivo general</b>	<b>23</b>
<b>4.2. Objetivos específicos</b>	<b>23</b>
<b>5. Materiales y Métodos</b>	<b>24</b>
<b>5.1. Área de Estudio</b>	<b>24</b>
<b>5.1.1. Localización</b>	<b>24</b>
<b>5.1.2. Clima</b>	<b>26</b>
<b>5.1.3. Suelos</b>	<b>27</b>
<b>5.1.4. Geología</b>	<b>27</b>

<b>5.1.5. Geomorfología</b>	<b>28</b>
<b>5.1.6. Uso de la tierra</b>	<b>28</b>
<b>5.1.7. Vegetación</b>	<b>28</b>
<b>5.1.8. Fauna</b>	<b>29</b>
<b>5.1.8.1. Mamíferos</b>	<b>29</b>
<b>5.1.9. Área de muestreo</b>	<b>29</b>
<b>5.2. Diseño de la investigación</b>	<b>30</b>
<b>5.2.1. Factor de diseño</b>	<b>30</b>
<b>5.2.2. Variable de Respuesta</b>	<b>30</b>
<b>5.2.3. Unidad de Respuesta</b>	<b>30</b>
<b>5.2.4. Unidad de muestreo</b>	<b>30</b>
<b>5.2.5. Población de estudio y muestra</b>	<b>31</b>
<b>5.2.6. Variables del estudio</b>	<b>31</b>
<b>5.3. Métodos</b>	<b>31</b>
<b>5.3.1. Muestreo de la vegetación y colecta de heces</b>	<b>31</b>
<b>5.3.1.1. Selección y colecta de las plantas de estudio</b>	<b>31</b>
<b>5.3.1.2. Colecta de materia fecal</b>	<b>32</b>
<b>5.3.2. Abundancia de las especies vegetales colectadas</b>	<b>34</b>
<b>5.3.3. Análisis Microhistológico</b>	<b>35</b>
<b>5.3.3.1. Procedimiento microhistológico para el material vegetal colectado</b>	<b>35</b>
<b>5.3.3.2. Procedimiento microhistológico para las heces colectadas</b>	<b>36</b>
<b>5.3.3.3. Identificación y conteo de los fragmentos de las muestras vegetales y fecales</b>	<b>37</b>
<b>5.3.3.4. Preparación de láminas de colección de referencia y láminas de heces</b>	<b>38</b>
<b>5.4. Recolección de la información</b>	<b>39</b>
<b>5.5. Análisis de información</b>	<b>40</b>
<b>5.5.1. Índice de amplitud de nicho</b>	<b>40</b>
<b>5.5.2. Índice de proporción de forraje</b>	<b>42</b>
<b>5.5.3. Índice de selectividad</b>	<b>44</b>
<b>5.5.4. Prueba de <math>X^2</math> (ji cuadrada) de Pearson</b>	<b>45</b>

5.5.5. Coeficiente de correlación (Pearson) y recta de regresión	46
6. Resultados y Discusión	46
6.1. Resultados	46
6.1.1. Especies vegetales colectadas como recurso potencial alimentario de la especie <i>C. taczanowskii</i>	46
6.1.2. Muestras fecales colectadas	48
6.1.3. Abundancia de las especies vegetales colectadas	50
6.2. Ítems alimentarios identificados microhistológicamente	52
6.2.1. Frecuencia de ocurrencia y proporciones de las frecuencias de los ítems alimentarios identificados microhistológicamente	55
6.2.2. Consumo de hojas, tallos, frutos y rizomas por parte de <i>C. taczanowskii</i>	58
6.3. Medida de amplitud de nicho	59
6.4. Medidas de preferencias alimentaría	60
6.4.1. Medida de proporción de forrajes	60
6.4.2. Medida de selectividad (Ivlev)	63
6.5. Distribución de las frecuencias de los ítems consumidos	66
6.6. Intensidad de relación entre la abundancia de las especies vegetales colectadas y la frecuencia de los ítems alimentarios encontrados en las heces del “borugo de páramo”	69
6.7. Discusión	70
6.7.1. Ítems alimentarios identificados microhistológicamente	71
6.7.1.1. Consumo de hojas, tallos, frutos y rizoma por parte de <i>C. taczanowskii</i>	78
6.7.2. Amplitud de nicho, preferencia alimentaría, frecuencia de los ítems consumidos y relación entre abundancia de especies vegetales y frecuencia de los ítems alimentarios encontrados en las heces	80
6.7.3. Estado actual de conservación de <i>C. taczanowskii</i> en el cerro de Manjuí	82
7. Conclusiones	85
8. Recomendaciones	87
9. Referencias	88



## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Listado de especies vegetales colectadas en el cerro de Manjuí, Zipacón como recurso alimentario potencial para el “borugo de páramo” (*C. taczanowski*)** 47
- Tabla 2. Muestras fecales de “borugo de páramo” (*C. taczanowski*) colectadas en cada uno de los cuatro bosques muestreados en el cerro de Manjuí, Zipacón** 49
- Tabla 3. Ítems consumidos por el “borugo de páramo” (*C. taczanowski*) mediante la técnica microhistológica en cada uno de los cuatro bosques estudiados en el cerro de Manjuí, Zipacón. Se indica la proporción de la frecuencia de los ítems consumidos por la especie en porcentaje (P) y la frecuencia de ocurrencia del ítem en la dieta (FO)** 53
- Tabla 4. Fragmentos epidermales No Identificados (NI) recuperados en las heces del “borugo de páramo”, en el cerro de Manjuí, Zipacón. Se indica la proporción de cada fragmento no identificable (P%) y la frecuencia de ocurrencia (FO).** 55
- Tabla 5. Medida de Levins’s y de Shannon-Wiener de amplitud trófica obtenida para el “borugo de páramo” *C. taczanowski* a partir de los 19 estados de recursos evaluados como recurso alimentario de la especie en el cerro de Manjuí, Zipacón** 60
- Tabla 6. Selección del “borugo de páramo” sobre los ítems alimentarios identificados como recurso alimentario de la especie *C. taczanowski* en el cerro de Manjuí, Zipacón** 62

**Tabla 7. Preferencia del “borugo de páramo” sobre los ítems alimentarios identificados como recurso alimentario de la especie *C. taczanowskii* en el cerro de Manjuí, Zipacón. 64**

**Tabla 8. Frecuencia de los ítems alimentarios encontrados en los análisis fecales de *C. taczanowskii* en el cerro de Manjuí, Zipacón 67**

**Tabla 9. Frecuencia de los ítems alimentarios encontrados en los análisis fecales de *C. taczanowskii* en el cerro de Manjuí, Zipacón. 68**

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Ubicación Geográfica del área de estudio (Cerro Manjuí, Zipacón). Fuente: IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi 25**
- Figura 2. Recorrido sistemático para el muestreo y la colecta de la materia fecal del “borugo de páramo” en el cerro de Manjuí, Zipacón 33**
- Figura 3. Establecimiento de cuadrantes para el conteo de abundancias de especies vegetales colectadas como recurso potencial alimentario para el “borugo de páramo” en el cerro de Manjuí, Zipacón 35**
- Figura 4. Muestra fecal (letrina) de “borugo de páramo” (*C. taczanowskii*) colectada en grieta formada por roca en el bosque 4, cerro de Manjuí, Zipacón 50**
- Figura 5. Abundancia de especies vegetales colectadas como recurso potencial alimentario del “borugo de páramo” (*C. taczanowskii*) en el bosque 1, cerro de Manjuí, Zipacón 51**
- Figura 6. Proporción de las frecuencias de ocurrencia de los ítems alimentarios identificados en las heces del “borugo de páramo” (*C. taczanowskii*) mediante la técnica microhistológica en el cerro de Manjuí, Zipacón. 57**
- Figura 7. Porcentaje de consumo por especie vegetal de hojas (H), tallo (T), frutos (F) y rizoma (R) por parte de *C. taczanowskii* en el cerro de Manjuí, Zipacón 59**

**Figura 8. Preferencia de ítems alimentarios (índice de selectividad Ivlev) de *C. taczanowskii* en el cerro de Manjuí, Zipacón (Cundinamarca) 66**

**Figura 9. Diagrama de dispersión y recta de regresión por mínimos cuadrados de la relación entre Abundancia de las especies vegetales colectadas como recurso alimentario del “borugo de páramo” y las frecuencias de los ítems consumidos por la especie 69**

## RESUMEN

La gran concentración de población humana en la región andina ha ocasionado una transformación drástica del paisaje, modificándose de manera significativa el uso de la tierra. Lo anterior ha generado problemas de conservación tales como la fragmentación del paisaje y sobreexplotación en la zona del cerro de Manjuí, Zipacón; área donde habita el “borugo de páramo” (*Cuniculus taczanowskii*), una de las especies de mamíferos que actualmente se encuentra amenazada por las anteriores causas. En este trabajo se estudió la dieta del “borugo de páramo” mediante la técnica microhistológica fecal, a partir de láminas de colección de referencia en relación con la abundancia del recurso alimentario disponible en campo. El objetivo fue generar bases sobre el conocimiento de este aspecto con el fin de obtener en un futuro herramientas para el diseño de áreas de reserva y manejo de la especie. Se determinó también la aptitud trófica de la especie y las preferencias alimentarias. Se utilizaron un total de 20 muestras fecales frescas. En general se encontraron 37 ítems alimentarios de los cuales 19 correspondieron con las plantas colectadas como recurso potencial alimentario. Las especies más consumidas fueron *Asplenium sp* (19.95%), *Chusquea sp* (10.39%), *Thibaudia floribunda* (10.32%), indet. 3 (6.10%) y *Gaultheria erecta* (5.89%). El índice de selectividad indicó que algunas especies que fueron consumidas en altas proporciones fueron seleccionadas con baja preferencia por el “borugo”. La amplitud de nicho evidenció una tendencia por la especie hacia la especialización alimentaria ( $B_A = 0.57$ ) y la relación entre abundancia de las especies vegetales colectadas y la frecuencia de los fragmentos epidérmicos encontrados fue baja ( $r = 0.13156$ ); afirmando la baja dependencia del borugo por la abundancia de sus recursos. La complejidad del estudio de las dietas de los herbívoros en comparación con otros organismos y la digestión y fragmentación diferencial pueden explicar la presencia de los 17 ítems alimentarios no identificados en las heces de la especie.

## Abstract

The great concentration of human population in the Anden region has caused a drastic transformation in the landscape, changing in a significant way the use of the land. The previous thing is generating conservational problems such as landscape fragmentation and the over use in the Manjui hill, Zipacón zone; area inhabited by "borugo de páramo (*C. taczanowskii*), one of threatened mammal species for the previous causes. In this study the diet of this rodent was examined by means of the fecal microhistological technique, from reference collection slides related with the abundance of the food resource available in the study area. The objective is to get the necessary tools for the conservation and management of the species. We also determine the trophic breadth of the species and its food preferences. We used in total 20 fresh fecal samples. In general we found 37 feeding items which 19 corresponded with the collected plants as a potential food resource. The species most consumed were *Aplenium sp* (19.95%), *Chusquea sp* (10.39%), *Thibaudia floribunda* (10.32%), Indet. 3 (6.10%) and *Gaultheria erecta* (5.89%). The selectivity index indicated that some species that were consumed in high proportions were selected with low preference. The niche breadth showed a tendency of the species to the feeding specialization (BA = 0.57) and the relation between the abundance of the plant collected species and the frequency of the epidermal fragments founded was low ( $r = 13156$ ); this confirm the low dependence of this rodent for the abundance of it resources. The complexity of the study of herbivore diets compared with other organisms, the digestión and the differential fragmentation can explain the presence of the 17 feeding items unidentified in the feces of the species.

## 1. INTRODUCCIÓN

Colombia por su posición geográfica, topografía, factores climáticos y heterogeneidad geológica presenta una gran diversidad de ecosistemas y un gran número de especies de plantas y de animales (Fandiño & Ferreira 1998, Murgueitio & Calle 1999, IAvH 2000 y IAvH 2005).

La región Andina aunque se caracteriza por poseer una gran diversidad y un alto número de endemismos es a su vez la región más poblada y por tanto más explotada del país (Etter & Wyngaarden 2000). Se estima que el 70% de la cobertura de los bosques de la región ha sido transformada y que el 80% de la tierra ha sido ocupada por pasturas para fines agrícolas y ganaderos (Murgueitio & Calle 1999, Etter & Wyngaarden 2000, Murgueitio & Ibrahim 2001 y Chará & Murgueitio 2005). Estas actividades han generado importantes impactos negativos sobre los ecosistemas de alta montaña como la deforestación, degradación de los suelos y pérdida de su productividad y emisión de gases de invernadero entre otros (Sadeghian *et al.* 1999, Murgueitio & Ibrahim 2001, Kattan 2002 y Murgueitio 2003); afectando directamente las poblaciones naturales de muchas especies que habitan en ellos.

El “borugo de Páramo” o “Tinajo de páramo” *Cuniculus taczanowskii* (STOLZMANN 1885) es una especie típica de los ecosistemas alto-andinos (Osbaahr 1995, Preciado 2000 y Castro *et al.* 2003). Sin embargo, sus poblaciones naturales se han visto afectadas por las actividades antrópicas en términos de la pérdida de su hábitat original, de su alimento y por actividades como la cacería (Núñez & Jorgerson 1996, Osbaahr 1996a y 1996b, Cepeda & Osbaahr 2002 y Ospina & Osbaahr 2002).

La dieta es una de las dimensiones más importantes del nicho ecológico que permite entender las dinámicas poblacionales de las especies (Krebs 1999). Los resultados del estudio de la dieta del “borugo” y sus factores

relacionados (riqueza de la dieta, accesibilidad a las especies vegetales que hacen parte de la dieta entre otros) son útiles como elementos para la toma de decisiones en cuanto al diseño de áreas de reserva y planes de manejo sobre esta especie (Pérez-Torres 2002). Por tanto se plantea la importancia de evaluar la dieta del “borugo de páramo” en sus zonas naturales con el fin de obtener información relevante que ayude a implementar acciones de conservación y manejo tanto de la especie como de sus hábitats.

El presente trabajo estudió la dieta del “borugo de páramo” en un Bosque Alto-andino, Cerro de Manjuí (Zipacón, Cundinamarca). Se identificaron las plantas consumidas por el “borugo de páramo” recuperando fragmentos vegetales en las heces por medio de la técnica microhistológica. Adicionalmente se obtuvo información acerca de la abundancia del recurso alimentario evaluado en la zona de estudio, con lo cual se amplía el análisis sobre uno de los aspectos ecológicos propios de la especie como lo es la identificación y la distribución espacial de los componentes de su dieta.

## 2. MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 *Cuniculus taczanowskii*

#### 2.1.1. Clasificación Taxonómica

Su clasificación taxonómica es la siguiente:

**Reino:** Animalia

**Subreino:** Metazoa

**Phylum:** Chordata

**Subphylum:** Vertebrata

**Superclase:** Tetrapoda

**Clase:** Mammalia

**Subclase:** Theria

**Infraclase:** Eutheria

**Orden:** Rodentia

**Suborden:** Hystricomorpha

**Familia:** Cuniculidae

**Género:** *Cuniculus*

**Especie:** *Cuniculus taczanowskii* (Stolzmann 1885).

#### Comentario

Después de largos años de controversia, se ha determinado que el nombre correcto para este género es *Cuniculus*, el que fue acuñado por primera vez por M. J. Brisson en 1762. El anterior nombre (*Agouti*), pasa a ser considerado como un sinónimo, nombre que apareció en 1799. Según las reglas de la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica tiene prioridad el nombre más antiguo, a pesar de que el trabajo de Brisson no se apega a las reglas de la nomenclatura binomial, que son las que rigen la taxonomía de los seres vivos (ICZN, 1998).

A nivel nacional se le designa con los siguientes nombres (Delgado *et al.* 1991, Preciado 2000 y Castro *et al.* 2003): borugo, lapa andina, guagua negra, guagua de páramo, guagua de montaña, guagua peñera, paca de los bosques andinos, pintada, tinajo de páramo. En Ecuador se le conoce con el nombre de: Chachacui o gualilla; en Bolivia como la Jayupa de la altura (Ríos-Uzeda *et al.* 2004) y en Venezuela como: lapa andina paramera, guartinaja, guadartinajo (Ardila *et al.* 2001).

### **2.1.2. Descripción**

El “borugo” de páramo tiene un tamaño corporal promedio de 600 a 795 mm, tomados desde el hocico hasta la base de la cola, con una altura aproximada de 200 a 300 mm. La cola vestigial no excede los 20 mm, la cual según Preciado (2000) rodea las glándulas anales que producen un olor característico útil en la demarcación del territorio y en la atracción sexual. Este roedor alcanza un peso promedio de 5 kg; (Eisenberg 1989 y Castro *et al.* 2003).

Presenta un pelaje áspero y espeso cuya coloración varía de negro a café y usualmente tienen cuatro líneas longitudinales discontinuas en sentido caudal a cada lado (Nowak 1999, Preciado 2000 y Castro *et al.* 2003). Su vientre es de color blanco a ante (Nowak 1999). Su cuello es corto y robusto; su hocico algo achatado; asemejándose al chigüiro. Las orejas son redondeadas con el borde algo ondulado. Los bigotes está formados por vibrisas gruesas, cuya longitud promedio es de 10 cm, y están distribuidos en dos mogotes. Las extremidades anteriores y posteriores presentan cinco dedos siendo el pulgar vestigial (Vaughan *et al.* 2000 y Castro *et al.* 2003). Su formula dentaria es: I 1/1; C 0/0; P 1/1; M 3/3.

No presenta dimorfismo sexual aparente. El sexo es solo determinado a través de la palpación. Sin embargo, el tamaño de la cabeza de los

machos y los cachetes son pronunciados caracterizándose por tener el arco zigomático abultado y rugoso (Preciado 2000).

### **2.1.3. Distribución**

Los miembros del género están distribuidos desde el sureste de México hasta el Noreste de Argentina. Sin embargo, el “borugo de páramo” se halla distribuido específicamente en los bosques de montaña de las cordilleras andinas de Venezuela, Colombia, Sur del Ecuador y Perú (Eisenberg 1989, Emmons. 1990, Nowak 1999 y Krause & Yahnke 2007). Recientemente su presencia ha sido descrita en el Norte de Bolivia (Ríos-Uzeda *et al.* 2004).

En Colombia la distribución geográfica abarca la región andina (Osbañ 1995), encontrándose en las tres cordilleras en piso térmico templado a frío. Su mayor distribución está en la cordillera Oriental, seguida por la Central y la Occidental respectivamente. Se han reportado registros de su presencia en los siguientes lugares: En el páramo de Sumapáz, Sierra Nevada del Cocuy, Chingaza, Páramo de Guasca, Sopó, Alto del vino (Cundinamarca). También se ha reportado en los departamentos de Risaralda, Cauca y Antioquia (Preciado 2000).

### **2.1.4. Historia Natural**

#### **2.1.4.1. Hábitat**

El “borugo de páramo” está restringido a hábitats boscosos, pero también ocupan un amplio rango de tipos de bosque dentro de los cuales se incluyen pantanos, bosques de galería y tierras altas con densos matorrales (Redford & Eisenberg 1992 y Vaughan 2000).

#### **2.1.4.2. Hábitos**

El “borugo de páramo” es un roedor de hábitos nocturnos, monógamo. Presenta un área de acción de varias hectáreas que defiende activamente en su mayoría, excepto en la etapa reproductiva época en la cual se puede observar una hembra y su cría compartiendo una madriguera (Preciado 2000). Según Nowak (1999), el “borugo de páramo” invierte gran parte del día construyendo las madrigueras o robando las mismas a otros animales, las cuales se encuentran ubicadas en lugares tales como raíces de grandes árboles, grietas de peñas y madrigueras de otros animales (Preciado 2000).

El “borugo de páramo” no es un animal sociable. Los machos adultos y las hembras adultas defienden sus territorios en contra de otros animales del mismo sexo (Nowak 1999). Tal actitud se caracteriza por vocalización y agresión inmediata. Sin embargo, en algunas ocasiones el “borugo de páramo” comparte lugares de uso común con otros individuos que viven cerca de su territorio como los baños o comederos (Delgado *et al.* 1991). El comportamiento es diferente frente a la presencia humana ante la cual el “borugo de páramo” se muestra huidizo, nervioso, emitiendo un gruñido y castaño frecuente (Preciado 2000).

#### **2.1.4.3. Hábitos alimentarios**

Se alimenta de muchas plantas, incluyendo los frutos que caen de los árboles (Vaughan 2000). Se sabe que no depende de un alimento exclusivo en su medio o de la estacionalidad de las épocas de fructificación, pues en sus movimientos nocturnos realizados por sendas encubiertas de vegetación consume como lo menciona Nowak (1999) variados frutos, raíces, hojas, y tallos; entre ellos: *Lomaria* sp (boba), de donde obtienen una baba especial muy apetecida por ellos; *Lycopodium clavatum* (gateadera), *Gaiadendrum* sp (tagua), de esta roen y consumen

únicamente la cáscara del tallo; cardón (*Puya trianae*), de donde toman la médula, sin tener preferencia por plantas tiernas o biches pues lo hacen indiscriminadamente; *Diplosteghium phyllicoides*; Chusque (*Chusquea tessellata*); *Digitales purpurea* (digitalis), helechillo (*Blechnum loxense*); y de manera especial el frailejón (*Espeletia* sp), del cual consume su médula (Delgado *et al.* 1991 y Preciado 2000).

Estudios de preferencias alimenticias realizados en cautiverio muestran que el “borugo de páramo” presenta una clara tendencia a la selección inicial de plantas suministradas con hojas, tallos y/o frutos especialmente las correspondientes a las familias Ericaceae y Araceae. Además, existe una preferencia marcada relacionada con la selectividad por el consumo de hojas (43.90%), frutos (34.15%) y tallos (21.95%); mientras que el rizoma y los rebrotes representan un porcentaje menor (4.88% y 2.44%), donde a su vez se registra la utilización conjunta de varias partes de una misma planta donde el 17.86% corresponde a hojas y tallos, el 10.71% al consumo de hojas, tallos y frutos y el 7.14% a hojas y rizomas. Por otra parte se ha observado que en cuanto a los requerimientos nutricionales de la especie, los individuos adultos prefieren los alimentos ricos en fibra (Osbaahr 1996a), lo cual a su vez se encuentra relacionado con la anatomía de su tracto digestivo, caracterizada por tener una longitud aproximada de 8 metros y por la presencia de un ciego grande (Parra & Osbaahr 2000 y Castro *et al* 2003) que facilita la digestión del material vegetal fibroso. De otro lado, el “borugo de páramo” utiliza diferentes partes de las plantas, lo cual indica que esta especie no depende de los ciclos reproductivos propios de las plantas que consume (Osbaahr 1999).

Además la especie posee una gran capacidad de adaptación a un amplio rango de alimentos que se incluyen en su dieta cuando se encuentra en cautiverio. Por ejemplo, en el trabajo realizado por Delgado *et al.* (1991) se les proporcionó a los animales una dieta con los siguientes elementos: *Cyclantera pedata* (pepino crespo o de rellenar); *Cucumis sativus* (pepino

cohombro); *Cucurbita pepo* (calabaza); *Cucurbita maxima* (ahuyama); *Daucus carota* (zanahoria); *Beta vulgaris* (remolacha); *Psidium guajara* (guayaba); *Cyphomandra tuberosum* (papa); *Mangifera indica* (mango); *Lycopersicon esculentum* (tomate común); *Passiflora mollissima* (curuba) y *Musa sapientum* (plátano hartón). De la misma manera, Castro (1996) ensayó una gama de raíces tales como: *Manihot esculenta* (yuca); *Raphanus sativus* (rabanitos); *Brassica oleracea* (repollo); *Lactuca sativa* (repollo); *Taraxacum officinale* (diente de león); *Rumex* sp (romasa); *Ficus carica* (Brevo); *Penisetum clandestinum* (kikuyo); *Poligonum* sp (hierba colorada); *Medicago sativa* (alfalfa) y *Passiflora edulis* (Maracuyá).

En ocasiones se ha observado que aprovechan cultivos temporales en zonas agrícolas, consumiendo por lo general papa (*Solanum* sp) y maíz (*Zea mays*); hecho que confirma su adaptación al recurso disponible ya que el hombre ha reducido su territorio (Preciado 2000).

#### **2.1.4.4. Comportamiento alimentario**

En cautiverio los individuos de la especie experimentan la conducta de arrastre del alimento al lugar de consumo luego de defenderlo activamente. Luego de sujetar el alimento con sus extremidades anteriores procede a pelar los frutos con gran habilidad evitando consumir las partes picadas o desechos de otros individuos. Los individuos de esta especie no siempre salen a comer al mismo tiempo. Lo hacen en forma alterna, primero uno y luego el otro (Amaya *et al.* 2004). En cautiverio después de cierto tiempo de adaptación los animales ya sean salvajes o filiales experimentan cierta actividad mínima diurna, por lo que la alimentación se debe adaptar a las etapas de actividad en la mañana o tarde. Se sugiere acompañar la dieta de elementos de roer, tales como troncos o mangos de los cuales roen su semilla pues ellos necesitan desgastar los incisivos que son de crecimiento continuo. También roen el

pasto y lo desmenuzan completamente (Delgado *et al.* 1991 y Preciado 2000).

Por otro lado Delgado *et al.* (1991) identificaron también que si los alimentos no están en buen estado no los consumen como tampoco sobras de él mismo o de otro animal. Además informaron que cuando sucede un cambio en la dieta los animales sufren stress, el cual se manifiesta con inapetencia del nuevo alimento

### **2.1.5. Sistema reproductor y digestivo**

El órgano copulador del macho es visible solo al momento de la monta. Ambos sexos exhiben una papila genital con un mechón de pelos desiguales el cual tiene como función esparcir la orina para demarcar el territorio o para marcar el sendero (Castro 1996, Preciado 2000 y Castro *et al.* 2003). Las hembras tienen taponada la apertura vaginal. Presentan cuatro mamas: dos axilares y dos inguinales (Preciado 2000 y Castro *et al.* 2003). Según Eisenberg (1989) el periodo de gestación es de 115 días y la hembra tiene una cría o raramente dos; sin embargo según (Castro *et al.* 2003) la gestación en esta especie dura 5 meses y medio.

El sistema digestivo consta de boca, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso y cloaca. Además están las dos glándulas anexas: el hígado y el páncreas (Delgado *et al.* 1991). La cavidad oral es cilíndrica y pequeña y la entrada a la boca está limitada por los labios. La dentición es heterodonta, con incisivos bien desarrollados para apresar y roer el alimento y con premolares y molares para tritularlo. Los dientes tienen su raíz abierta lo que permite su crecimiento continuo. La fórmula dentaria es: 2(I 1/1, C 0/0, PM 1/1, M 3/3) (Parra & Osbahr 2000). Los labios presentan división (labio leporino) (Delgado *et al.* 1991).

El “borugo de páramo” es monogástrico y su estómago es la segunda mayor dilatación del tubo digestivo (Parra & Osbahr 2000). El tubo digestivo inicia con el esófago, se continúa con el estómago, intestino delgado, intestino grueso y finaliza en el ano (Sisson 1990). El hígado está dividido en tres lóbulos (Delgado *et al.* 1991). El páncreas es un órgano difuso y se ubica transversalmente en la pared dorsal del abdomen (Parra & Osbahr 2000). El aparato digestivo termina en un esfínter, rodeado por un par de glándulas anales importantes en la demarcación del territorio, identificación de individuos y estímulo sexual (Preciado 2000).

## **2.2. Estudio de las dietas y su importancia**

Las dietas pueden ser evaluadas mediante el análisis de los contenidos estomacales, análisis de la materia fecal, fistulación esofagal y del rumen y por medio de observaciones directas en campo (Campbell *et al.* 1968, Reichman 1975, Smith & Shandruk 1979, Sanders *et al.* 1980, Holechek *et al.* 1982a, Bisbal 1986, Bergman & Krebs 1993, Tobin *et al.* 1994, Kronfeld & Dayan 1998, Osbahr 1999, Stallman & Holmes 2002 y Shrestha *et al.* 2005). El análisis de los isótopos de carbono y la evaluación de la concentración de alcanos en las heces son también utilizados en la estimación de la composición botánica de las especies (Chen *et al.* 1998, Bennett *et al.* 1999, Sponheimer *et al.* 2003 y Lee & MacGregor 2004).

El estudio de las dietas tiene una alta importancia en las investigaciones de tipo ecológico y en la planeación de estrategias para la conservación y manejo de las especies (Downer 2001). Con información sobre la dieta de diferentes grupos taxonómicos, se pueden entender las consecuencias que tienen las especies de animales introducidas a ciertos ecosistemas naturales sobre la fauna nativa de los mismos (Cole *et al.* 1995). También se puede conocer el efecto de la reintroducción de especies localmente

extintas a su hábitat natural (Hartman 1994). Igualmente estos estudios permiten entender procesos evolutivos a través del tiempo, determinar las estrategias de las historias de vida de los organismos, las variaciones de disponibilidad de alimento en las dinámicas poblacionales y examinar mecanismos de interacciones competitivas (Rodgers & Lewis 1986, Campos *et al.* 2001, Stallman & Holmes 2002 y Cingolani *et al.* 2005).

Mediante la técnica micohistológica de las heces por ejemplo, se pueden determinar los ítems alimentarios consumidos por las especies de mamíferos herbívoros domesticados para proponer manejos adecuados de pastoreo y determinar que áreas o unidades de paisaje pueden considerarse de alta amenaza para las especies dependiendo del recurso alimentario preferido y de la época o estación (Posse *et al.* 1996). Igualmente los estudios de las dietas sobre estas especies ayudan a entender la dinámica de crecimiento de las diferentes especies que están sometidas al pastoreo y la relación que existe entre la calidad de forraje y la intensidad del pastoreo (Cingolani *et al.* 2005). La evaluación del estado de las poblaciones de animales silvestres en áreas caracterizadas por la ganadería ha sido también determinada teniendo en cuenta los análisis de la dieta. Dingerkus y Montgomery (2001) determinaron la dieta de la liebre Irlandesa (*Lepus timidus hibernicus*) y encontraron que esta especie no puede sostener poblaciones viables en áreas que se caracterizan por la agricultura intensiva.

Eventos de competencia, solapamiento de nichos, calidad y divergencia en la dieta también pueden ser evaluados por medio de estos análisis (Beier 1987, Bergman & Krebs 1993, Frank 1994, Osborn & Jenks 1998, Schuette *et al.* 1998, Kays 1999, Krebs 1999, Cortés *et al.* 2002 y Marrero & Nogales 2005). Por ejemplo Cortés *et al.* 2002 evaluaron la dieta de dos especies de roedores herbívoros simpátricos en ambientes altoandinos con bajas disponibilidades de alimento para determinar si había competencia por los recursos alimentarios disponibles o

sobrelapamientos de nichos. Mediante la técnica histológica identificaron los ítems consumidos por cada especie y determinaron mediante índices de similitud de dieta que las especies estudiadas tuvieron una baja sobreposición en sus dietas y nichos tróficos diferentes.

### **2.3. Análisis microhistológico fecal en la evaluación de las dietas**

Las dificultades prácticas relacionadas con la utilización de los contenidos estomacales y de otras técnicas como herramientas básicas para la evaluación de las dietas de las especies (Holechek *et al.* 1982a), han hecho que varias disciplinas como la biología de la conservación consideren implementar nuevas técnicas para obtener este tipo de información ecológica.

Los análisis fecales basados en la microhistología de los fragmentos vegetales recuperados en las heces han sido una alternativa factible para llevar a cabo este tipo de estudios. La técnica es útil especialmente cuando se trabaja con organismos herbívoros con tamaños poblacionales pequeños o en peligro de extinción, ya que no implica el sacrificio de las especies (Holechek *et al.* 1982a, Dingerkus & Montgomery 2001 y Downer 2001). La microhistología es una técnica utilizada para identificar fragmentos vegetales en las heces mediante un microscopio y se basa principalmente en las características particulares de los fragmentos epidermales reconocidos (Rentfleish & Hansen 1870). La confiabilidad en esta técnica y su utilidad se fundamentan en varios aspectos: Desde un principio la epidermis se ha reconocido como el tejido vegetal más abundante en las heces de los organismos y el cual posee características adecuadas para los procesos de identificación (Dusi 1949). Según Taiz & Zeiger (1998) y Azcón-Bieto & Talón (2000) la epidermis es un tejido dérmico que está compuesto de células poligonales especializadas recubierto por una estructura córnea llamada *cutícula*. Se sabe que estas estructuras vegetales quedan intactas en los procesos de digestión, por lo

que es posible recuperar estos fragmentos en las heces para luego compararlos con material de referencia ya conocido (Dusi 1949, Stewart 1967, Osbahr 1999 y Stallman & Holmes 2002). Por último, estas estructuras son muy diversas morfológicamente lo que hace que las especies vegetales puedan ser identificadas fácilmente reconociendo las estructuras particulares y específicas para cada una de ellas (Bennett *et al.* 1999). Dentro de estas estructuras se incluyen los estomas, tricomas, fragmentos de sílice, patrones de las paredes celulares, cristales, glándulas y otras formas.

La técnica microhistológica presenta varias ventajas en comparación con los otros métodos para valorar las dietas. La colección de las muestras fecales es relativamente fácil de realizar. Además el material fecal puede ser usado en valoraciones de dietas mensuales, estacionales o anuales. La microhistología también genera un registro físico y durable de los fragmentos en las láminas preservadas. Los equipos requeridos son mínimos y la técnica ofrece flexibilidad en el presupuesto y en la capacidad de verificar los datos (Dusi 1949, Rentfleish & Hansen 1870 y Marrero & Nogales 2005). De otra parte, la técnica puede ayudar a los manejadores de fauna a determinar la competencia potencial entre herbívoros domésticos y silvestres y a implementar herramientas para el manejo de los animales silvestres. Igualmente la técnica aporta conocimiento para tomar decisiones de tipo nutricional de las especies y para rehabilitar hábitats afectados para su conservación (Rentfleish & Hansen 1870 y Shrestha *et al.* 2005).

La técnica histológica fue introducida por Baumgartner & Martin (1939) y ha sufrido varias modificaciones siendo usada ampliamente en los estudios alimentarios tanto de animales domésticos como de silvestres (Dusi 1949, Storr 1961, Stewart 1967, Sparks & Malechek 1968, Williams 1969, Lindström *et al.* 1998, Osbahr 1999 y Valencia *et al.* 2001). El uso de la técnica por diferentes investigadores y su utilización para valorar los

diferentes aspectos ecológicos valida la utilidad y precisión de la misma en la determinación de la composición botánica de los distintos grupos taxonómicos (Campos 2001, Dingerkus & Montgomery 2001, Downer 2001 y Shrestha *et al.* 2005).

Dusi (1949) y Storr (1961) desarrollaron una serie de procedimientos microtécnicos como la preparación del material de referencia de plantas del área de estudio (láminas patrón) y material de las heces para evaluar las dietas de los organismos herbívoros. Stewart (1967) por su parte desarrolló el procedimiento microhistológico para obtener información *cuantitativa* de las plantas consumidas por los grandes herbívoros de las llanuras Africanas ya que las técnicas descritas hasta el momento solo se basaban en descripciones cualitativas. Por su parte Williams (1969) realizó un perfeccionamiento a las técnicas microhistológicas existentes en el momento en cuanto al blanqueamiento de las estructuras epidermales, la coloración y el montaje de las láminas para facilitar la identificación de los fragmentos vegetales en las heces.

De manera más reciente Schuette *et al.* (1998) valoraron las dietas de dos especies de antílopes evaluando el solapamiento entre estaciones. A su vez evaluaron las adaptaciones morfológicas del cráneo de estos ungulados verificando la hipótesis del “rostro alargado” propuesta por Greaves (1991) y Spencer (1995) con observaciones mensuales de la selección de la dieta por parte de las dos especies. Para el “borugo de páramo” (*C. taczanowskii*) Osbahr (1999) estandarizó una técnica de recuperación de fragmentos vegetales en heces basando la metodología en una modificación a la técnica descrita por Storr (1961). En este estudio encontró que la especie consumía 16 géneros pertenecientes a 14 familias vegetales. Bennett *et al.* (1999) igualmente aplicaron la técnica descrita para obtener información acerca de la dieta de novillos y determinaron a su vez los efectos que presentan los cambios estacionales sobre la dieta seleccionada por los animales.

Campos *et al.* (2001) estudiaron la dieta de un ensamble de mamíferos en un desierto de Argentina. El estudio basado en la coexistencia de especies determinó la estructura trófica de las comunidades de mamíferos presentes en el área de estudio. Los autores encontraron dos estrategias principales usadas por esos mamíferos: mamíferos herbívoros (mamíferos de tamaño mediano) y mamíferos omnívoros con tendencia a la granivoría (mamíferos de tamaño pequeño).

Downer (2001) por su parte estudió la dieta y el hábitat del tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*) en Ecuador; con el fin de diseñar e implementar estrategias de conservación efectivas para la especie. La evaluación de la dieta se logró mediante observaciones directas en campo y la aplicación de la técnica histológica. El investigador encontró en el estudio que la especie consumió una gran proporción de plantas leñosas y no leñosas y que tuvo preferencia por algunas plantas fijadoras de nitrógeno. Concluye mediante el análisis de la dieta que la especie ayuda exitosamente en la dispersión de semillas de muchas de las especies de plantas características de los bosques andinos.

La evaluación del efecto que tiene la extensión de la ganadería sobre las poblaciones de diferentes grupos taxonómicos ha sido evaluada teniendo en cuenta el análisis microhistológico como herramienta para determinar las dietas. Dingerkus y Montgomery (2001) evaluaron la dieta de la liebre por medio de este análisis en la parte Norte de Irlanda. En este estudio encontraron que las especies de pastos presentaron la mayor proporción de frecuencia de ocurrencia en todas las muestras fecales. Los investigadores evidenciaron que la especie no es capaz de sostener poblaciones viables en áreas caracterizadas por la agricultura extensiva. Por último los estudios sobre solapamientos de dietas también han estado basados en los análisis microhistológicos (Shrestha *et al* 2005). Estos autores evaluaron los hábitos alimentarios de tres especies simpátricas de ungulados con el fin de determinar la selección del forraje

por cada una de las tres especies y el grado sobrelapamiento de las dietas entre ellos. Por su lado, Steinheim *et al.* (2005) en un estudio sobre la dieta y uso de hábitat de dos especies simpátricas (*Elephas maximus* y *Rhinoceros unicornis*) encontraron que las dietas de ambas especies fueron diferentes (índice de similaridad 37.5%) concluyendo por tanto que ambas especies usaron nichos diferentes.

#### **2.4. Confiabilidad de los análisis fecales en los estudios de las dietas**

Los estudios de las dietas y su relación con ciertos aspectos ecológicos han estado basados principalmente en los análisis microhistológicos de las heces (Belwood & Fenton 1976, Bergman & Krebs 1993, Osborn & Jenks 1998, Kays 1999, Stallman & Holmes 2002 y Shrestha *et al.* 2005). Esta técnica sin embargo presenta ciertas desventajas lo cual puede generar errores cuando se trabajan con este tipo de análisis. Algunos trabajos han evidenciado resultados significativamente diferentes cuando se ha comparado la microhistología con otras técnicas. Sin embargo, éstos han validado la técnica microhistológica frente a las demás (Belwood & Fenton 1976, Buchler 1976, Kronfeld & Dayan 1998, Dingerkus & Montgomery 2001 y Lee *et al.* 2004).

Uno de los primeros errores potenciales de la microhistología tiene que ver con la capacidad intrínseca que poseen los observadores para determinar correctamente los fragmentos identificados en los campos microscópicos (Holechek *et al.* 1982b y Gross *et al.* 1983). Por tal razón desde los inicios de la técnica se propusieron procedimientos para el entrenamiento de observadores de las muestras preparadas microhistológicamente (Holechek & Gross 1982).

La digestión diferencial que ocurre en el tracto digestivo de los diferentes animales es otro de los errores que puede presentarse con este tipo de análisis. La digestión diferencial puede hacer que se subestime o

sobrestime los ítems alimentarios identificados mediante el análisis fecal (Batzli & Cole 1979, Holechek *et al.* 1982a, Kunz & Whitaker 1983, Dickman & Huang 1988, Bergman & Krebs 1993, Kronfeld & Dayan 1998, Bartolomé *et al.* 1995 y Shrestha *et al.* 2005). Este error potencial igualmente puede ocurrir cuando se analizan en la materia fecal fragmentos vegetales que poseen cutículas frágiles o cutículas resistentes a la digestión (fragmentación diferencial) (Neal *et al.* 1973, Cingolani *et al.* 2005 y Shrestha *et al.* 2005), cuando se analizan en las heces organismos con cuerpos blandos (formas pequeñas o emergentes) o cuando algunos individuos entresacan partes de sus presas antes de la digestión (alas, élitros, cápsulas encefálicas) las cuales pueden ser piezas importantes en los procesos de identificación (Kunz & Whitaker 1983, Dickman & Huang 1988 y Spinola & Vaughan 1995). Westoby *et al.* (1976) encontró al analizar microhistológicamente los contenidos estomacales de especies de herbívoros que los fragmentos no identificables o no cuantificados en los campos microscópicos generan errores potenciales que afectan la precisión del análisis microhistológico.

Las técnicas de preparación de las muestras pueden afectar de igual forma las estimaciones de las dietas determinadas microshistológicamente (Vavra & Holechek 1980). De otra parte, algunos estudios han evidenciado que la fenología de las plantas ingeridas por parte de la especie objeto de estudio puede afectar el grado de subestimación o sobrestimación de los ítems identificados; en especial cuando se evalúan las dietas estacionalmente mediante la técnica microhistológica (Leslie *et al.* 1983, Holechek & Valdez 1985 y Galende *et al.* 1998).

A pesar de los errores y sesgos potenciales que se pueden generar al utilizar el análisis microhistológico fecal para determinar las dietas de los diferentes grupos de animales, es conveniente precisar que muchos trabajos han recomendado y validado el uso de esta técnica en el

momento de analizar cualitativamente y cuantitativamente las plantas que hacen parte de la dieta de los diferentes grupos de mamíferos (Catán *et al.* 2003, Maia *et al.* 2003, Lee *et al.* 2004, y Shrestha *et al.* 2005).

Algunos trabajos han sugerido mejoras en cuanto a las técnicas de preparación del material fecal para el análisis microhistológico y técnicas de muestreo de las láminas fecales. Dentro de este contexto, Williams (1969) propuso una mejora a los procedimientos de blanqueamiento, coloración y montaje de las láminas. Las modificaciones permitieron determinar con más precisión los fragmentos vegetales recuperados en las heces observadas al microscopio. Rogerson *et al.* (1976) por su parte describen una técnica más simple y más efectiva de preparación de la muestra para la identificación de las cutículas vegetales en las heces de animales. Catán *et al.* (2003) realizaron unas modificaciones importantes a la técnica microhistológica propuesta por Peña Neira (1980) con el propósito de simplificar y agilizar el trabajo de laboratorio. Dentro de estas modificaciones se destacan: digerir el material vegetal en hipoclorito de sodio durante 2 horas, se evitó el uso de la solución de Hertwig para la clarificación de los fragmentos epidermales y se acortó el tiempo de montaje y secado al reemplazar la solución de Hoyer por la glicerina. Por otro lado, recientemente se han propuesto algunas modificaciones en cuanto a los esquemas de muestreo óptimo basados en estimaciones de componentes de varianza sobre las muestras de pellets. Estos cambios han disminuido el tiempo de análisis y el costo y han aumentado la precisión de la técnica (Maia *et al.* 2003).

Por último algunos trabajos han recomendado el uso de factores de corrección con el fin de bajar la incertidumbre de error al utilizar este tipo de análisis (Stewart 1967, Leslie *et al.* 1983 Holechek & Valdez 1985, Rodgers & Lewis 1986, Bartolomé *et al.* 1995, Ellis *et al.* 1998 y Sierra *et al.* 2005).

## 2.5. Amplitud de nicho y preferencias alimentarias

El hábitat trófico de una especie (dieta) es una de las dimensiones más importantes del nicho que ayuda a entender procesos y dinámicas de las comunidades y a sugerir estrategias de conservación y manejo de las especies (Colwell & Futuyama 1971, Krebs 1999 y Downer 2001).

Una de las medidas de nicho más utilizadas en los estudios de tipo ecológico es la medida de *amplitud de nicho* o también llamado *tamaño de nicho*. La amplitud de nicho intenta medir que tan especializada o no es una especie animal o vegetal con respecto a otra (Krebs 1999). La amplitud de nicho puede ser medida observando las distribuciones de los organismos individuales sobre un paquete de estados de recursos. Estos estados de recursos pueden ser recursos alimentarios, recursos de hábitat, unidades muestrales naturales o unidades artificiales (Krebs 1999).

Por otro lado, las preferencias que tiene una especie sobre un recurso o varios recursos (preferencias alimentarias, preferencias de hábitat o preferencias de sitios de anidación) son importantes para entender y manejar los distintos grupos de especies de animales y vegetales (Krebs 1999). Una de las medidas más simples de preferencia es la medida llamada *proporción de forrajes* o *índice de selección*. Las medidas de preferencia tienen la particularidad de que pueden ser medidas comparando el uso de los recursos y su disponibilidad en el medio ambiente (Krebs 1999).

### **3. Formulación del problema y Justificación**

#### **3.1. Formulación del problema**

Los bosques naturales del mundo han venido sufriendo durante los últimos años transformaciones drásticas debido a los grandes problemas de conservación que han surgido de las actividades antrópicas (Bodmer *et al.* 1997, Roda 1997, Primack 1998 y Meffe *et al.* 2006).

En Colombia la expansión de la frontera agrícola y ganadera en especial en la región Andina, han hecho que el 70% de la cobertura de los bosques haya sido transformada y que el 80% de la tierra haya sido ocupada por pasturas (Etter & Wyngaarden 2000, Murgueitio & Ibrahim 2001 y Chará & Murgueitio 2005). La deforestación de los bosques, la degradación de los suelos y pérdida de productividad así como la emisión de gases de invernadero entre otros factores, son los impactos negativos más importantes que han sufrido los ecosistemas de alta montaña producto de las actividades mencionadas (Sadeghian *et al.* 1999, Murgueitio & Ibrahim 2001, Kattan 2002 y Murgueitio 2003). Estos problemas por tanto han llevado a la degradación y pérdida de hábitat de las especies silvestres que habitan en ellos afectando sus poblaciones.

Las poblaciones naturales del “borugo de páramo” (*C. taczanowskii*) que habitan en estos ecosistemas de alta montaña se han visto disminuidas significativamente en su tamaño poblacional (Núñez & Jorgerson 1996 y Ospina & Osbahr 2002). Las causas principales son la cacería furtiva y la pérdida de su hábitat natural producto de la tala indiscriminada (Núñez & Jorgerson 1996, Osbahr 1996a, Cepeda & Osbahr 2002 y Ospina & Osbahr 2002), lo cual a su vez se refleja en la pérdida de cobertura, disponibilidad de alimento y sitios potenciales de reproducción; recursos específicos necesarios para la supervivencia de la especie (Krausman 1999). La ausencia de información correspondiente a la dieta de la

especie y factores relacionados como sus preferencias y dependencia sobre sus recursos alimentarios en campo, la cual es importante en la implementación de herramientas de manejo y conservación, probablemente intensifican la rápida desaparición de esta especie a nivel local o regional, la cual es reconocida internacionalmente por la UICN como cerca de ser amenazada (Baillie 1996).

### **3.2. Preguntas de investigación**

- 1) ¿Qué ítems alimentarios son identificados por medio de la técnica microhistológica en las heces del “borugo de páramo” en el cerro de Manjuí, Zipacón?
- 2) ¿En qué proporción consume el “borugo de páramo” los ítems alimentarios identificados en las heces?
- 3) ¿Existe alguna preferencia por el “borugo de páramo” sobre algún ítem alimentario identificado en las heces?
- 4) ¿Existe alguna relación entre la abundancia de las plantas colectadas como recurso alimentario potencial para la especie con los fragmentos identificados en las heces?

### **3.3. Justificación de la investigación**

En Colombia los ecosistemas de alta montaña han venido sufriendo impactos negativos producto de las actividades antrópicas, los cuales han generado una importante transformación del paisaje y un cambio considerable en el uso de la tierra (Etter & Wyngaarden 2000 y Chará & Murgueitio 2005). La estructura de la vegetación es una de las primeras en verse afectadas por estas actividades. Por tanto la pérdida de hábitat y

de recursos en estos ecosistemas han afectado las especies de vida silvestre, como el “borugo de páramo”.

La evaluación de la dieta del “borugo de páramo” en sus hábitats naturales es uno de los aspectos ecológicos propios de la especie que por su aplicabilidad como indicador de un hábitat óptimo (Pérez-Torres 2000), puede ser utilizada para evaluar, manejar y proteger las poblaciones naturales de esta especie. Además por su condición de herbívoro y su potencial función en los ecosistemas de alta montaña como dispersor de semillas, este estudio también genera las principales bases para entender procesos ecológicos tales como el estructuramiento de las comunidades biológicas presentes en el área, la regeneración y restauración de los ecosistemas y la conexión de elementos del paisaje (Cuaron 2000).

Aún cuando en el cerro de Manjuí, Zipacón; hábitat natural de la especie, se ha presentado la expansión agrícola y ganadera, se conservan algunos remanentes de bosques naturales que conservan una diversidad importante de especies animales y vegetales (CAR 2005). Además la riqueza hídrica del área representa un potencial económico y social para todos los habitantes del área de estudio (CAR 2005).

Por tanto en el presente trabajo se generó información tanto cualitativa como cuantitativa de las especies vegetales que fueron encontradas en las heces del “borugo de páramo” en el Cerro de Manjuí, Zipacón (Cundinamarca); la cual genera las principales bases para implementar en futuros trabajos acciones de manejo y conservación tanto de la especie como de estos ecosistemas de alta montaña para su conservación.

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo General**

Estudiar la dieta del “borugo de páramo” (*C. taczanowskii*) en un Bosque Altoandino (Zipacón, Cundinamarca) identificando fragmentos vegetales en las heces.

### **4.2. Objetivos específicos**

- 1) Determinar mediante la técnica microhistológica los ítems alimentarios recuperados en las heces del “borugo de páramo” en (Zipacón, Cundinamarca).
- 2) Determinar las frecuencias de ocurrencia (porcentaje) de cada uno de los ítems alimentarios encontrados en las heces del “borugo de páramo”.
- 3) Evaluar si existe alguna preferencia sobre algún(os) ítem(s) alimentario(s) identificados en las heces mediante la técnica microhistológica.
- 4) Evaluar la relación entre la abundancia de las plantas colectadas como recurso potencial alimentario para la especie con los fragmentos identificados en las heces.

## **5. Materiales y Métodos**

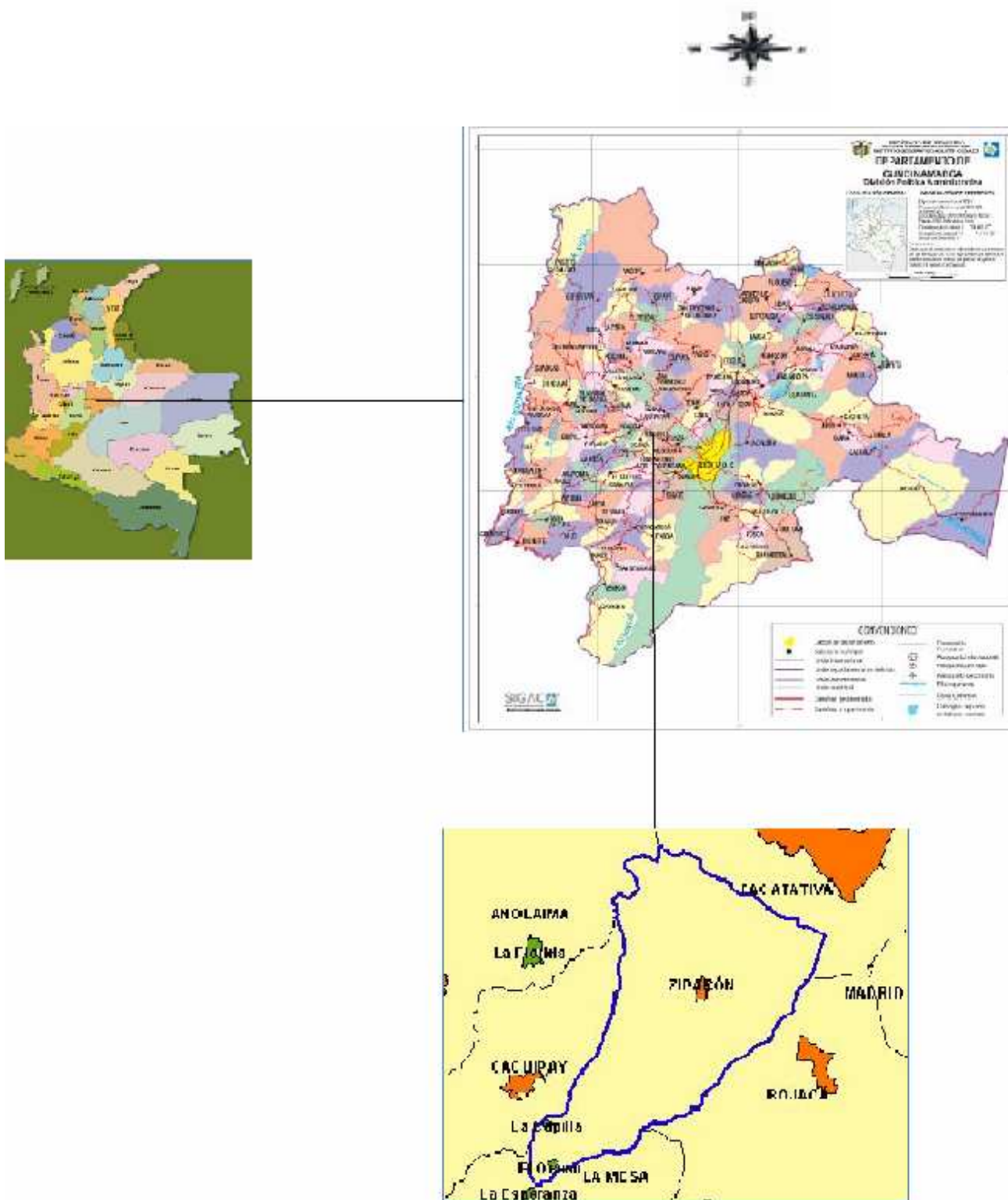
### **5.1. Área de Estudio**

#### **5.1.1. Localización**

El área de estudio Cerro de Manjuí (Hacienda Manjuí) se localiza en jurisdicción del departamento de Cundinamarca (municipio de Zipacón), sobre el flanco occidental de la Cordillera Oriental, enmarcando principalmente la divisoria de la Cuenca Baja del río de Bogotá y un pequeño sector de la divisoria de aguas de la cuenca del río Negro ( $04^{\circ} 48' 20.64''$  N  $74^{\circ} 23' 26.55''$  W). Su rango altitudinal abarca desde los 2550 a los 3.200 m, (Figura 1) (CAR 2005).

El municipio de Zipacón dista de Bogotá D.C. 52 km. La cabecera municipal está localizada a los  $04^{\circ} 45' 06''$  de latitud norte y  $74^{\circ} 22' 45''$  de latitud oeste. El área municipal es de  $55 \text{ km}^2$  y limita por el norte con Anolaima y Facatativa, por el este con Bojacá, por el sur con La Mesa y por el oeste con Anolaima y Cachipay.

La mayor parte del territorio es montañoso; sin embargo se encuentran algunas áreas planas a ligeramente onduladas. Entre los accidentes geográficos se destacan los cerros la Blanca, Manjuí y Mirados. Las actividades comerciales más destacadas en el municipio guardan relación con los productos de origen agropecuario (Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1996).



**Figura 1.** Ubicación Geográfica del área de estudio (Cerro Manjú, Zipacón). Escala gráfica: 7.5 – 15 Km. Resolución: 424\*563 – 54KB  
Fuente: IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

### 5.1.2. Clima

El área de estudio comprende el clima típico frío con temperaturas inferiores a los 17° C. Por no haber variaciones térmicas apreciables a causa de la latitud, el relieve se convierte en el principal factor determinante del clima y da origen al llamado “clima de altitud” (Parra *et al.* 1970).

La estrecha relación entre el aumento de la altura y el descenso de la temperatura es la característica más destacada del clima en el área de estudio. Debe anotarse que la humedad es el factor más importante en la disminución de las variedades térmicas en la zona de estudio (Parra *et al.* 1970).

La distribución de la precipitación en la zona de estudio puede catalogarse como bimodal, adquiriendo sus máximos valores entre los meses de abril y Julio; decrece entre agosto y septiembre, con una alta tendencia a ascender en el mes de Octubre y Noviembre. En los meses de diciembre, enero y febrero se presentan los niveles más bajos de precipitación. Las máximas precipitaciones se presentan en los meses de abril con 445,5 mm., en mayo con 446,5 mm., y en noviembre con 450 mm. La temperatura media mensual es de 12.4 °C (CAR 2005, Parra *et al.* 1970). Durante el día las temperaturas son templadas, pero el ambiente puede enfriarse durante la noche aún en forma brusca, con presencia de heladas en algunas épocas del año.

Por el tipo de clima (ecuatorial diurno), las montañas y valles poseen un régimen diurno de vientos de valle, ascendentes hasta después del mediodía y descendentes en la tarde, hasta las primeras horas de la noche (Sierra *et al.* 2004).

### 5.1.3. Suelos

Los suelos del área de estudio pertenecen a la unidad cartográfica Asociación FACATATIVA (FO) los cuales se encuentran en alturas de 2500 a 3200 m. Son suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas, en relieve ligera a fuertemente inclinado con pendientes 3-7-12-25 %, moderadamente profundos a profundos, limitado en el primero de los casos por un horizonte plácico; son suelos bien drenados (CAR 2005).

Su uso actual lo constituyen en mayor extensión pastos rastrojo o pastos enmalezados para ganadería extensiva y el resto, cultivos de papa, hortalizas y cereales con predominio de pastos manejados (CAR 2005).

Forman esta asociación los conjuntos Facatativa (*Placandept*) en 55% y Frentepino (*Tepic Dystrandept*) 45%.

Comprende las fases:

- FO<sub>b</sub>: Asociación FACATATIVÁ, ligeramente inclinado, con pendientes 3-7%.
- FO<sub>d</sub>: Asociación FACATATIVA, fuertemente inclinado, con pendientes 12-25%.

### 5.1.4. Geología

El área de estudio presenta una zona de cordilleras de topografía muy accidentada, donde las crestas y valles están orientados N-S a NNE-SSW según la orientación de los plegamientos (3/4) (Parra et al. 1970). La zona se encuentra conformada estratigráficamente por las unidades Conejo, Arenisca dura, Plaeners, Arenisca de Labor y Tierna, Guaduas, depósitos

aluviales y depósitos recientes. Esta secuencia de rocas sedimentarias abarca edades desde el Cretácico Superior al Cuaternario (CAR 2005).

#### **5.1.5. Geomorfología**

En general el área corresponde a un área caracterizada predominantemente por la presencia de fuertes pendientes asociadas con la presencia de rocas competentes y horizontes duros que en conjunto favorecen la existencia de un sin número de morfologías de escarpes y filas asociadas a ambientes geológicos estructurales y a procesos denudacionales, ampliamente afectados y enmascarados por la ocurrencia en tiempos geológicos recientes de depósitos de origen fluvio-glaciares (CAR 2005).

#### **5.1.6. Uso de la tierra**

En la zona de estudio las explotaciones más generalizadas en los terrenos planos y ligeramente ondulados son los cultivos de papa, cebada, hortalizas y ganadería con pasto Kikuyo (Parra *et al.* 1970).

#### **5.1.7. Vegetación**

De acuerdo con la clasificación de Holdridge (1967) la vegetación del área de estudio pertenece a la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB). Tiene como límites climáticos una biotemperatura media aproximada entre 12 a 18°C; un promedio anual de lluvias de 1000 a 2000 mm, perteneciendo a la provincia de Humedad Húmeda, presentando una altitud entre 2000 a 3000 m (CAR 2005).

Su fisonomía vegetal ha sido transformada fuertemente por la misma comunidad adyacente a la zona, explotando sus terrenos desde tiempos antiguos.

Las especies que pueden encontrarse son:

*Alnus acuminata*, *Drymis granadensis*, *Cassia tomentosa*, *Eugenia rhopaloides*, *Myrcianthes leucoxila*, *Cissus rhombifolia*, *Brugmansia* sp, *Bejaria aestuans*, *Escallonia paniculata* var., *Freziera* sp, *Cedrela* sp, *Geisanthus andinus*, *Oreopanax* sp, *Piper bogotense*, *Lupinus* sp, *Saurauia cuatrecasana*, *Rapanea ferruginea*, *Weinmannia* sp, *Fragaria indica*, *Clusia multiflora*, *Asplenium praemorsum*, *Blechnum occidentale*, *Pellaea ternifolia*, *Polypodium lanceolatum*, *Morella pubescens*, *Hesperomeles heterophylla*, *Delostoma roseum*, *Stipa ichu*, *Schefflera* sp, *Panopsis* sp *Vallea stipularis*, *Morella pubescens*, *Cordia lannata*, *Miconia* sp, *Bocconia frutescens*, *Cordia* sp, *Clusia alata*, *Baccharis* sp, *Juglans* sp, *Ficus* sp, *Weinmania* sp, *Phyllanthus* sp (CAR 2005, Parra et al. 1970).

#### **5.1.8. Fauna**

##### **5.1.8.1. Mamíferos**

El hábitat está bastante intervenido y los mamíferos están prácticamente extintos debido a las actividades antrópicas en el área. Sin embargo, en la actualidad aún solo se observan conejos de monte (*Sylvilagus brasiliensis*), faras (*Didelphys* sp), ratones de campo (*Oryzomys* sp, *Melanomys* sp, *Thomasomys* sp), y “borugo de páramo” (*Cuniculus taczanowskii*); entre otros (CAR 2005).

##### **5.1.9. Área de muestreo**

Teniendo en cuenta la clasificación de Küchler (1988) (citado en Etter 1994), el cerro de Manjuí se caracterizó por presentar un paisaje de tipo *cultivado*; ya que dentro de la zona se observaron como principales tipos de uso, sistemas de producción y de extracción como la ganadería y el cultivo extensivo de papa criolla.

Dentro del área de estudio se trabajaron cuatro bosques diferentes, los cuales se caracterizaron por presentar una cobertura vegetal de tipo cultural (Forman & Gordon 1986 citado en Etter 1994). La información existente en cuanto a la descripción y composición florística del lugar y el tipo de bosques que se encuentra allí es muy limitada por lo que no se hace una descripción detallada en este trabajo. Por tanto, solo se describen los bosques como bosque 1 (B1), bosque (B2), bosque (3) y bosque (4).

## **5.2. Diseño de la investigación**

### **5.2.1. Factor de Diseño**

La naturaleza de este trabajo fue descriptiva, donde la variable principal que se consideró fue la dieta del “borugo de páramo”. Para esto se determinaron las frecuencias relativas de ítems alimentarios encontrados en las muestras de materia fecal del “borugo de páramo” en el cerro de Manjuí (Zipacón).

### **5.2.2. Variable de Respuesta**

Ítems alimentarios identificados en cada una de las muestras fecales analizadas microhistológicamente.

### **5.2.3. Unidad de Respuesta**

Cada una de las muestras fecales analizadas microhistológicamente.

### **5.2.4. Unidad de muestreo**

Conformada por cada uno de los cuatro bosques y el conjunto de las muestras fecales analizadas.

### **5.2.5. Población de estudio y muestra**

Población: El conjunto completo de muestras de materia fecal de la población del “borugo de páramo” presente en los cuatro bosques estudiados en la Hacienda Manjui, municipio de Zipacón (Cundinamarca).

Muestra: El conjunto de las 33 muestras de materia fecal del “borugo de páramo” encontradas en los cuatro bosques.

### **5.2.6. Variables del estudio**

Ítems alimentarios identificados en las heces del “borugo de páramo” en relación con las plantas colectadas.

## **5.3. Métodos**

### **5.3.1. Muestreo de la vegetación y colecta de heces**

#### **5.3.1.1. Selección y colecta de las plantas de estudio**

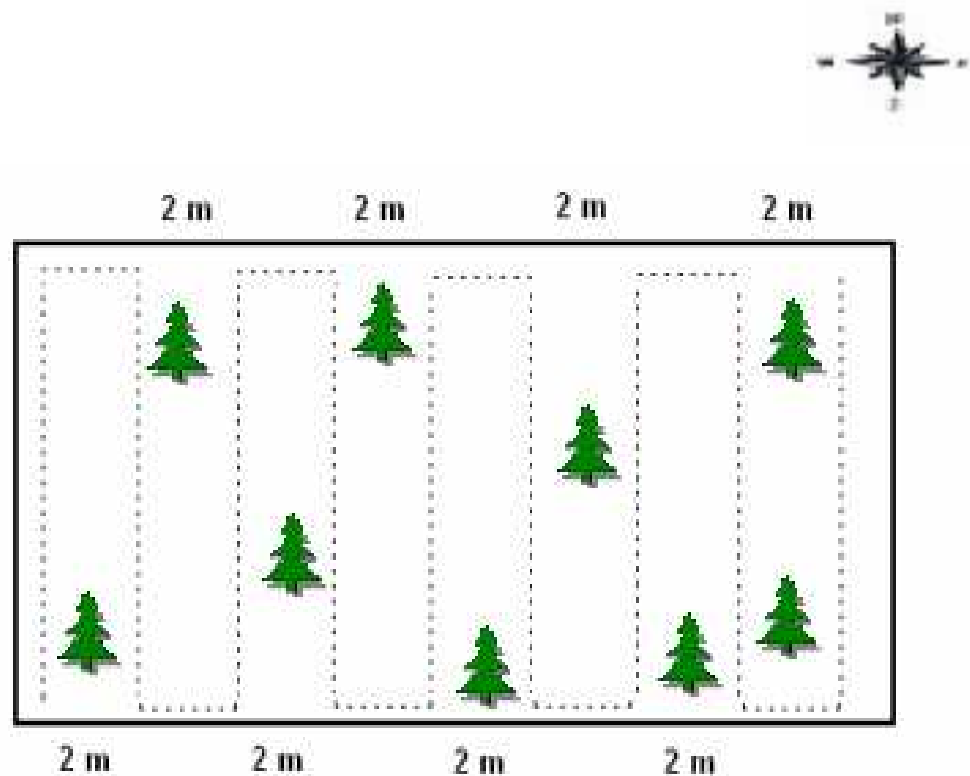
Las plantas de estudio que fueron evaluadas como recurso potencial de la dieta del “borugo de páramo” fueron seleccionadas y colectadas teniendo en cuenta la información proporcionada por los trabajos de Osbahr (1999 y 2003) (Anexo 1 y 2). Durante tres salidas al área de estudio a finales de Septiembre y principios de Octubre del 2005, se colectaron las plantas siguiendo un muestreo aleatorio. En cada uno de los bosques seleccionados (B1, B2, B3 y B4) se realizó un recorrido desde el borde del bosque hasta el límite superior del fragmento. Dentro de los recorridos se buscaron en cada uno de los bosques mediante el método de muestreo preferencial, las plantas reportadas por los trabajos previos (Osbahr 1999 y 2003); las cuales fueron colectadas teniendo en cuenta su presencia en cada uno de los bosques muestreados. Las plantas identificadas en cada uno de los bosques fueron colectadas por duplicado para la colección

botánica de referencia y para llevar a cabo la técnica microhistológica. Las plantas para la colección botánica de referencia fueron colectadas tomando una rama de cada especie vegetal, garantizando que sus órganos vitales tales como hojas tallos, frutos y/o rizoma estuvieran en el mejor estado de preservación posible. Las plantas colectadas para los análisis microhistológicos fueron almacenadas en bolsas ziploc marca Johnson® con el fin de evitar la deshidratación de las mismas. Los ejemplares para el herbario fueron debidamente rotulados y prensados en papel periódico rociándolos inmediatamente con alcohol. La identificación taxonómica se realizó en campo mediante consulta directa con un especialista botánico. El material vegetal colectado fue trasladado a la Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas (U.D.C.A.) y fue secado en un horno de acuerdo a la técnica descrita por Gaviño *et al.* (1974) a una temperatura aproximada entre 40 – 45 °C y luego ubicado en la colección biológica de dicha entidad.

#### **5.3.1.2. Colecta de materia fecal**

Una vez obtenidas las plantas de estudio se colectaron muestras fecales de la especie durante el mes de Abril del 2006 en cada uno de los cuatro bosques seleccionados. Como el “borugo de páramo” establece letrinas para la defecación en cuevas superficiales (Osbahr 1996b), las muestras fueron colectadas de diferentes letrinas distribuidas por toda el área de estudio para asegurar una representación total de la dieta de la población. En cada uno de los cuatro bosques seleccionados se realizó un recorrido sistemático para la búsqueda y colecta de las fecas. El recorrido consistió en trasladarse en cada uno de los cuatro bosques verticalmente en sentido sur-norte desde el borde de un lado del parche hasta llegar al borde del otro lado. El recorrido se realizó hasta donde la vegetación cerrada lo permitiera. Luego el recorrido se invirtió, caminando en dirección opuesta (norte-sur). Este recorrido aseguró una mayor cobertura de área muestreada. Cada recorrido vertical estuvo separado uno del otro

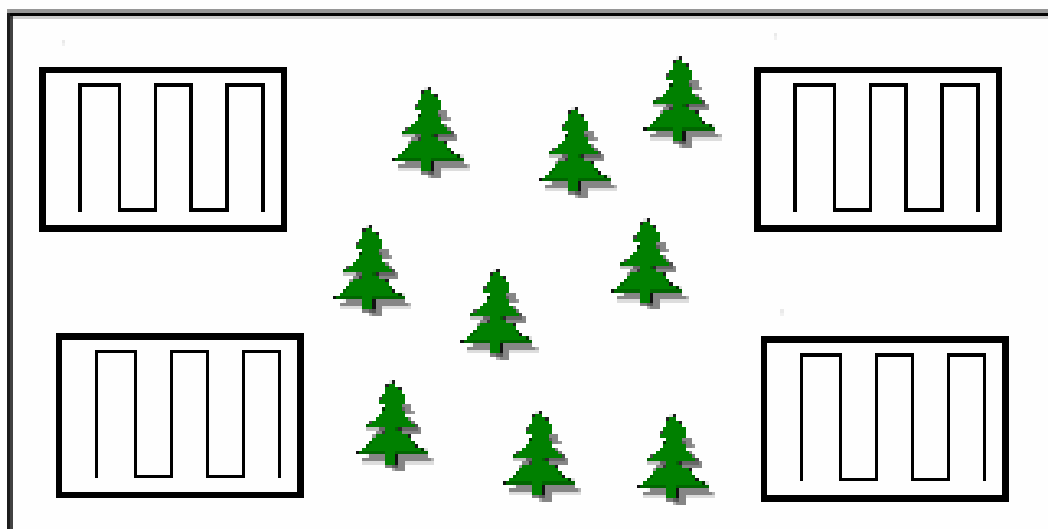
por 2 m y aproximadamente se recorrieron 200 m lineales por bosque muestreado para un total de 800 m lineales (Figura 2). Durante estos recorridos las muestras fueron buscadas en madrigueras formadas por rocas, grietas de grandes árboles y troncos caídos (Osbahr 1996b y Nowak 1999). Las muestras fecales fueron distinguidas con ayuda de los campesinos que habitan en la zona de estudio y con heces de referencia de los individuos mantenidos en cautiverio en la Unidad de Investigación en Fauna Silvestre de la Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas (U.D.C.A.). Cada una de las muestras encontradas fue almacenada en frascos debidamente rotulados registrando información sobre el día, hora y características generales del sitio y se trasladaron a la Unidad de Investigación en Fauna Silvestre donde fueron almacenadas en formol al 10% para su posterior análisis microhistológico.



**Figura 2.** Recorrido sistemático para el muestreo y la colecta de la materia fecal del “borugo de páramo” en el cerro de Manjuí, Zipacón. Las líneas discontinuas describen el recorrido.

### 5.3.2. Abundancia de las especies vegetales colectadas

La determinación de la abundancia de las especies seleccionadas y colectadas como recurso potencial alimentario para el “borugo de páramo” (*C. taczanowskii*), se llevó a cabo estableciendo 4 cuadrantes de 10 x 10 m en cada uno de los cuatro bosques seleccionados para un total de 1600 m<sup>2</sup> de área muestreada. Los cuadrantes fueron ubicados desde el borde hasta el límite superior del fragmento del bosque y estuvieron separados uno del otro por aproximadamente 5 m. En cada uno de los cuatro cuadrantes se procedió a realizar el conteo del número de individuos por especie colectada como recurso potencial alimentario para el “borugo de páramo” para obtener el valor de abundancia para cada especie seleccionada. Como no fue posible distinguir fácilmente en campo dos especies diferentes de helechos colectadas anteriormente como recurso potencial alimentario para el “borugo de páramo” (*Pecluma* sp y *Thelypteris* sp); se decidió hacer el conteo en campo de todos los helechos distintos a los del género *Blechnum* sp, *Asplenium* sp y *Cyathea* sp presentes en los cuadrantes. Los helechos muestreados de esta manera fueron agrupados por aparte en un grupo llamado “Helechos”. El recorrido dentro de los cuadrantes fue el mismo que se realizó para la colecta de las heces trasladándose verticalmente en sentido sur-norte desde el borde de un lado del parche hasta llegar al borde del otro lado. Luego el recorrido se invirtió, caminando en dirección opuesta (norte-sur). La distancia que separaba un recorrido vertical del otro fue de 1 m (Figura 3).



**Figura 3.** Establecimiento de cuadrantes para el conteo de abundancias de especies vegetales colectadas como recurso potencial alimentario para el “borugo de páramo” en el cerro de Manjuí, Zipacón.

### **5.3.3. Análisis Microhistológico**

La identificación cualitativa y cuantitativa de las plantas que hacen parte de la dieta natural del “borugo de páramo” fue hecha teniendo en cuenta la metodología empleada por Osbahr (1999); la cual es una modificación a la técnica descrita por Storr (1961). Esta técnica consistió en recuperar fragmentos vegetales en las heces del “borugo de páramo”. La metodología fue aplicada teniendo en cuenta tanto las plantas colectadas como las muestras fecales frescas de la especie.

#### **5.3.3.1. Procedimiento microhistológico para el material vegetal colectado**

De cada muestra vegetal colectada por duplicado se pesaron independientemente 5 gramos de hojas, tallos, frutos y rizoma según fuera la especie vegetal colectada en una balanza de brazo de referencia Ohaus cent-o-gram, con capacidad de 311 g y precisión de 0.01g. Cada

una de las partes vegetales pesadas por muestra colectada fue macerada por aparte en un mortero e inmediatamente hidratadas con agua durante 15 minutos. Posteriormente las partes vegetales maceradas fueron digeridas químicamente durante 13-15 minutos aproximadamente en una solución de 10 ml, de  $\text{HNO}_3$  y 10 ml, de  $\text{HCRO}_3$ ; hirviendo la muestra durante el tiempo estipulado hasta que el mesófilo se desintegrara y la epidermis se separara. Según Schuette *et al.* (1998) y Stewart (1967) este procedimiento aclara los fragmentos epidermales lo cual facilita su identificación. Mediante tres lavados sucesivos completando hasta 250 ml, con agua y aplicando de 1-2 ml, de amoníaco al segundo lavado, se recuperaron por decantación los fragmentos epidermales vegetales. El decantado fue llevado a dos tubos de ensayo y centrifugado durante 5 minutos a 5.000 r.p.m. Previa eliminación del sobrenadante, se colorearon las muestras con fuchsina básica, lugol y azul de metileno centrifugando y lavando con agua entre cada aplicación hasta eliminar el exceso de colorante. Al final se obtuvieron 3ml, de fragmentos vegetales suspendidos en agua los cuales fueron almacenados en frascos plásticos debidamente rotulados para posteriormente ser extendidos sobre láminas porta objetos. Estas láminas fueron consideradas como láminas patrón o láminas de colección de referencia.

### **5.3.3.2. Procedimiento microhistológico para las heces colectadas**

La metodología empleada en el análisis de las heces fue propuesta por Osbahr (1999). Cada una de las muestras fecales frescas colectadas del “borugo de páramo” fue secada a temperatura ambiente y pesada en una balanza de brazo de referencia Ohaus cent-o-gram, con capacidad de 311 g y precisión de 0.01g en la Unidad de Investigación en Fauna Silvestre. Posteriormente se cuantificó el número de pellets por muestra y cada uno de ellos fue medido con un calibrador tipo Vernier referencia Manostat de seis pulgadas, con dial y capacidad de medida 0-150 mm, con precisión de 0.1 mm; obteniendo un tamaño promedio de la longitud

del pellet. Luego se pesaron 5 gramos por muestra fecal la cual fue macerada posteriormente en un mortero y aclarada mediante lavados sucesivos completando hasta 300 ml, de agua. Una vez decantada la muestra se eliminó el sobrenadante el cual se llevó a dos tubos de ensayo dónde fueron coloreadas con fuchsina básica, lugol y azul de metileno centrifugando a 5000 r.p.m. y lavando con agua entre cada aplicación hasta eliminar el exceso de colorante. Una vez obtenida la muestra coloreada, ésta fue extendida en una lámina porta objetos.

### **5.3.3.3. Identificación y conteo de los fragmentos de las muestras vegetales y fecales**

Las muestras vegetales y fecales preparadas microhistológicamente fueron observadas al microscopio a 10x y 40x identificando y cuantificando los fragmentos epidermales característicos para cada especie particular vegetal y los fragmentos epidermales recuperados en las heces. La identificación de cada especie vegetal a partir de los fragmentos epidermales recuperados en las heces fue hecha reconociendo la presencia de cualquier fragmento epidermal de hojas, tallos, frutos y rizoma en los campos microscópicos correspondientes a determinada especie vegetal. Para su identificación estos fragmentos eran comparados con los fragmentos epidermales de las láminas patrón.

Como fue propuesto por Sparks & Malechek (1968) y Holechek & Vavra (1981), se observaron al microscopio 5 láminas por cada muestra vegetal y fecal preparada microhistológicamente. 20 campos microscópicos fueron observados en cada una de las láminas para un total de 100 campos microscópicos por muestra y 3900 campos microscópicos observados en total: 1900 campos microscópicos para las muestras vegetales y 2000 para las muestras fecales.

Las láminas (vegetales y fecales) fueron observadas sistemáticamente al microscopio para la identificación de los fragmentos. El recorrido fue hecho siguiendo en la lámina porta objetos líneas verticales paralelas de arriba hacia abajo observando cada campo microscópico por separado; de tal manera que no se sobre-estimaran los fragmentos indentificados por campo. El campo se entendió como el área fija comprendida en una observación. Los campos que contenían menos del 50% del área ocupada por estructuras epidérmicas fueron excluidos del análisis (Meserve 1981). En las láminas histológicas vegetales (láminas patrón) los fragmentos epidérmicos correspondientes a hojas, tallos, frutos y rizoma fueron registrados, contados y dibujados por separado. Para las muestras fecales el reconocimiento de cada especie vegetal consumida por el “borugo de páramo” fue hecha reconociendo cualquier tipo fragmento epidermal (hojas, tallos, frutos o rizoma) encontradas en las láminas analizadas. La identificación de los fragmentos epidérmicos se realizó teniendo en cuenta los dibujos y las microfotografías obtenidas de las láminas patrón o de colección de referencia. El fragmento igualmente era contado y dibujado.

La frecuencia relativa de los ítems alimentarios consumidos se obtuvo dividiendo la frecuencia absoluta de cada especie vegetal identificada por medio de cualquier fragmento epidermal reconocido (número de veces que se registró cada especie en los 100 campos observados) y la sumatoria de las frecuencias de todas las especies observadas (Sparks & Malechek 1968).

#### **5.3.3.4. Preparación de láminas de colección de referencia y láminas de heces.**

De acuerdo a la metodología descrita por Osbahr (1999) se tomaron con una micropipeta (Transferpette) con capacidad de 10 microlitros dos alícuotas por muestra vegetal preparada microhistológicamente y por

muestra de materia fecal para extenderlas en una lámina porta objetos. La muestra extendida en la lámina fue secada a temperatura ambiente. Luego se aplicaron dos o tres gotas de Entellan marca Merck® para fijar la lámina cubre objetos garantizando la ausencia de burbujas en todo el extendido. La lámina montada debidamente rotulada se secó a temperatura ambiente y fue examinada al microscopio a 10x para verificar el montaje. Las láminas preparadas con los fragmentos epidermales de las plantas fueron usadas como láminas patrón o de colección referencia. De los fragmentos epidermales se obtuvieron microfotografías con una cámara Canon y un aumento de 10x.

#### **5.4. Recolección de la Información**

Para las plantas colectadas se registró en la libreta de campo información referente al número de colecta, fecha y características externas de las plantas colectadas.

Para la colecta de las heces, se registró el número de colecta, la hora y la descripción física del lugar dónde se encontró la materia fecal.

Las abundancias de las especies vegetales colectadas fueron registradas en la libreta de campo. Se anotó cuantos individuos se presentaron por especie colectada en cada uno de los cuatro cuadrantes establecidos por bosque.

La materia fecal colectada transportada a la Unidad de Investigación en Fauna Silvestre fue pesada con una balanza electrónica y se promedió el tamaño de cada muestra (promedio largo) midiendo cada pellet fecal.

Cada uno de los fragmentos encontrados tanto en las láminas vegetales como en las fecales fue contado por campo microscópico. Para el caso de los fragmentos epidermales recuperados en las heces, se anotó el

número de fragmentos diferentes de hojas, tallos, frutos y/o rizoma por campo observado para determinar la frecuencia de ocurrencia. La frecuencia relativa de los ítems alimentarios consumidos por tanto fue determinada dividiendo la frecuencia absoluta de cada especie vegetal identificada por medio de cualquier fragmento epidermal reconocido (número de veces que se registró cada especie en los 100 campos observados) y la sumatoria de las frecuencias de todas las especies observadas (Sparks & Malechek 1968).

Para el caso de las láminas patrón de colección de referencia y las láminas de las heces, se procedió a dibujar los fragmentos epidermales característicos para cada especie vegetal y para cada muestra fecal. Los fragmentos identificados fueron microfotografiados con el fin de obtener un álbum con los fragmentos epidermales típicos para cada especie evaluada.

## **5.5. Análisis de información**

### **5.5.1. Índice de amplitud de nicho**

Para determinar que tanto se especializa o no la especie sobre los diferentes estados de recursos evaluados (ítems alimentarios) se utilizó las medidas de Levins's y de Shannon-Wiener de amplitud de nicho (Krebs 1999).

El índice de Levins's se calculó de la siguiente forma:

$$B = \frac{1}{\sum p_j^2}$$

donde:

B = Medida de amplitud de nicho de Levins's.

$p_j$  = es la fracción o proporción de ítems en la dieta que son de categoría alimentaría j.

El índice de amplitud de nicho de Levins's va desde de 1 a n. B es máximo cuando las especies no discriminan entre los estados de recursos y mínimo cuando las especies presentan la máxima especialización o la mínima amplitud de nicho (Krebs 1999).

Con el propósito de tener una mejor comprensión de los datos se calculó el índice estandarizado de amplitud de nicho de Levins's de la siguiente manera (escala de 0-1):

$$B_A = \frac{B - 1}{n - 1}$$

donde,

$B_A$  = medida estandarizada de amplitud de nicho de Levins's.

B = Medida de Levins's de amplitud de nicho.

n = número de posibles estados de recursos.

El índice de Shannon-Wiener se calculó de la siguiente manera:

$$H' = - \sum p_j \log p_j$$

donde,

$H'$  = Medida de amplitud de nicho de Shannon-Wiener.

$P_j$  = Proporción de ítems encontrados en la dieta.

El índice de amplitud de nicho de Shannon-Wiener va desde de 0 a  $\infty$ .  $H'$  siendo máximo cuando las especies no discriminan entre los estados de recursos y mínimo cuando las especies presentan la máxima especialización (Krebs 1999).

Igualmente se trabajó con el índice estandarizado para expresarlo en un rango de 0-1. Este puede ser simplificado calculando  $J'$  equivalente a la medida de Evenness estandarizada de amplitud de nicho en función de Shannon-Wiener.

$$J' = \frac{H'}{\log n}$$

donde,

$J'$  = Medida de Evenness

$H'$  = medida de amplitud de nicho de Shannon-Wiener observado.

$n$  = número total de posibles estados de recursos.

### **5.5.2. Índice de proporción de forraje**

El índice de proporción de forraje o también llamado índice de selección fue calculado para determinar la preferencia del “borugo de páramo” sobre algún(os) ítem(s) alimentario(s) identificado(s) en el análisis microhistológico (Krebs 1999).

El índice fue calculado de la siguiente manera:

$$W_i = \frac{O_i}{P_i}$$

donde,

$w_i$  = Proporción de forrajes para la especie  $i$

$O_i$  = Porcentaje o proporción de especies  $i$  en la dieta (proporción de la frecuencia de todos los fragmentos epidermales reconocidos para una especie vegetal determinada)

$P_i$  = Proporción o porcentaje de especies  $i$  disponibles en el medio ambiente.

El valor del índice de selección varía de 0 a  $\infty$ . Los valores que están por encima de 1 indican preferencia y los valores que están por debajo de 1 indican rechazo.

Para un mejor entendimiento del índice, se trabajó con el índice estandarizado de proporción de forrajes de la siguiente manera:

$$B_i = \frac{\hat{w}_i}{\sum_{i=1}^n \hat{w}_i}$$

donde,

$B_i$  = Índice de selección estandarizado para especies  $i$

$\hat{w}$  = Proporción de forrajes para especies  $i$

Valores por debajo de 1/número de recursos indican rechazo relativo mientras que valores arriba indican preferencia relativa.

Para el caso de los resultados observados, arbitrariamente se decidió tomar el valor más alto y el valor más bajo arrojado por el índice y sobre estos jerarquizar los datos en cuatro escalas así:

Valores altos: selección alta

Valores Medios: selección media

Valores bajos arriba de 1/n: selección baja

Valores por debajo de 1/n: rechazo

### 5.5.3. Índice de selectividad

El índice de selectividad (Ivlev 1961 citando en Cingonali *et al.* 2005) fue calculado con el fin de obtener información a cerca de las preferencias alimentarias del “borugo de páramo”. El índice fue calculado de la siguiente manera:

$$SI = (D_s - V_s) / (D_s + V_s)$$

donde,

$D_s$  = proporción de especies vegetales  $s$  en la dieta.

$V_s$  = proporción de especies vegetales  $s$  en campo.

El índice varía entre -1 (máxima rechazo) y +1 (máxima selectividad). Un valor de cero (0) indica indiferencia; es decir, la especie consume los ítems alimentarios en la misma proporción conforme estén disponibles en el ambiente (Ivlev 1961 citado en Cingolani *et al* 2005).

#### 5.5.4. Prueba de $X^2$ (ji cuadrado) de Pearson

La prueba de ji-cuadrado fue utilizada para determinar si existían diferencias significativas entre los valores de las frecuencias muestrales observadas en las distintas categorías evaluadas (Ítems alimentarios) con respecto a los valores teóricos esperados (Castilla 1991).

La prueba fue calculada a partir de los datos de frecuencias de ocurrencia de los ítems alimentarios identificados microhistológicamente. Para ello se utilizó tanto el valor total de las frecuencias de cada ítem alimentario identificado como el valor promedio de las mismas.

El estadístico de la prueba utilizada fue el siguiente:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O - T)^2}{T}$$

donde:

$X^2$  = Valor estadístico de ji cuadrada.

O = frecuencia observada.

T = frecuencia teórica calculada para cada categoría.

$H_A$  = Existen diferencias significativas entre los valores de frecuencias observados de los ítems alimentarios evaluados y los valores esperados.

$H_o$  = No existen diferencias significativas entre los valores observados y esperados.

Nivel de significancia: si el valor de  $X^2$  calculado era menor al valor crítico a un nivel de significancia del 0.05 se aceptaba la  $H_o$ ; es decir no existían

diferencias entre el número de indicios observados y los teóricos esperados. Si el valor de  $X^2$  era mayor al valor crítico al mismo nivel de significancia se rechaza la  $H_0$ ; es decir si existían diferencias significativas entre el número de indicios observados y los teóricos esperados.

#### **5.5.5. Coeficiente de correlación (Pearson) y recta de regresión**

Con el fin de medir la intensidad de relación entre la abundancia de las especies vegetales colectadas como recurso alimentario para el “borugo de páramo” y los ítems alimentarios encontrados en las heces del animal se utilizó la correlación de Pearson ( $r$ ) (Daniel 2004).

Para obtener el valor de la correlación ( $r$ ) se utilizó el paquete estadístico Past (versión 1.67b). La ecuación de regresión y la gráfica de regresión fueron obtenidos por medio del software matemático MATLAB *The Language of Technical Computing* (versión; 6.5.0.180913<sup>a</sup> Release 13).

### **6. Resultados y Discusión**

#### **6.1. Resultados**

##### **6.1.1. Especies vegetales colectadas como recurso potencial alimentario de *C. taczanowskii***

Durante los muestreos de la vegetación se colectaron un total de 19 especies vegetales las cuales fueron consideradas como recurso alimentario potencial para el “borugo de páramo” (Tabla 1).

**Tabla 1.** Listado de especies vegetales colectadas en el cerro de Manjuí, Zipacón como recurso potencial alimentario para el “borugo de páramo” (*C. taczanowskii*).

<b>N° Colección</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Especie</b>
KMJ 01	Chusque	Poaceae	<i>Chusquea</i>	sp
KMJ 02	Helecho	Blechnaceae	<i>Blechnum</i>	sp
KMJ 03	Uvo	Ericaceae	<i>Cavendishia</i>	<i>nitida</i>
KMJ 04	Zagalita	Ericaceae	<i>Thibaudia</i>	<i>floribunda</i>
KMJ 05	Ombú	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca</i>	sp
KMJ 06	Flor del flamenco	Araceae	<i>Anthurium</i>	sp
KMJ 07	Helecho	Aspleniaceae	<i>Asplenium</i>	sp
KMJ 08	Barba de viejo	Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	<i>denudata</i>
KMJ 09	Uva camarona	Ericaceae	<i>Macleania</i>	<i>rupestris</i>
KMJ 010	Uvo	Ericaceae	<i>Gaultheria</i>	<i>erecta</i>
KMJ 011	Begonia	Begoniaceae	<i>Begonia</i>	<i>ferruginea</i>
KMJ 012	Helecho	Polypodiaceae	<i>Pecluma</i>	sp
KMJ 013	Piñuela, parásita	Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	<i>complanata</i>
KMJ 014	Helecho serrucho	Thelypteridaceae	<i>Thelypteris</i>	sp
KMJ 015	Hierba	Cyperaceae	<i>Rhynchospora</i>	sp
KMJ 016	Helecho arborescente	Cyatheaceae	<i>Cyathea</i>	sp
KMJ 017	-	Indeterminada 1	Indet. 1	Indet. 1
KMJ 018	-	Indeterminada 2	Indet. 2	Indet. 2
KMJ 019	-	Indeterminada 3	Indet. 3	Indet. 3

### **6.1.2. Muestras fecales colectadas**

Se colectaron un total de 33 muestras fecales en la zona de estudio. El número de muestras fecales colectadas en este trabajo estuvo relacionado con el tiempo de muestreo en campo, lo cual limitó un poco la colecta extensiva de las fecas. Se utilizaron 20 muestras en total para el análisis microhistológico ya que 11 de las 33 muestras no eran muestras frescas y presentaban gran cantidad de hongos. Las otras dos muestras restantes no correspondían a muestras de “borugo de páramo” por tanto se excluyeron del estudio. Del total de las 33 muestras, 20 fueron colectadas en el Bosque 1, 1 en el bosque 2 y 12 en el bosque 4. En el bosque 3 no se encontraron muestras de la especie (Tabla 2) (Figura 4).

En promedio cada muestra fecal colectada estaba compuesta por 22 a 23 pellets individuales los cuales presentaron un tamaño promedio de 1.6 cm, y un peso de 8-9 gramos. Las muestras fecales frescas colectadas se caracterizaron por tener un color café oscuro, casi negro y una consistencia relativamente blanda. Las fecas más viejas tendieron a ser de color café verdoso claro y su consistencia era bastante dura. En general todas las fecas viejas presentaron gran cantidad de hongos los cuales rodeaban por completo la muestra. Las muestras fecales siempre fueron ubicadas en letrinas sobre cuevas formadas por rocas.

**Tabla 2.** Muestras fecales de “borugo de páramo” (*C. taczanowskii*) colectadas en cada uno de los cuatro bosques muestreados en el cerro de Manjuí, Zipacón.

N° Colección	Sitio Colecta			Muestra fresca	Muestra vieja
	B1	B2	B4		
Ortiz 001	x			NO BORUGO	
Ortiz 002	x			X	
Ortiz 003	x			X	
Ortiz 004	x				x
Ortiz 005	x				NO BORUGO
Ortiz 006		x		X	
Ortiz 007			x	X	
Ortiz 008			x	X	
Ortiz 009	x			X	
Ortiz 010	x			X	
Ortiz 011	x			X	
Ortiz 012	x			X	
Ortiz 013	x			X	
Ortiz 014	x			X	
Ortiz 015	x				x
Ortiz 016	x				x
Ortiz 017	x				x
Ortiz 018	x				x
Ortiz 019			x		x
Ortiz 020			x		x
Ortiz 021			x		x
Ortiz 022			x	X	
Ortiz 023			x	X	
Ortiz 024	x			X	
Ortiz 025	x			X	

Ortiz 026	x			X	
Ortiz 027	x				x
Ortiz 028	x				x
Ortiz 029			x		x
Ortiz 030			x	X	
Ortiz 031			x	X	
Ortiz 032			x	X	
Ortiz 033			x	X	

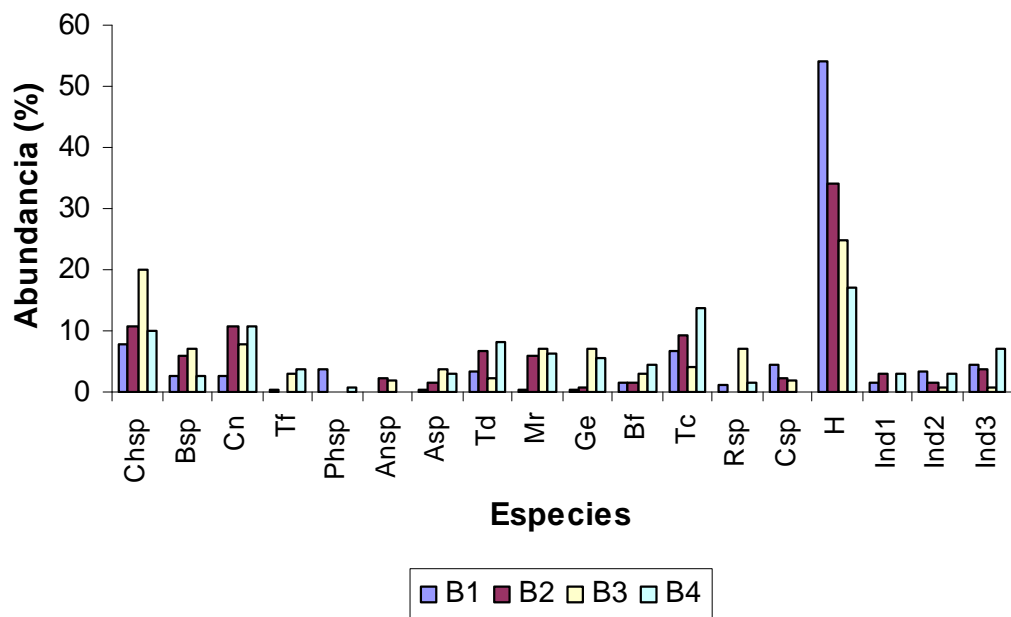


**Figura 4.** Muestra fecal (letrina) de “borugo de páramo” (*C. taczanowskii*) colectada en grieta formada por roca en el bosque 4, cerro de Manjuí, Zipacón. **Foto por:** Jesús David Ortiz Montero.

### 6.1.3. Abundancia de las especies vegetales colectadas

En cuanto a las abundancias de las plantas colectadas como recurso potencial alimentario para el “borugo de páramo”, se encontró que el grupo de los helechos fue el más abundante en los cuatro bosques

muestreados con el 54%, 34%, 25% y 16.9% respectivamente (Anexo 3). Para el primer bosque, a parte del grupo de los helechos, *Chusquea* sp (7.7%), *Tillandsia complanata* (6.6%) y *Cyathea* sp (4.39%) tuvieron los mayores porcentajes de abundancia (Figura 5). En el segundo bosque las especies *Chusquea* sp (10.6%), *Cavendishia nitida* (10.6%), *Tillandsia complanata* (9.1%), *Tillandsia denudata* (6.81%) y *Blechnum* sp (6.1%) presentaron los mayores porcentajes (Figura 5). El tercer bosque estuvo representado por *Chusquea* sp (18%), *Cavendishia nitida* (7.7%), *Blechnum* (7.1%), *Macleania rupestris* (7.1%), *Gaultheria erecta* (7.1%) y el helecho *Rynchospora* sp (7.1%) (Figura 5). En el cuarto bosque, las especies *Tillandsia complanata* (14%), *Cavendishia nitida* (11%) y *Chusquea* sp (10%) presentaron los mayores porcentajes (Figura 5).



**Figura 5.** Abundancias de especies vegetales colectadas como recurso potencial alimentario de *C. taczanowskii* en los bosques 1, 2, 3 y 4 en el cerro Manjuí, Zipacón. **Nomenclatura de las plantas colectadas:** *Chusquea* sp = Chsp, *Blechnum* sp = Bsp, *Cavendishia nitida* = Cn, *Thibaudia floribunda*= Tf, *Phytolacca* sp = Phsp, *Anthurium* sp = Ansp, *Asplenium* sp = Asp, *Tillandsia denudata* = Td, *Macleania rupestris* = Mr,

*Gaultheria erecta* = Ge, *Begonia ferruginea* = Bf, *Tillandsia complanata* = Tc, *Rynchospora sp* = Rsp, *Cyathea sp* = Csp, *Helechos* = H, *Indeterminada 1* = Inde 1, *Indeterminada 2* = Ind 2, *Indeterminada 3* = Ind 3.

## **6.2. Ítems alimentarios identificados microhistológicamente**

Mediante el análisis microhistológico y realizando comparaciones entre los fragmentos epidermales encontrados en las láminas de colección de referencia y los encontrados en las láminas de las heces, se identificaron y cuantificaron un total de 2224 fragmentos epidermales de los cuales 1823 (81.96%) equivalen a las 19 plantas verificadas de consumo (Tabla 3) (Anexo 4); mientras que solo 401 (18%) fueron fragmentos no identificados los cuales equivalen en un principio a 17 ítems diferentes que se relacionaron como no reconocidos o no identificables (Tabla 4) (Anexo 5). Sin embargo, de los 17 ítems alimentarios no identificados (401 fragmentos epidérmicos) debe tenerse en cuenta que posiblemente varios fragmentos pueden corresponder a hojas, tallos, frutos y rizoma de una misma planta por lo que el número de plantas o de ítems no identificados podría reducirse.

**Tabla 3.** Ítems consumidos por el “borugo de páramo” (*C. taczanowskii*) mediante la técnica microhistológica en cada uno de los cuatro bosques estudiados en el cerro de Manjuí, Zipacón. Se indica la proporción de la frecuencia de los ítems consumidos por la especie en porcentaje (P) y la frecuencia de ocurrencia del ítem en la dieta (FO).

Familia	Especie	B 1		B 2		B 4	
		P	FO	P	FO	P	FO
Poaceae	<i>Chusquea</i> sp	14.20	9.45	8.33	10	5.41	4.75
Blechnaceae	<i>Blechnum</i> sp	7.48	6.09	-	-	3.98	3.87
Ericaceae	<i>Cavendishia nitida</i>	2.38	2.18	20.83	25	7.29	8
Ericaceae	<i>Thibaudia floribunda</i>	12.07	11.27	0.83	1	9.09	8.12
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca</i> sp	4.31	3.90	10.83	13	4.85	4.62
Araceae	<i>Anthurium</i> sp	2.46	2.18	6.66	8	1.55	1.37
Aspleniaceae	<i>Asplenium</i> sp	17.65	12.81	5.83	7	24.88	22.25
Bromealiaceae	<i>Thillandsia denudata</i>	1.49	1.18	-	-	1.89	1.25
Ericaceae	<i>Macleania rupestris</i>	4.61	4.36	8.33	10	6.88	5.37
Ericaceae	<i>Gaultheria erecta</i>	6.31	6.18	0.83	1	5.95	5.62
Begoniaceae	<i>Begonia ferruginea</i>	0.22	0.18	-	-	1.27	1
Polypodiaceae	<i>Pecluma</i> sp	2.12	1.63	3.33	4	5.97	4.75

Bromeliaceae	<i>Thillandsia complanata</i>	0.19	0.18	-	-	-	-
Cyperaceae	<i>Thelypteris sp</i>	5.19	4.72	14.16	17	2.25	2.12
Cyperaceae	<i>Rhynchospora sp</i>	6.01	4.90	-	-	3.51	3
Cyatheaceae	<i>Cyathea sp</i>	2.31	2.18	2.5	3	2.10	2.12
Indet. 1	Indet. 1	1.67	1.72	7.5	9	3.59	3.12
Indet. 2	Indet. 2	4.30	3.63	2.5	3	1.92	1.87
Indet. 3	Indet. 3	4.94	4.18	7.5	9	7.52	7

**Tabla 4.** Fragmentos epidermales No Identificados (NI) recuperados en las heces del “borugo de páramo”, en el cerro de Manjuí, Zipacón. Se indica la proporción de cada fragmento no identificable (P%) y la frecuencia de ocurrencia (FO).

Fragmentos NI	Ítems No Identificados	
	P (%)	FO
Fragmento NI A	3.2	0.4
Fragmento NI B	9.48	2.3
Fragmento NI C	15.19	2.35
Fragmento NI D	0.67	0.1
Fragmento NI E	0.49	0.2
Fragmento NI F	2.02	0.4
Fragmento NI G	4.53	5
Fragmento NI H	16.93	2.25
Fragmento NI I	18.47	3.95
Fragmento NI J	3.73	0.95
Fragmento NI K	3.22	0.9
Fragmento NI L	1.4	0.35
Fragmento NI M	4.99	1.15
Fragmento NI N	2.95	0.8
Fragmento NI O	4.02	0.85
Fragmento NI P	2.38	0.45
Fragmento NI Q	6.24	1.5

#### **6.2.1. Frecuencia de ocurrencia y proporciones de las frecuencias de los ítems alimentarios identificados microhistológicamente**

Para las muestras recolectadas en el bosque 1 el género *Asplenium* sp registró la mayor proporción de la frecuencia de ocurrencia en las heces de la especie. *Chusquea* sp. y *Thibaudia floribunda* fueron las especies que siguieron en importancia de consumo por el “borugo de páramo”

(Tabla 3). Las especies *Blechnum* sp, *Gaultheria erecta*, *Rhynchospora* sp, *Thelypteris* sp, Indet. 3, *Macleania rupestris*, *Phytolacca* sp, indet. 2, *Anthurium* sp, *Cavendishia nitida*, *Cyathea* sp, *Pecluma* sp, indet. 1, *Tillandsia denudata*, *Begonia ferruginea* y *Tillandsia complanata* fueron consumidas por el “borugo de páramo” en menor proporción. (Tabla 3).

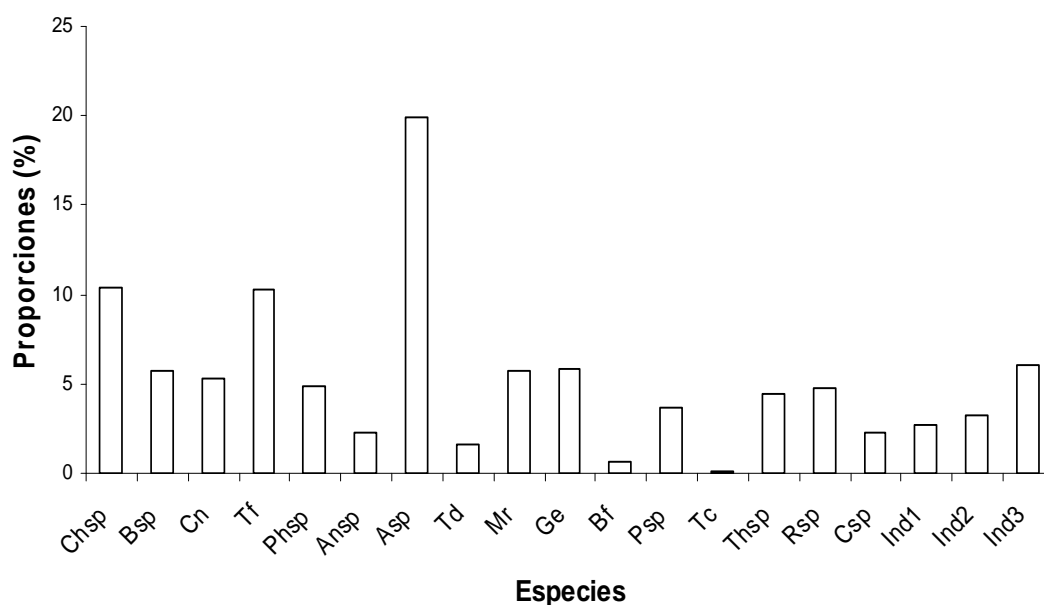
Para el bosque 2 los ítems alimentarios que consumió el “borugo de páramo” fueron en su orden: *Cavendishia nitida*, *Thelypteris* sp, *Phytolacca* sp, *Chusquea* sp, *Macleania rupestris*, Indet. 1 e Indet. 3, *Anthurium* sp, *Asplenium* sp, *Pecluma* sp, *Cyathea* sp e Indet. 2, *Thibaudia floribunda* y *Gaultheria erecta* (Tabla 3).

Para el bosque 3 no se encontraron heces de la especie; por lo tanto no hay información a cerca de los ítems alimentarios que consume esta especie en este bosque.

En el bosque 4 la especie consumió en su orden: *Asplenium* sp, *Thibaudia floribunda*, Indet. 3, *Cavendishia nitida*, *Macleania rupestris*, *Pecluma* sp, *Gaultheria erecta*, *Chusquea* sp, *Phytolacca* sp, *Blechnum* sp, Indet. 1, *Rhynchospora* sp, *Thelypteris* sp, *Cyathea* sp, Indet. 2, *Tillandsia denudata*, *Anthurium* sp y *Begonia ferruginea* (Tabla 3).

Evaluando globalmente la dieta del “borugo de páramo” en el cerro de Manjuí, Zipacón se tiene que *Asplenium* sp registró la mayor proporción de la frecuencia en la dieta del “borugo de páramo” en los campos microscópicos analizados (FO= 18.05; P= 19.95%); seguido por el chusque (*Chusquea* sp) (FO=8.9; P = 10.39%) y la especie *Thibaudia floribunda* (FO=9.5; P = 10.32%). La especie indeterminada 3 tuvo una frecuencia y una proporción de 5.55 y 6.10% respectivamente seguida por *Gaultheria erecta* (FO=5.7 y 5.89%). El helecho (*Blechnum* sp) y la Ericaceae *Macleania rupestris* presentaron las mismas proporciones en la dieta de la especie (5.70%). *Cavendishia nitida* tuvo una proporción de

5.27% (FO= 5.65); *Phytolacca* sp se presentó en la dieta con el 4.85% (FO= 4.65). Los helechos *Rhynchospora* sp y *Thelypteris* sp tuvieron el 4.71% y 4.46% respectivamente. Las especies que presentaron las proporciones más bajas en la dieta del “borugo de páramo” fueron en su orden: el helecho *Pecluma* sp (FO=3, 3.72%), indet. 2 (FO= 2.9, 3.26%), Indet. 1 (FO= 2.65, 2.73%), *Anthurium* sp (FO= 2.15, 2.31%), el helecho arborescente *Cyathea* sp (FO= 2.2, 2.23%), *Tillandsia denudata* (FO= 1.15, 1.58%) *Begonia ferruginea* (FO= 0.5, 0.63%) y la especie *Tillandsia complanata* (FO= 0.1, 0.10%) (Figura 6).

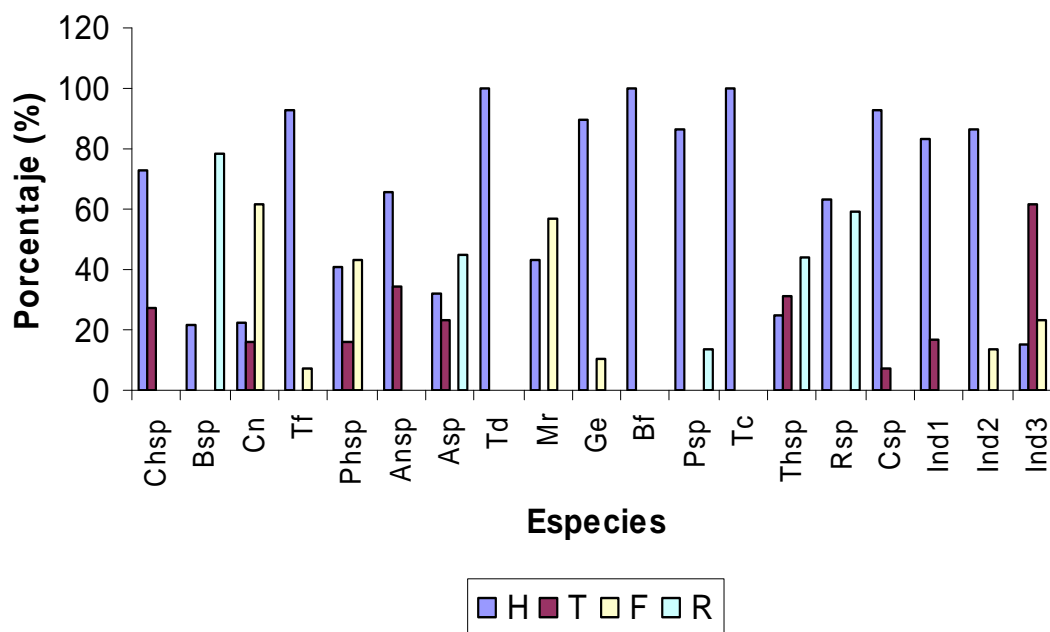


**Figura 6.** Proporción de las frecuencias de ocurrencia de los ítems alimentarios identificados en las heces del “borugo de páramo” (*C. taczanowskii*) mediante la técnica microhistológica en el cerro de Manjuí, Zipacón. **Nomenclatura de las plantas colectadas:** *Chusquea* sp = Chsp, *Blechnum* sp = Bsp, *Cavendishia nitida* = Cn, *Thibaudia floribunda*= Tf, *Phytolacca* sp = Phsp, *Anthurium* sp = Ansp, *Asplenium* sp = Asp, *Tillandsia denudata* = Td, *Macleania rupestris* = Mr, *Gaultheria erecta* = Ge, *Begonia ferruginea* = Bf, *Pecluma* sp = Psp, *Tillandsia complanata* = Tc, *Thelypteris* sp = Thsp, *Rhynchospora* sp = Rsp, *Cyathea* sp = Csp,

*Helechos* = H, *Indeterminada 1* = Inde 1, *Indeterminada 2* = Ind 2, *Indeterminada 3* = Ind 3.

### 6.2.2. Consumo de hojas, tallos, frutos y rizomas por *C. taczanowskii*

En general, *C. taczanowskii* mostró una alta preferencia por el consumo de hojas (54.6%) seguido por el rizoma (17.2%), tallo (15.9%) y frutos (12.4%). Las especies de plantas que presentaron el mayor forrajeo de hojas fueron *Chusquea* sp (73%), *Thibaudia floribunda* (92.6%), *Anthurium* sp (65.5%), *Tillandsia denudata* (100%), *Gaultheria erecta* (89.5%), *Begonia ferruginea* (100%), *Pecluma* sp (86.7%), *Tillandsia complanata* (100%), *Rhynchospora* sp, (63%), *Cyathea* sp, (93.2%), indet. 1 (83%) e Indet 2 (86.2%). De la especie indet. 3 *C. taczanowskii* consumió principalmente el tallo (61.3%). El forrajeo sobre los frutos se dio para las especies *Cavendishia nitida* (61.9%), *Phytolacca* sp, (43%), y *Macleania rupestris* (56.4%). Por último se tiene que de las especies *Blechnum* sp, *Asplenium* sp, y *Thelypteris* sp, el “borugo de páramo” consumió principalmente el rizoma con el 78.4%, 44.9% y 44.2% respectivamente (Figura 7).



**Figura 7.** Porcentaje de consumo por especie vegetal de hojas (H), tallo (T), frutos (F) y rizoma (R) por parte de *C. taczanowskii* en el cerro de Manjuí, Zipacón. **Nomenclatura de las plantas colectadas:** *Chusquea* sp = Chsp, *Blechnum* sp = Bsp, *Cavendishia nitida* = Cn, *Thibaudia floribunda*= Tf, *Phytolacca* sp = Phsp, *Anthurium* sp = Ansp, *Asplenium* sp = Asp, *Tillandsia denudata* = Td, *Macleania rupestris* = Mr, *Gaultheria erecta* = Ge, *Begonia ferruginea* = Bf, *Pecluma* sp = Psp, *Tillandsia complanata* = Tc, *Thelypteris* sp = Thsp, *Rynchospora* sp = Rsp, *Cyathea* sp = Csp, *Helechos* = H, *Indeterminada 1*= Inde 1, *Indeterminada 2* = Ind 2, *Indeterminada 3* = Ind 3.

### 6.3. Medida de amplitud de nicho

Las dos medidas de amplitud de nicho (Levins's y Shannon-Wiener) calculadas para el "borugo de páramo" difirieron entre sí. La medida de Levins's mostró una amplitud de nicho mínima comparada con la medida de Shannon-Wiener; lo cual indica que el *C. taczanowskii* discrimina entre los estados de recursos evaluados tendiendo a ser especialista. Por su

parte, la medida de Shannon-Wiener mostró que la especie no discrimina entre los 19 estados de recursos evaluados (Tabla 5).

**Tabla 5.** Medida de Levins's y de Shannon-Wiener de amplitud trófica obtenida para el "borugo de páramo" *C. taczanowskii* a partir de los 19 estados de recursos evaluados como recurso alimentario de la especie en el cerro de Manjuí, Zipacón. B= índice de Levins's;  $B_A$ = B estandarizado.  $H'$ = índice de Shannon-Wiener;  $J'$ =  $H'$  estandarizado.

<b>Especie</b>	
<b><i>Cuniculus taczanowskii</i></b>	
<b>Amplitud Trófica</b>	
<b>Medida de Levins's</b>	
<b>B</b>	<b>11.25</b>
<b><math>B_A</math></b>	<b>0.57</b>
<b>Medida de Shannon-Wiener</b>	
<b><math>H'</math></b>	<b>2.65</b>
<b><math>J'</math></b>	<b>0.90</b>

#### 6.4. Medidas de preferencias alimentaría

##### 6.4.1. Medida de proporción de forrajes

Según el índice de proporción de forrajes o índice de selectividad, la especie mostró para el bosque 1 (B1) una alta preferencia sobre el helecho del género *Asplenium* sp ( $B_i$ = 0.35) y *Thibaudia floribunda*. *Gaultheria erecta* y *Macleania rupestris* fueron seleccionadas en este bosque con una preferencia media ( $B_i$ = 0.12 y  $B_i$ = 0.09 respectivamente). *Rynchospora* sp fue seleccionada por el "borugo de páramo" con baja preferencia ( $B_i$ = 0.06) (Tabla 7). Las 13 especies de plantas restantes fueron evitadas por el "borugo de páramo" donde *Tillandsia complanata*

( $B_i = 0.0003$ ), *Begonia ferruginea* ( $0.0014$ ) y el grupo de los helechos en su orden ( $B_i = 0.001$ ) fueron las que más evito seleccionar y *Blechnum* sp ( $B_i = 0.03$ ) tendió a ser rechazada con baja intensidad (Tabla 6).

En el bosque2 (B2) la especie mostró alta selección por el helecho del género *Asplenium* sp ( $B_i = 0.19$ ), *Anthurium* sp ( $B_i = 0.14$ ), indeterminada 1 ( $B_i = 0.12$ ) e indeterminada 3 ( $B_i = 0.10$ ). *Cavendishia nitida* ( $B_i = 0.09$ ) e indeterminada 2 ( $B_i = 0.08$ ) fueron seleccionadas con importancia media. *Macleania rupestris* ( $B_i = 0.06$ ), *Gaultheria erecta* ( $0.055$ ) y el helecho arborescente *Cyathea* sp ( $B_i = 0.055$ ) indicaron baja preferencia. Las especies que evitó seleccionar *C. taczanowskii* en este bosque fueron en su orden el grupo de los helechos ( $B_i = 0.02$ ) y *Chusquea* sp ( $B_i = 0.03$ ) (Tabla 6).

El “borugo de páramo” mostró una alta preferencia en el bosque 4 (B4) por las plantas del género *Asplenium* sp ( $B_i = 0.26$ ) y *Phytolacca* sp ( $B_i = 0.26$ ). *Rhynchospora* sp ( $B_i = 0.09$ ) y *Thibaudia floribunda* ( $B_i = 0.08$ ) indicaron preferencia media. *Blechnum* sp ( $B_i = 0.053$ ) fue seleccionada con preferencia baja. Las especies restantes fueron rechazadas por el “borugo de páramo” siendo *Tillandsia denudata* ( $B_i = 0.007$ ), *Begonia ferruginea* ( $B_i = 0.009$ ), el grupo de los helechos ( $B_i = 0.016$ ) y *Chusquea* sp ( $B_i = 0.018$ ) las más rechazadas (Tabla 6).

**Tabla 6.** Selección del “borugo de páramo” sobre los ítems alimentarios identificados como recurso alimentario de la especie *C. taczanowskii* en el cerro de Manjuí, Zipacón. Se presenta el índice estandarizado de proporción de forrajes ( $B_i$ ). Valores por encima de 0.055 indican selección positiva mientras que valores por debajo de 0.055 indican rechazo.

Ítems consumidos por <i>C. taczanowskii</i>	Índice de Proporción de Forrajes $B_i$		
	B1	B2	B4
<i>Chusquea</i> sp	0.020	0.039	0.018
<i>Blechnum</i> sp	0.030	0	0.053
<i>Cavendishia nitida</i>	0.009	0.099	0.023
<i>Thibaudia floribunda</i>	0.242	0	0.081
<i>Phytolacca</i> sp	0.012	0	0.260
<i>Anthurium</i> sp	0	0.148	0
<i>Asplenium</i> sp	0.354	0.195	0.266
<i>Thillandsia denudata</i>	0.005	0	0.007
<i>Macleania rupestris</i>	0.092	0.069	0.036
<i>Gaultheria erecta</i>	0.126	0.055	0.035
<i>Begonia ferruginea</i>	0.001	0	0.009
<i>Thillandsia complanata</i>	0.0003	0	0
<i>Rhynchospora</i> sp	0.060	0	0.094
<i>Cyathea</i> sp	0.005	0.055	0
Helechos	0.001	0.026	0.016
indet. 1	0.011	0.125	0.038
Indet. 2	0.0140	0.083	0.020
indet. 3	0.012	0.100	0.036

#### 6.4.2. Medida de Selectividad (Ivlev)

Según el índice de Selectividad (Ivlev) calculado, *C. taczanowskii* mostró para el bosque 1 (B1) una fuerte selección hacia el género *Anthurium* sp, el helecho del género *Asplenium* sp, la especie *Thibaudia floribunda* y *Gaultheria erecta* tendencia que se vio reflejada cuando se calculó el índice de proporción de forrajes (Tablas 6 y 7). *Macleania rupestris*, *Rhynchospora* sp, *Blechnum* sp, *Chusquea* sp e indeterminada 2 fueron seleccionadas con preferencia media (SI= 0.78, 0.69, 0.46, 0.29 y 0.13 respectivamente). La especie Indeterminada 3, *Phytolacca* sp e indeterminada 1 fueron seleccionadas con baja preferencia (Tabla 7). Las especies que fueron rechazadas por el “borugo de páramo” como recurso alimentario fueron: *Cavendishia nitida*, *Cyathea* sp, *Tillandsia denudata*, el grupo de los helechos, *Begonia ferruginea* y *Tillandsia complanata* (Tabla 7).

En el bosque 2 (B2) *Thibaudia floribunda* y *Phytolacca* sp fueron altamente seleccionadas por el “borugo de páramo”. Las especies *Asplenium* sp, *Anthurium* sp, indeterminada 1, indeterminada 3, *Cavendishia nitida*, Indeterminada 2 y *Macleania rupestris* fueron seleccionadas con preferencia media. *Gaultheria erecta* y *Cyathea* sp fueron seleccionadas con baja preferencia mientras que *Rhynchospora* sp fue consumida teniendo en cuenta la proporción en campo. Las especies rechazadas por el “borugo de páramo” en este bosque fueron *Chusquea* sp, el grupo de los helechos, *Blechnum* sp, *Tillandsia denudata*, *Begonia ferruginea* y *Tillandsia complanata* (Tabla 7).

La especie en el bosque 4 (B4) mostró alta selección hacia *Anthurium* sp, *Cyathea* sp, *Asplenium* sp y *Phytolacca* sp. *Rhynchospora* sp, *Thibaudia floribunda* y *Blechnum* sp, fueron seleccionadas con preferencia media en este bosque; selección que fue similar a la arrojada por el índice de proporción de forrajes (Tablas 6 y 7). Las especies seleccionadas con

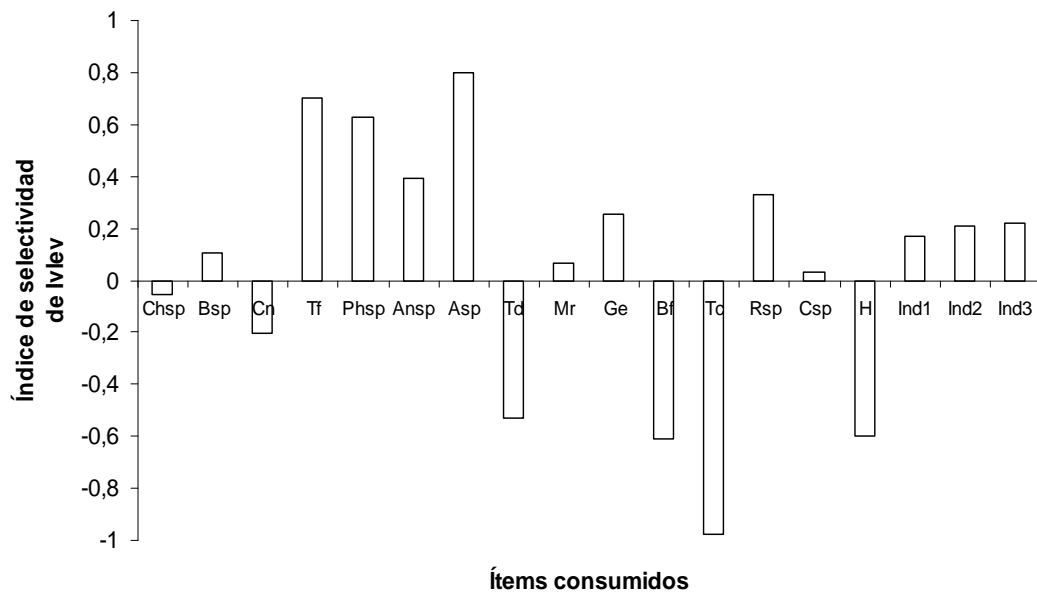
baja preferencia fueron Indeterminada 1, *Macleania rupestris*, Indeterminada 3 y *Gaultheria erecta* (Tabla 7). Las especies que rechazó el “borugo de páramo” en este bosque fueron *Cavendishia nitida* (SI= -0.18), Indeterminada 2 (SI= -0.23), *Chusquea* sp (SI= -0.29), el grupo de los helechos (SI= -0.34), *Begonia ferruginea* (SI= -0.54), *Tillandsia denudata* y *Tillandsia complanata* (Tabla 7).

**Tabla 7.** Preferencia del “borugo de páramo” sobre los ítems alimentarios identificados como recurso alimentario de la especie *C. taczanowskii* en el cerro de Manjuí, Zipacón. Se indica el índice de selectividad Ivlev (SI) calculado.

Ítems Consumidos por <i>C. taczanowskii</i>	Índice de Selectividad (Ivlev)		
	SI		
	B1	B2	B4
<i>Chusquea</i> sp	0.297	-0.12	-0.297
<i>Blechnum</i> sp	0.462	-1	0.228
<i>Cavendishia nitida</i>	-0.070	0.325	-0.186
<i>Thibaudia floribunda</i>	0.912	1	0.416
<i>Phytolacca</i> sp	0.057	1	0.771
<i>Anthurium</i> sp	1	0.491	1
<i>Asplenium</i> sp	0.939	0.587	0.776
<i>Thillandsia denudata</i>	-0.375	-1	-0.620
<i>Macleania rupestris</i>	0.787	0.157	0.048
<i>Gaultheria erecta</i>	0.839	0.047	0.028
<i>Begonia ferruginea</i>	-0.762	-1	-0.547
<i>Thillandsia complanata</i>	-0.942	-1	-1
<i>Rhynchospora</i> sp	0.691	0	0.475
<i>Cyathea</i> sp	-0.310	0.047	1
Helechos	-0.762	-0.321	-0.344
indet. 1	0.008	0.424	0.070

Indet. 2	0.133	0.245	-0.238
Indet. 3	0.058	0.328	0.045

El índice de selectividad calculado para toda la dieta en general encontrada para el “borugo de páramo” en el cerro de Manjuí, Zipacón mostró que la especie presentó alta selectividad hacia el helecho del género *Asplenium* sp (SI= 0.80); el cual fue altamente consumido por la especie (19.95%) durante la fase del estudio (Tabla 3) (Figura 8). *Thibaudia floribunda* que fue una especie que apareció con alta frecuencia de ocurrencia en la dieta del “borugo de páramo” (10.32%) (Tabla 3), fue igualmente preferida por este (SI= 0.70) (Figura 8). Por su parte, *Phytolacca* sp que fue consumida con una frecuencia relativamente baja por el “borugo de páramo (4.85%), sin embargo fue seleccionada con cierto grado de preferencia por la especie en comparación con las demás plantas (SI= 0.62) (Figura 8). *Anthurium* sp fue seleccionada y presentó cierta relación con su consumo en la dieta (SI= 0.39; 2.31%) (Tabla 3) (Figura 8). *Rhynchospora* sp fue seleccionada con un valor de SI= 0.33 (Figura 8). La especie Indeterminada 3 que fue consumida relativamente por el “borugo de páramo” (6.10%) presentó un valor bajo de selectividad (SI= 0.21) (Figura 8). Las especies indeterminada 2 e indeterminada 1 que fueron poco consumidas por el “borugo de páramo” (3.26% y 2.73) tuvieron una selectividad igualmente baja (SI= 0.20 y 0.16) (Tabla 3) (Figura 8). Por otra parte, a pesar que el género *Chusquea* sp fue altamente consumido en el cerro de Manjuí, Zipacón por la especie (10.39 %) (Tabla 3), presentó un rechazo bajo en su selección (SI= -0.05) (Figura 8). *Tillandsia denudata* por su lado fue evitado por la especie (SI= -0.53). *Tillandsia complanata* fue la especie que más evito seleccionar el “borugo de páramo” en el área de estudio (SI= -0.97) (Figura 8).



**Figura 8.** Preferencia de ítems alimentarios (índice de selectividad Ivlev) de *C. taczanowskii* en el cerro de Manjuí, Zipacón (Cundinamarca). **Nomenclatura de las plantas:** *Chusquea sp* = Chsp, *Blechnum sp* = Bsp, *Cavendishia nitida* = Cn, *Thibaudia floribunda*= Tf, *Phytolacca sp* = Phsp, *Anthurium sp* = Ansp, *Asplenium sp* = Asp, *Tillandsia denudata* = Td, *Macleania rupestris* = Mr, *Gaultheria erecta* = Ge, *Begonia ferruginea* = Bf, *Tillandsia complanata* = Tc, *Rynchospora sp* = Rsp, *Cyathea sp* = Csp, *Helechos* = H, *Indeterminada 1*= Ind 1, *Indeterminada 2* = Ind 2, *Indeterminada 3* = Ind 3.

### 6.5. Distribución de las frecuencias de los ítems consumidos

Según la prueba de ji-cuadrado calculado para un nivel de significancia de 0.05, las frecuencias observadas de los ítems alimentarios consumidos por el “borugo de páramo” difirieron significativamente de las frecuencias teóricas esperadas tanto para el valor total de cada frecuencia encontrada por ítem como para el valor promedio ( $1494.95 \geq P_i \geq 28.9$ ) y ( $61.77 \geq P_i \geq 28.9$ ) respectivamente (Tabla 8) y (Tabla9).

**Tabla 8.** Frecuencia de los ítems alimentarios encontrados en los análisis fecales de *C. taczanowskii* en el cerro de Manjuí, Zipacón. Valor de Ji-cuadrado en general (n= 2083,  $X^2 = 1494.95$ , grados de libertad  $K = 18$ ,  $X^2_{.95} = 28.9$ ). **N O** = Número de observados; **N T** = Número de esperados.

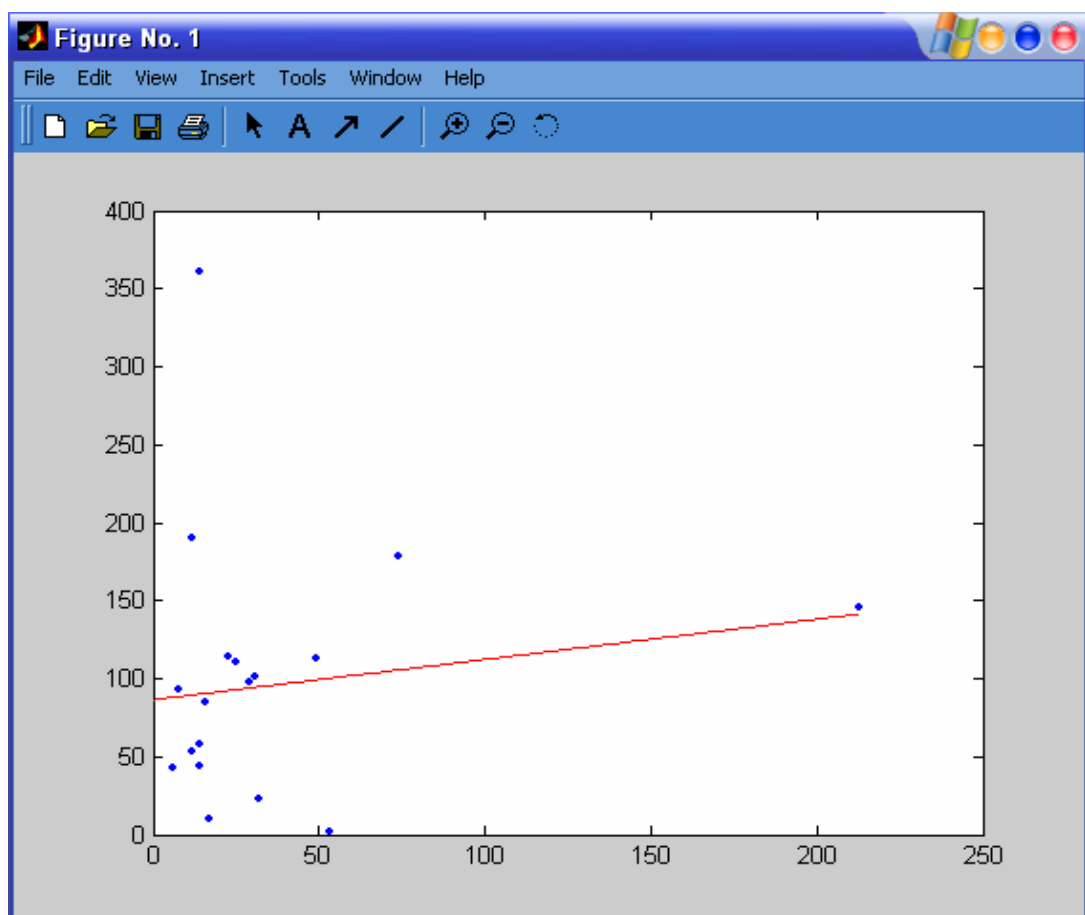
Ítems Consumidos	N O	N T	O-T	O-T <sup>2</sup>	$\Sigma (O-T)^2/T$
<i>Chusquea</i> sp	178	109.63	68.36	4674.24	42.63
<i>Blechnum</i> sp	98	109.63	-11.63	135.29	1.23
<i>Cavendishia nitida</i>	113	109.63	3.36	11.34	0.10
<i>Thibaudia floribunda</i>	190	109.63	80.36	6459.08	58.91
<i>Phytolacca</i> sp	93	109.63	-16.63	276.60	2.52
<i>Anthurium</i> sp	43	109.63	-66.63	4439.76	40.49
<i>Asplenium</i> sp	361	109.63	251.36	63186.08	576.34
<i>Thillandsia denudata</i>	23	109.63	-86.63	7505.03	68.45
<i>Macleania rupestris</i>	101	109.63	-8.63	74.50	0.67
<i>Gaultheria erecta</i>	114	109.63	4.36	19.08	0.17
<i>Begonia ferruginea</i>	10	109.63	-99.63	9926.45	90.54
<i>Pecluma</i> sp	320	109.63	210.36	44254.87	403.66
<i>Thillandsia complanata</i>	2	109.63	-107.63	11584.55	105.66
<i>Thelypteris</i> sp	86	109.63	-23.63	558.45	5.09
<i>Rhynchospora</i> sp	85	109.63	-24.63	606.71	5.53
<i>Cyathea</i> sp	44	109.63	-65.63	4307.50	39.29
<i>indet. 1</i>	53	109.63	-56.63	3207.13	29.25
<i>indet. 2</i>	58	109.63	-51.63	2665.81	24.31
<i>indet. 3</i>	111	109.63	1.36	1.87	0.01
<b>Total</b>	2083	2083			1494.95
<b>X<sup>2</sup></b>					1494.95

**Tabla 9.** Frecuencia de los ítems alimentarios encontrados en los análisis fecales de *C. taczanowskii* en el cerro de Manjuí, Zipacón. Valor de Ji-cuadrado en promedio (n= 91.15,  $X^2 = 61.77$ , grados de libertad  $K = 18$ ,  $X^2_{.95} = 28.9$ ). **N O** = Número de observados; **N T** = Número de esperados.

Ítems Consumidos	N O	N T	O-T	O-T <sup>2</sup>	$\Sigma (O-T)^2/T$
<i>Chusquea</i> sp	8.9	4.79	4.10	16.83	3.50
<i>Blechnum</i> sp	4.9	4.79	0.10	0.010	0.002
<i>Cavendishia nitida</i>	5.65	4.79	0.85	0.72	0.15
<i>Thibaudia floribunda</i>	9.5	4.79	4.70	22.11	4.60
<i>Phytolacca</i> sp	4.65	4.79	-0.14	0.02	0.004
<i>Anthurium</i> sp	2.15	4.79	-2.64	7.00	1.46
<i>Asplenium</i> sp	18.05	4.79	13.25	175.63	36.61
<i>Thillandsia denudata</i>	1.15	4.79	-3.64	13.30	2.77
<i>Macleania rupestris</i>	5.05	4.79	0.25	0.06	0.013
<i>Gaultheria erecta</i>	5.7	4.79	0.90	0.81	0.16
<i>Begonia ferruginea</i>	0.5	4.79	-4.29	18.46	3.84
<i>Pecluma</i> sp	3	4.79	-1.79	3.23	0.67
<i>Thillandsia complanata</i>	0.1	4.79	-4.69	22.06	4.59
<i>Thelypteris</i> sp	4.3	4.79	-0.49	0.24	0.05
<i>Rhynchospora</i> sp	4.25	4.79	-0.54	0.29	0.06
<i>Cyathea</i> sp	2.2	4.79	-2.59	6.74	1.40
<i>indet. 1</i>	2.65	4.79	-2.14	4.61	0.96
<i>indet. 2</i>	2.9	4.79	-1.89	3.60	0.75
<i>indet. 3</i>	5.55	4.79	0.75	0.56	0.11
<b>Total</b>	91.15	91.15			61.77
<b>X<sup>2</sup></b>					<b>61.77</b>

## 6.6. Intensidad de relación entre la abundancia de las especies vegetales colectadas y la frecuencia de los ítems alimentarios encontrados en las heces del “borugo de páramo”

La intensidad de relación entre las abundancias de las especies colectadas como recurso alimentario del “borugo de páramo” y los fragmentos vegetales encontrados en las heces (ítems consumidos) fue baja ( $r = 0.13156$ ); es decir, las variables estuvieron correlacionadas en un 13.15% (Anexo 6). En este caso el valor de  $r$  fue positivo debido a que el valor de la pendiente calculada mediante el programa MATLAB (versión: 6.5.0.180913<sup>a</sup> Release 13) de la recta de regresión fue igualmente positivo:  $Y = 93.04 + 0.2310X$  (Figura 9) (Anexo 7).



**Figura 9.** Diagrama de dispersión y recta de regresión por mínimos cuadrados de la relación entre abundancia de las especies vegetales colectadas como recurso alimentario del “borugo de páramo” (X) y las frecuencias de los ítems consumidos por la especie (Y). Coeficiente de correlación de Pearson  $r= 0.13156$ . La figura se obtuvo con el programa MATLAB (versión: 6.5.0.180913<sup>a</sup> Release 13).

## 6.7. Discusión

En términos generales, las dietas de los diferentes grupos taxonómicos y de gremios tróficos han sido evaluadas mediante el análisis de los contenidos estomacales y análisis microhistológicos de la materia fecal; entre otros (Reichman 1975, Tobin *et al.* 1994, Holechek *et al.* 1982a, Osbahr 1999, Cortés *et al.* 2002 y Shrestha *et al.* 2005). Por consideraciones éticas y ecológicas la dieta del “borugo de páramo” no fue evaluada teniendo en cuenta los análisis de los contenidos estomacales. El sacrificio de la especie, la cual es reconocida a nivel mundial por la UICN como cerca de ser amenazada (Baillie 1996) junto con los bajos tamaños poblacionales causados por la fragmentación del hábitat y cacería (Núñez & Jorgerson 1996 y Ospina & Osbahr 2002) limitaron el uso de esta técnica.

Dentro del estado del arte, recientemente han surgido varias técnicas para evaluar la dieta de los diferentes grupos de animales; las cuales se caracterizan por evitar el sacrificio de los individuos. Por ejemplo, Kronfeld & Dayan (1998) desarrollaron una nueva técnica para determinar la dieta de roedores que consiste en el “bombeo estomacal”. Los investigadores afirmaron que la ventaja de la técnica se fundamenta en que los animales no son sacrificados, lo cual hace posible colectar más de una muestra de cada individuo y estudiar una población establecida de roedores por un largo periodo de tiempo sin implicar un daño a los animales. Sin embargo, para el presente estudio esta técnica no pudo ser utilizada ya que su uso

es poco adecuado en campo y los individuos de la especie (*C. taczanowskii*) son difíciles de capturar por sus hábitos nocturnos y su comportamiento huidizo (Nowak 1999, Preciado 2000 y Castro *et al.* 2003).

Chen *et al.* (1998) por su parte propusieron evaluar la composición botánica de las especies que pastorean en grandes tierras con mezclas de hierbas usando patrones de concentración de n-alcanos en las paredes cuticulares de las plantas para compararlos con los niveles de alcanos encontrados en las heces. Sin embargo, la técnica tiende a subestimar o sobrestimar ciertos ítems alimentarios cuando se compara con el análisis microhistológico. Este hecho ha validado por tanto la técnica microhistológica fecal para estimar la composición botánica; especialmente de los organismos herbívoros (Lee & MacGregor 2004). La evaluación de la dieta del “borugo de páramo” por tanto fue llevada a cabo mediante la técnica histológica, ya que evita sacrificar los individuos de esta especie, su validez ha estado reportada en muchas investigaciones (Holechek *et al.* 1982a, Dingerkus & Montgomery 2001 y Marrero & Nogales 2005) y a que presenta ciertas ventajas frente a las otras técnicas existentes como por ejemplo el hecho de que entre otros representa muchos periodos de tiempos alimentarios (Dusi 1949, Anthony & Smith 1974, Holechek *et al.* 1982a, Downer 2001 y Marrero & Nogales 2005).

#### **6.7.1. Ítems alimentarios identificados microhistológicamente**

Mediante el análisis histológico de las heces del “borugo de páramo” se lograron identificar 36 ítems alimentarios. 19 de los ítems identificados microhistológicamente pertenecieron a las especies vegetales colectadas como recurso potencial alimentario de la especie (Tabla 1); mientras que los 17 ítems restantes no fueron reconocidos (Tabla 4). Sin embargo, debe anotarse que potencialmente varios de los fragmentos cuantificados

como “no identificados” (401 fragmentos) fueron fragmentos epidermales que pudieron pertenecer a una misma especie vegetal; lo cual reduciría el número de ítems alimentarios potenciales no reconocidos.

Algunas de las especies vegetales identificadas en este trabajo en las heces del “borugo de páramo”, como lo fueron las del género *Anthurium* sp, *Begonia* sp, *Tillandsia* sp, *Cavendishia* sp, *Asplenium* sp, *Blechnum* sp y *Chusquea* sp correspondieron con las encontradas en el trabajo previo realizado por Osbahr (1999) (Anexo 1). Por otra parte en Osbahr (2003), las especies del género *Cyathea* sp, *Macleania* sp, *Thibaudia* sp y *Phytolacca* sp correspondieron con las encontradas en este trabajo (Anexo 2). Las especies *Gaultheria erecta*, *Pecluma* sp, *Thelypteris* sp, y *Rynchospora* sp identificadas en las heces del “borugo de páramo” corresponden a plantas que no habían sido reportadas en los trabajos previos mencionados.

Teniendo en cuenta la disponibilidad de los recursos alimentarios (abundancia) colectados para el “borugo de páramo” en el bosque 1, junto con las proporciones de los ítems alimentarios identificados en la dieta se tiene que *Chusquea* sp, *Tillandsia complanata*, Indet. 3 y *Cyathea* sp presentaron los mayores valores de abundancia (Figura 5). Sin embargo, la única especie que correspondió con los ítems alimentarios más consumidos por el “borugo de páramo” en este bosque fue la del género *Chusquea* sp (Tabla 3). De otra parte, *Asplenium* sp y *Thibaudia floribunda* las cuales fueron consumida en altas proporciones en campo presentaron abundancias bajas; lo que en un principio podría sugerir que existe selectividad del “borugo de páramo” por sus recursos alimentarios sin depender sobre la abundancia de los mismos (Tabla 3) (Figura 5).

Para el bosque 2 *Chusquea* sp, *Cavendishia nitida*, *Tillandsia complanata*, *Tillandsia denudata*, *Macleania rupestris* y *Blechnum* sp presentaron los mayores valores de abundancia (Figura 5). Sin embargo, en este bosque

los ítems alimentarios más consumidos por la especie fueron solamente *Cavendishia nitida* y *Chusquea* sp. No se encontraron en las heces del “borugo de páramo” para este bosque los ítems correspondientes a las especies *Tillandsia complanata*, *Tillandsia denudata* y *Blechnum* sp (Tabla 3). Lo anterior se puede explicar solo por una subestimación y/o error en la identificación de los fragmentos epidermales correspondientes a estos ítems alimentarios.

La mayor oferta alimentaría para el bosque 3 estuvo dada por las especies *Chusquea* sp, *Cavendishia nitida*, *Blechnum* sp, *Macleania rupestris*, *Gaultheria erecta* y *Rynchospora* sp (Figura 5). Sin embargo, no se pudo determinar la dieta del “borugo de páramo” en este bosque debido a la ausencia de muestras fecales de la especie. La razón principal que puede explicar la ausencia de materia fecal en este bosque es la falta de cuevas superficiales y/o de madrigueras; donde se sabe el “borugo de páramo” establece sus letrinas para la defecación (Osbaehr 1996b). De otro lado, según los campesinos de la zona en este bosque se han cazado varios individuos de esta especie, lo cual pudo ahuyentarla de este sitio debido a su comportamiento huidizo frente a la presencia humana (Preciado 2000).

La oferta alimentaría en el bosque 4 estuvo dada por las especies *Tillandsia complanata*, *Cavendishia nitida*, *Chusquea* sp y *Tillandsia denudata* (Figura 5). Sin embargo en este bosque las proporciones de consumo más altas no se dieron para estas especies. De otro lado, la especie *Tillandsia complanata* la cual fue abundante en este bosque no fue determinada histológicamente en las heces de la especie en este lugar (Tabla 3). La ausencia del ítem alimentario en este bosque en particular puede ser debida por un lado a un error en la identificación histológica del fragmento o de los fragmentos epidermales correspondientes a esta especie de planta. De otro lado y en el mismo sentido, la identificación de los fragmentos epidermales característicos

para *Tillandsia complanata* tuvieron cierto grado de dificultad, lo cual pudo subestimar este ítem alimentario (Holechek *et al.* 1982b). Lo anterior se refleja en las bajas proporciones del ítem encontradas en la dieta en el bosque 1 y en la ausencia del mismo en el bosque 2 y 4 (Tabla 3).

Lo resultados anteriores sugieren en un principio que el “borugo de páramo” selecciona los recursos alimentarios con baja dependencia sobre la disponibilidad del mismo en el ambiente; lo cual difiere con la información disponible hasta el momento donde se afirma que la dieta de la especie varía según la abundancia y fructificación de determinadas especies, en especial del estrato arbóreo (González & Nieto 1991 y Nowak 1999).

La principal explicación del hecho de haber encontrado 401 fragmentos epidermales “*no identificados*” en las fecas del “borugo de páramo” analizadas histológicamente se refiere a la falta de extensión en la colecta del material vegetal usado como recurso alimentario potencial para la especie en el cerro de Manjuí, Zipacón. Sin embargo, cabe mencionar dos aspectos más que pueden potencialmente explicar este resultado: (2) la complejidad de la evaluación de las dietas de los herbívoros en comparación con otros organismos; lo cual genera errores potenciales al investigador en el momento de decidir que recursos incluir cómo recursos alimentarios potenciales para cierta especie estudiada debido a la gran variedad de los mismos y (3) la digestión y fragmentación diferencial de los fragmentos vegetales que pasan a través del sistema digestivo entero de la especie, lo cual puede sobrestimar o subestimar los ítems alimentarios analizados microhistológicamente (Hansson 1970, Batzli & Cole 1979, Kunz & Whitaker 1983, Spinola & Vaughan 1995).

La segunda explicación se basa en la teoría de forrajeo para adquirir los requerimientos nutricionales y en la teoría de optimización de las dietas (Emlen 1966, Levins & MacArthur 1969, Pulliam 1974, Pulliam 1975 y

Westoby 1978). Pulliam (1974) propuso modelos matemáticos para predecir las dietas óptimas de un depredador sobre su presa, teniendo en cuenta la densidad y distribución de las presas, el tiempo requerido para encontrar la presa y el contenido calórico del individuo presa. Igualmente estos modelos han sido desarrollados con nutrientes que actúan como factores limitantes (Pulliam 1975). Westoby (1978) mencionó que el hecho de que los organismos herbívoros tiendan a tomar muchos recursos alimentarios con el fin de reducir los costos en búsqueda de alguno en particular es un factor generador de la variedad de dietas. Sumado a esto, los recursos alimentarios disponibles son susceptibles a cambios en su abundancia relativa o en captura relativa; lo cual hace que la especie esté variando constantemente sus dietas (Pulliam 1974 y Westoby 1978). Por último se tiene que los diferentes tipos de recursos alimentarios potenciales para la especie se caracterizan por presentar diferentes fuentes de nutrientes. Este hecho hace que los organismos necesiten balancear nutricionalmente la dieta adquiriendo diferentes ítems alimentarios (Belovsky 1978, Westoby 1978, Belovsky 1984 y Randolph *et al.* 1991). Además, el alto contenido de toxinas contenidas en muchas especies vegetales igualmente puede actuar cómo factor generador de las dietas variantes (Westoby 1978).

La tercera explicación tiene que ver con la fragmentación y digestión diferencial de los ítems alimentarios que pasan a través del tracto digestivo de las especies (Anthony & Smith 1974, Batzli & Cole 1979, Holechek *et al.* 1982a, Kunz & Whitaker 1983, Bartolomé *et al.* 1995, Spinola & Vaughan 1995, Kronfeld & Dayan 1998 y Shrestha *et al.* 2005). Posiblemente algunos de los fragmentos epidurales no reconocidos en este trabajo pertenecen a fibras y tejidos conductores (xilema y floema) los cuales son menos digeribles en comparación a las partes blandas como las hojas haciendo que se sobrestimen en los campos microscópicos (Cortés *et al.* 2002, Randolph *et al.* 1991 y López-Cortés *et al.* 2007). La presencia de las fibras en la dieta de esta especie puede ser

respaldada ya que por un lado se sabe hacen parte de la dieta de los organismos adultos del “borugo de páramo” (Osbahr 1996a), lo cual se encuentra íntimamente relacionado con su tracto digestivo, ya que presenta una longitud aproximada de 8 metros y ciego grande que facilita la digestión de este tipo de material fibroso (Parra & Osbahr 2000). Por el otro lado, el contenido de estas estructuras en la dieta del “borugo de páramo” puede deberse a la utilización de la especie del agua contenida en la corteza de las plantas, ya que hasta el momento no se ha documentado que la especie beba agua libre de los cursos de agua y riachuelos.

En un inicio se afirmó que la masticación de las diferentes especies de plantas y partes de las mismas que se lleva a cabo en el proceso de digestión del alimento no influye sobre el reconocimiento de las estructuras epidermales (Gross *et al.* 1983). Sin embargo se sabe actualmente que los procesos de masticación generan fragmentos vegetales muy pequeños (Lewis 1994). Estos fragmentos pueden ser digeridos completamente por las enzimas y jugos gástricos presentes en el tracto digestivo del organismo, dificultando su recuperación o la facilidad de reconocerlos en los campos microscópicos analizados mediante la técnica microhistológica (Johnson & Wofford 1983 y Lewis 1994). Por otro lado, Holechek *et al.* (1982b) mencionaron que la facilidad de determinar algunos fragmentos epidermales más que otros tiende a sobrestimar ese ítem alimentario determinado histológicamente. En este estudio, los fragmentos epidermales de las especies *Chusquea* sp *Thibaudia floribunda* y *Asplenium* sp fueron fácilmente identificables en las heces analizadas microhistológicamente lo cual se relaciona con las altas proporciones con las que se encontraron en la dieta de la especie (Figura 6).

Otro aspecto relacionado que pudo afectar el reconocimiento de los fragmentos epidermales “no identificados” tiene que ver con los métodos

de preparación del material fecal para el análisis microhistológico (Vavra & Holechek 1980). En este estudio cada muestra vegetal y fecal fue macerada en un mortero (Storr 1961 y Osbahr 1999), lo que pudo generar fragmentos epidermales de diferentes tamaños. Estos fragmentos por tanto estuvieron sometidos diferencialmente a los procesos de digestión, afectando su discernibilidad en los campos microscópicos analizados y por ende sobrestimando o subestimando los fragmentos reconocidos (Hansson 1970). Para solucionar esta dificultad de procedimiento, muchos trabajos han recomendado triturar las muestras (vegetales y fecales) mediante un micro molidor para luego pasarlas a través de un tamiz con una malla que varía su tamaño según la decisión del investigador (Sparks & Malechek 1968, Fitzgerald & Waddington 1979, Johnson & Wofford 1983, Holechek & Valdez 1985, Ellis *et al.* 1998, Campos *et al.* 2001, Catán *et al.* 2003 y Shrestha *et al.* 2005). Este procedimiento elimina los fragmentos más grandes y potencialmente no identificables que podrían afectar las observaciones al microscopio. (Fitzgerald & Waddington 1979, Johnson & Wofford 1983). Igualmente el ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) utilizado en este estudio como agente de maceración y aclarador de epidermis (Storr 1961 y Osbahr 1999) pudo como lo determinó Hansson (1970), desintegrar las estructuras epidermales más delicadas haciendo imposible su identificación en los campos microscópicos analizados.

Es así como se puede afirmar que la técnica microhistológica a pesar de que es reconocida como una técnica válida y confiable para estimar las dietas de los diferentes grupos de organismos, especialmente la de los herbívoros (Stewart 1967, Sparks & Malechek 1968, Holechek *et al.* 1982a, Maia *et al.* 2003, Shrestha *et al.* 2005 y Steinheim *et al.* 2005); presenta ciertas dificultades prácticas que podrían alterar de alguna manera los resultados obtenidos. Una de las mayores desventajas del análisis microhistológico fecal es que es una técnica que demanda considerablemente mucho tiempo para su procedimiento técnico y análisis (Anthony & Smith 1974). Además, la utilidad de la técnica

depende de la especie objeto de estudio, la naturaleza de sus dietas y la diversidad de plantas disponibles en el campo como recursos alimentarios (Anthony & Smith 1974, Pulliam 1974, Belovsky 1978 y Westoby 1978). Es así como una especie herbívora con una dieta muy diversa como la del “borugo de páramo” puede hacer que la técnica demande mucho tiempo y que se tienda a caer con más probabilidad en errores en la identificación de los ítems alimentarios consumidos (Anthony & Smith 1974). Por tanto, una lista de plantas disponibles para una estación particular puede ser usada para aumentar la exactitud de la identificación y reducir el tiempo requerido para la identificación de los fragmentos epidermales en las heces.

#### **6.7.1.1. Consumo de hojas, tallos, frutos y rizomas por *C. taczanowskii***

El consumo de cada una de las partes de cada especie vegetal por parte de *C. taczanowskii* estuvo dado principalmente hacia las hojas (ca. 55%), lo cual se relaciona con los trabajos en cautiverio, donde se ha evidenciado una preferencia marcada hacia la selectividad por el consumo de las mismas (43.90%) (Osbaahr 1996a). Para el caso de los tallos, frutos y rizomas el consumo estuvo relativamente equitativo, donde el rizoma (17.2%) fue el más consumido, seguido por el tallo (15.9%) y los frutos (12.4%). Esta información difiere con la reportada en cautiverio por Osbaahr (1996a), donde son los frutos (34.15%) y tallos (21.95%) los más preferidos mientras que el rizoma representa un porcentaje menor (4.88%). Sin embargo, en vida libre se ha evidenciado que *C. taczanowskii* consume raíces tuberosas de algunos árboles y tallos de frailejón y de helechos arborescentes, lo cual respalda lo encontrado en este trabajo (López & Montenegro 1993) en cuanto a preferencias de partes de una misma planta se refiere.

El consumo principal por parte de *C. taczanowskii* sobre las hojas y no de frutos observado en este trabajo puede deberse a varios aspectos. Por un lado se tiene que las hojas de algunas de las especies de plantas que fueron más consumidas como es el caso de las Ericáceas y Bromeliáceas se caracterizan por ser de textura coriácea (Mahecha *et al.* 2004); las cuales potencialmente son menos digeribles durante los procesos de digestión en comparación a los frutos los cuales poseen estructuras más frágiles lo que lleva a la fragmentación diferencial (Neal *et al.* 1973). Este hecho pudo haber sobrestimado las proporciones de los tejidos epidermales correspondientes a las hojas en los campos microscópicos analizados. Por otro lado, lo anterior también explica el porque se encontraron más fragmentos epidermales de rizoma y de tallo en comparación con los frutos, ya que las partes anteriores son más duras y resistentes a la digestión. Una segunda explicación puede atribuirse a la falta de características diagnósticas de la epidermis de los frutos debido a que estructuralmente son más simples. Este hecho fue reportado por Marrero & Nogales (2005) en un bosque de Laurel en las Islas Macaronésicas, donde se evidenció una subestimación de los frutos.

Las características del sistema digestivo reportadas para esta especie juegan también un papel importante en los procesos de digestión del alimento tomado. El ciego el cual es un divertículo de tamaño considerable presente en *C. taczanowskii*, evidencia las adaptaciones de la misma frente a sus hábitos alimentarios (Parra & Osbahr 2000). Este órgano posee bacterias simbióticas útiles para la fermentación y digestión de la celulosa y de otros componentes consumidos por el animal (Parra & Osbahr 2000). Por tanto, los frutos cuya consistencia es relativamente más frágil en comparación con las hojas, tallos y rizomas pudieron ser digeridos más fácilmente subestimándose de esta forma en la dieta de la especie. De otro lado, recientemente se ha observado para *C. taczanowskii* en cautiverio eventos de coprofagia, como sucede en otros roedores y lagomorfos (Amaya *et al.* 2004). La coprofagia puede ser

respaldada por la presencia del ciego grande, lo cual ayuda al mejor aprovechamiento de la actividad microbiana del ciego fermentando más y mejor los alimentos semidigeridos como consecuencia de la poca eficacia del sistema digestivo de los herbívoros (Amaya *et al.* 2004). Este proceso identificado en la especie puede hacer que los alimentos frágiles en su estructura que no fueron ingeridos completamente, vuelvan a digerirse nuevamente por la coprofagia lo cual tiende a subestimar los ítems alimentarios consumidos por el “borugo de páramo”. Posiblemente este caso se dio para los fragmentos epidermales de frutos y tallos los cuales se encontraron en menor porcentaje en la dieta.

Por último, el consumo de hojas, tallos, frutos y rizoma de una misma planta o de varias plantas puede depender del estado fenológico vegetal de las mismas, por lo que se podría estar subestimando o sobrestimando ciertas partes de una misma planta dependiendo de su ciclo reproductivo (Anthony & Smith 1974). Este caso se dio para la mayoría de las especies colectadas como recurso potencial alimentario, ya que todas presentaban hojas pero a su vez no todas presentaban frutos y/o rizoma.

#### **6.7.2. Amplitud de nicho, preferencia alimentaría, frecuencias de los ítems consumidos y relación entre abundancia de especies vegetales y frecuencia de los ítems alimentarios encontrados en las heces**

Teniendo en cuenta los análisis fecales y las proporciones de los ítems alimentarios identificados mediante la técnica microhistológica se encontró que según la medida de Levins's estandarizada la especie discrimina entre los estados de recursos evaluados (ítems alimentarios), tendiendo a ser especialista (Tabla 5). Esta conclusión explica en parte la baja relación que se encontró entre la abundancia del recurso alimentario y los ítems consumidos por el “borugo de páramo” (Tabla 3) (Figura 5). Sin embargo, al observar la medida de Shannon-Wiener la especie tiende a ser generalista en la escogencia de los recursos alimentarios (Tabla 5).

Por tal razón y teniendo en cuenta que la medida de Shannon-Wiener es poco usada en los estudios ecológicos debido a que carecen de una interpretación ecológica simple (Hurlbert 1978); solo se tuvo en cuenta la magnitud del valor arrojado por el índice de Levins's (Tabla 5), dónde indica que la especie tiende a ser especialista en la escogencia de sus recursos alimentarios.

Para el caso de las medidas de preferencia alimentaría analizadas en la dieta de la especie (proporción de forrajes e índice de Selectividad de Ivlev) se encontró una tendencia similar por ambos índices en la predicción de las preferencias relativas y los rechazos relativos sobre los ítems alimentarios consumidos por la especie en cada uno de los bosques (Tabla 6 y 7). En el bosque 1 las especies más seleccionadas fueron *Asplenium* sp, *Thibaudia floribunda* y *Gaultheria erecta* y las más evitadas *Tillandsia complanata* y *Begonia ferruginea*. En el bosque 2 las especies *Asplenium* sp, *Anthurium* sp, Indet. 1 e Indet. 3 fueron las más seleccionadas mientras que *Cyathea* sp, y *Chusquea* sp fueron las más evitadas en este bosque. Para el bosque 4 *Asplenium* sp *Phytolacca* sp, *Rhynchospora* sp y *Thibaudia floribunda* fueron las más seleccionadas por el "borugo de páramo" mientras que *Chusquea* sp, *Begonia ferruginea* y *Tillandsia denudata* fueron las más rechazadas (Tabla 6 y 7).

Según la dieta general evaluada para *C. taczanowskii* en el cerro de Manjuí, Zipacón las especies *Asplenium* sp, *Chusquea* sp, *Thibaudia floribunda*, Indet. 3 y *Gaultheria erecta* fueron las que mostraron mayor consumo en la zona de estudio (Figura 6). Si solo se considera el valor numérico de estas proporciones encontradas para la dieta del "borugo de páramo" en el área de estudio, se podría concluir que dichos ítems son consumidos en ese orden de importancia por la especie (Figura 6). Sin embargo, al analizar la magnitud del índice de selectividad de Ivlev se encontró otra tendencia. Este es el caso de las plantas Indet. 3, *Blechnum* sp y *Macleania rupestris*, la cuales fueron consumidas por el "borugo de

páramo” de páramo con una importancia media en la dieta pero seleccionada con un nivel relativamente bajo (Figuras 6 y 8). El caso contrario, donde los ítems alimentarios aparecieron con bajas proporciones en la dieta del “borugo de páramo” pero que sin embargo fueron seleccionadas con un nivel de importancia relativamente alta se presentó para *Phytolacca* sp y *Anthurium* sp; plantas que en el área de estudio presentaron una baja oferta alimentaria para la especie lo que afirma por una lado su selectividad y por el otro su baja dependencia sobre las abundancias de sus recursos en campo a pesar del hecho de haber consumido la totalidad de las plantas utilizadas como recursos potenciales alimentarios (Figuras 5, 6, 8). Incluso *Chusquea* sp, que fue consumido en proporciones altas por el “borugo de páramo”, fue evitado teniendo en cuenta el índice de selectividad (-0.052) (Figura 6 y 8). Este resultado puede ser explicado por el hecho de la facilidad de identificar el fragmento epidermal para esta especie particular (Holechek *et al.* 1982b).

Esta tendencia del “borugo de páramo” de selección del recurso alimentario y no de escogencia según la disponibilidad del alimento en el ambiente es igualmente apoyada por la magnitud del valor de la correlación de Pearson el cual fue de  $r = 0.13156$ . Es decir, la relación ente la abundancia de las especies vegetales colectadas y la frecuencia de los ítems alimentarios encontrados en las heces del “borugo de páramo” fue del 13.56%; lo cual contrasta con la información disponible en el momento donde se afirma que la dieta de la especie varía según la abundancia y fructificación de determinadas especies, en especial del estrato arbóreo (González & Nieto 1991 y Nowak 1999).

### **6.7.3. Estado actual de conservación de *C. taczanowskii* en el cerro de Manjuí**

Teniendo en cuenta la disponibilidad en campo del recurso alimentario consumido por *C. taczanowskii* junto con la selección del alimento en

términos de su preferencia, el “borugo de páramo” en un principio no presenta problemas de supervivencia en el área de estudio. Lo anterior puede ser respaldado por el hecho de que el “borugo de páramo” no depende de la disponibilidad del recurso alimentario consumido en campo (abundancia de especies vegetales) como lo evidenció estadísticamente la correlación de Pearson. Además las especies vegetales consumidas con preferencia por la especie presentaron valores altos de abundancia en campo.

Sin embargo si se tiene en cuenta que el “borugo de páramo” tiende a ser especialista en la escogencia de sus recursos alimentarios, las presiones ejercidas en el cerro de Manjuí por la agricultura y la ganadería extensiva pueden tener un efecto directo sobre las poblaciones naturales de la especie. El uso y la sobreexplotación no sostenible de los recursos disponibles en el área de estudio pueden hacer que las poblaciones naturales de esta especie se vean afectadas en un futuro por la escasez de sus recursos potenciales alimentarios.

De otro lado cabe mencionar que la magnitud de los valores arrojados por el índice de selectividad puede generar sesgos en el momento de tomar decisiones en cuanto al manejo de la especie y del hábitat. Posiblemente *C. taczanowskii* selecciona sus recursos alimentarios dependiendo de la oferta nutricional que le brinda cada uno de ellos; lo cual hace que no necesariamente los ítems alimentarios más seleccionados para el consumo por el “borugo de páramo” sean los más importantes en términos del contenido nutricional. Por tal razón, se hace necesario estudiar la selección trófica del “borugo de páramo” en términos de su relación con las características nutricionales de las especies vegetales disponibles en campo como recursos alimentarios para la especie.

Además se debe pensar en asegurar la conservación no solo de las especies más seleccionadas por el “borugo de páramo” en esta zona

como recurso alimentario sino de todas las plantas presentes en el área, con el fin de asegurar otros aspectos importantes del hábitat de la especie para la supervivencia tales como la cobertura, la cual brinda protección contra el clima y los depredadores y disponibilidad de agua (libre o contenida en los alimentos) (Krausman 1999).

Por último debe mencionarse que la cacería furtiva ejercida en la zona sobre *C. taczanowskii* puede colocar en riesgo las poblaciones de esta especie, ya que según los habitantes del cerro de Manjuí durante los últimos años han evidenciado un tamaño poblacional bajo debido a esta causa. Por tal razón se hace indispensable establecer estrategias de conservación en la zona para evitar la disminución y desaparición de la especie en el área de estudio. Dentro de estas estrategias se sugiere evaluar de antemano el número o tamaño poblacional actual de la especie. Paralelamente se sugiere zonificar el área de estudio con el fin de establecer áreas potenciales para la explotación sostenida de esta especie.

## 7. Conclusiones

- El uso de la técnica microhistológica es una herramienta que presenta una exactitud relativa para determinar la dieta de las especies herbívoras las cuales presentan problemas de conservación y/o manejo.
- En el área de estudio, las especies vegetales más abundantes fueron *Chusquea sp*, *Tillandsia complanata*, *Cavendishia nitida*, *Blechnum sp*, y *Macleania rupestris*.
- Se lograron determinar 19 ítems alimentarios (1823 fragmentos epidermales) consumidos por *C. taczanowskii* mediante la técnica microhistológica fecal en el cerro de Manjuí, Zipacón.
- Se cuantificaron 401 fragmentos epidermales los cuales se relacionaron como no identificables en las heces del “borugo de páramo” evaluadas microhistológicamente.
- *C. taczanowskii* mostró una alta preferencia por el consumo de hojas, seguido por el rizoma, tallo y frutos.
- En el cerro de Manjuí, Zipacón las especies de plantas que presentaron la mayor proporción de consumo por el “borugo de páramo” fueron *Asplenium sp*, *Chusquea sp*, y la especie *Thibaudia floribunda*.
- La medida de amplitud de nicho de Levins’s mostró para el “borugo de páramo” una amplitud de nicho mínima, indicando que la especie discrimina entre los estados de recursos evaluados tendiendo a ser especialista.

- Según el índice de selectividad de Ivlev el “borugo de páramo” seleccionó con preferencia las especies *Asplenium* sp, *Thibaudia floribunda* y *Phytolacca* sp y rechazó como recurso alimentario a las especies *Chusquea* sp, *Cavendishia nitida*, *Tillandsia denudata*, *Begonia ferruginea*, *Tillandsia complanata* y el grupo de los helechos.
- La intensidad de relación entre las abundancias de las especies colectadas como recurso alimentario del “borugo de páramo” y los fragmentos vegetales (ítems consumidos) identificados en las heces fue baja ( $r = 0.13156$ ); indicando que ambas variables estuvieron correlacionadas en tan solo un 13.15%. Esto sugiere que *C. taczanowskii* no selecciona sus recursos dependiendo de la disponibilidad en el ambiente; contrastando con la información disponible la cual menciona la dependencia del “borugo de páramo” por la disponibilidad del alimento en el campo.
- Una de las mayores desventajas del análisis microhistológico fecal es que es una técnica muy consumidora de tiempo; además la fragmentación y digestión diferencial son problemas que reducen la exactitud de la técnica.
- Es indispensable tener un entrenamiento preliminar por parte del observador de la técnica microhistológica como vía para mejorar la precisión y exactitud en la identificación de los fragmentos recuperados en las heces del “borugo de páramo”.
- La utilidad y exactitud de la técnica microhistológica depende de la especie objeto de estudio, la naturaleza de sus dietas y la diversidad de las plantas disponibles en campo como recursos alimentarios.

## 8. Recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados encontrados en este trabajo y los vacíos que se generan en el mismo, se recomiendan los siguientes aspectos:

- Determinar la estructura y composición de la comunidad vegetal en el área de estudio con el fin de ampliar la información sobre las plantas presentes en el cerro de Manjuí, Zipacón.
- Ampliar las láminas de colección de referencia de los tejidos epidermales de las plantas potenciales de consumo por el “borugo de páramo” con el fin de reducir el tiempo requerido para la identificación de los fragmentos epidermales en las heces.
- Examinar si el estado de la madurez vegetal y la fenología de las plantas influye en la estimación y exactitud de la evaluación de las dietas teniendo en cuenta los análisis microhistológicos.
- Para un mejor entendimiento de la selección y dinámicas de forrajeo de *C. taczanowskii* se recomienda determinar las características nutricionales de las especies vegetales disponibles en el campo como recursos alimentarios para la especie; así como realizar análisis bromatológicos y aminogramas.
- Con el fin de obtener herramientas para la conservación de la especie y de su hábitat natural se hace necesario corroborar el consumo de semillas por parte de la especie y evaluar si el “borugo de páramo” contribuye a la dispersión de las mismas mediante experimentos de germinación in Vitro.

## 9. Referencias

**Anthony, R. G. & N. S. Smith.** 1974. Comparison of rumen and fecal analysis to describe deer diets. *Journal of Wildlife Manamgement.* 38 (3): 535-540.

**Amaya, J.A., A. Rodríguez, & J.E. Morales.** 2004. Aspectos etológicos del tinajo de páramo (*Agouti taczanowskii*) en cautiverio. Trabajo de grado. Licenciatura en Biología. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ciencias y Educación, Bogotá, 100p.

**Ardila, M., C. Chaves. & K. Osbahr.** 2001. Determinación del estado de arte del tinajo de páramo (*Agouti taczanowskii*). Trabajo de grado. Médico Veterinario. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera Medicina Veterinaria. Bogotá DC. 250p.

**Azcón-Bieto, J. & M. Talón.** 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Primera Edición. McGraw-Hill Interamericana. España. 522 p.

**Bartolomé, J., J. Franch., M. Gutman. & N. G. Seligman.** 1995. Technical note: Physical factors that influence fecal analysis estimates of herbivore diets. *Journal of Range Management.* 48 (3): 267-270.

**Batzli, G. O. & F. R. Cole.** 1979. Nutritional Ecology of Microtine Rodents: Digestibility of forage. *Journal of Mammalogy.* 60: 740-750.

**Baumgartner, L. L. & A. C. Martin.** 1939. Plant histology as an aid in squirrel food-habit studies. *Journal of Wildlife Management.* 3: 266-268.

**Beier, P.** 1987. Sex differences in quality of White-Tailed Deer diets. *Journal of Mammalogy.* 68: 323-329.

**Belovsky, G. E.** 1978. Diet optimization in a generalist herbivore: The Moose. *Theoretical Population Biology*. 14: 105-134.

**Belovsky, G. E.** 1984. Herbivore Optimal Foraging: A comparative Test of Three Models. *The American Naturalist*. 124 (1): 97-115.

**Belwood, J. J. & M. B. Fenton.** 1976. Variation in the diet of *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Canadian Journal of Zoology*. 54: 1674-1678.

**Bennett, L. L. A. C. Hammond. M. J. Williams. C. C. Chase. & W. E. Kunkle.** 1999. Diet selection by steers using microhistological and stable Carbon Isotope ratio analyses. *Journal of Animal Science*. 77: 2252-2258.

**Bergman, C. M. & C. J. Krebs.** 1993. Diet overlap of collared lemmings and tundra voles at Pearce Point, Northwest Territories. *Canadian Journal of Zoology*. 71: 1703-1709.

**Bisbal, F. J.** 1986. Food habits of some Neotropical carnivores in Venezuela (Mammalia, Carnivora). *Mammalia*. 50: 329-339.

**Bodmer, R. E., J. F. Eisenberg & K. H. Redford.** 1997. Hunting and the likelihood of Extinction of Amazonian Mammals. *Conservation Biology*. 11: 460-466.

**Buchler, E. R.** 1976. Prey selection by *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae). *America Naturalist*. 110: 619-628.

**Campbell, C. M., K. S. Eng., A. B. Nelson. & L. S. Pope.** 1968. Use of esophageal fistula in diet sampling with beer cattle. *J. anim. Sci.* 30: 231-234.

**Campos, C.; R. Ojeda.; S. Monge. & M. Dacar.** 2001. Utilization of food resources by small and medium-sized mammals in the Monte Desert biome, Argentina. *Austral Ecology*. 26: 142-149.

**CAR. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.** 2005. Formulación participativa del Plan Integral de Manejo del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales Renovables del Sector Salto del Tequendama-Cerro Manjuí. Andean Geological Services LTDA. Bogotá DC. 1266 p.

**Castilla, S. L.** 1991. Estadística simplificada para la investigación en ciencias de la salud. Primera Edición. Editorial Trillas. México. 438 p.

**Castro, J. J.** 1996. Estudio del Tinajo o Borugo *Agouti taczanowskii* (Agoutidae: Rodentia) en cautiverio. Resumen En: Seminario Internacional sobre Investigación, conservación y manejo de Agouti paca y *Agouti taczanowskii* comúnmente llamados Boruga, Guartinaja o Lapa. Santa Marta. Colombia. 6, 7,8 y 9 de Noviembre de 1996.

**Castro, J. J. O. M. Torres. & E. Suárez.** 2003. El Tinajo o Borugo *Agouti taczanowskii*. Especie altoandina para conservar. Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C. 79 p.

**Catán, A., C. A. M. Degano. & L. Larcher.** 2003. Modificaciones a la técnica microhistológica de Peña Neira para especies forrajeras del Chaco Semiárido Argentino. *Quebracho. Revista de Ciencias Forestales*. 10: 71-75.

**Cepeda, C. Y. & K. Osbahr.** 2002. Incidencia de los insectos defoliadores, sobre las plantas preferidas por el “borugo de páramo” (*Agouti taczanowskii*) como recurso alimenticio en diferentes etapas

sucesionales de un bosque altoandino, en el parque Pionono (Sopó, Cundinamarca). Trabajo de grado. Ecóloga. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Departamento de Ecología. Bogotá DC. 105 p.

**Chará, J. & E. Murgueitio.** 2005. The role of silvopastoral systems in the rehabilitation of Andean stream habitats. *Livestock Research for Rural Development*. 17(2): 1- 11.

**Chen, W.; R. D. B. Lefroy.; G. J. Blair. & J. M. Scott.** 1998. Field variations in alkane signatures among plant species in “degraded” and perennial pastures on the Northern Tablelands of New South Wales. *Australian Journal of Agricultural Research*. 49 (2): 263-268.

**Cingolani, A. M. G. Posse. & M. B. Collantes.** 2005. Plant functional traits, herbivore selectivity and response to sheep grazing in Patagonian steppe grassland. *Journal of Applied Ecology*. 42: 50-59.

**Cole, F. R. L. L. Loope. A. C. Medeiros. J. A. Raikes & C. S. Wood.** 1995. Conservation implications of Introduced Game Birds in High-Elevation Hawaiian Shrubland. *Conservation Biology*. 9: 306-313.

**Colwell, R. K. & D. F. Futuyma.** 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*. 52 (4): 567-576.

**Cortés, A., J. R. Rau., E. Miranda. & J. E. Jiménez.** 2002. Hábitos alimenticios de *Lagidium viscacia* y *Abrocoma cinerea*: roedores sintópicos en ambientes altoandinos del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 75: 583-593.

**Cuarón, A. D.** 2000. A global perspective on habitat disturbance and tropical rainforest mammals. *Conservation Biology*. 14 (6): 1574-1579.

**Daniel, W.** 2004. Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. Cuarta Edición. Limusa. México. 755p.

**Delgado, B. I. L. Oñate & J. A. Nieto.** 1991. Algunos aspectos bioecológicos de la guagua de páramo (*Agouti taczanowskii*) y perspectivas de su manejo en zoológico. Trabajo de grado. Universidad de la Salle, Facultad de Ciencias de la Educación, Departamento de Química y Biología, Bogotá, 120 p.

**Dingerkus, S. K. & W. I. Montgomery.** 2001. The diet and landclass affinities of the Irish hare *Lepus timidus hibernicus*. *Journal of Zoological London*. 253: 233-240.

**Dickman, C. R. & C. Huang.** 1988. The reliability of fecal analysis as a method for determining the diet of insectivorous mammals. *Journal of Mammalogy*. 69: 108-113.

**Downer, C. C.** 2001. Observations on the diet and habitat of the mountain tapir (*Tapirus pinchaque*). *J. Zool., Lond.* 254: 279-291.

**Dusi, J. L.** 1949. Methods for the determination of food habits by plant microtechniques and histology and their application to cottontail rabbit food habits. *Journal of Wildlife Management*. 13: 295-298.

**Eisenberg, J. F.** 1989. Mammals of the Neotropics. The Northern Neotropics. Volume I. Panamá, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana. The University of Chicago Press. Chicago and London. USA. 449 p.

**Ellis, B. A., J. N. Mills., G. E. Glass., K. T. McKee, Jr. D. A. Enria. & J. E. Childs.** 1998. Dietary habits of the common Rodents in an Agroecosystems in Argentina. *Journal of Mammalogy*. 79 (4): 1203-1220.

**Emlen, J. M.** 1966. The role of time and energy in food preference. *The American Naturalist*. 100: 611-617.

**Emmons, L. H.** 1990. Neotropical Rainforest Mammals. A Field Guide. The University of Chicago Press. USA. 281 p.

**Etter, A.** 1994. Consideraciones generales para el análisis de la cobertura vegetal. Pp: 11-23. **En:** Memorias del Primer Taller sobre Cobertura Vegetal, Clasificación y Cartografía. Andrade, G (Ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá-Colombia.

**Etter, A. & v. Wyngaarden.** 2000. Patterns of Landscape Transformation in Colombia, with Emphasis in the Andean Region. *Ambio: A Journal of the Human Environment*. 29 (7): 432-444.

**Fandiño, M. C. & P. Ferreira.** 1998. Colombia. Biodiversidad siglo XXI: Propuesta técnica para la formulación de un plan de acción Nacional en Biodiversidad. Bogotá D.C. 254 p.

**Fitzgerald, A. E. & D. C. Waddington.** 1979. Comparison of two methods of fecal analysis of herbivore diet. *Journal of Wildlife Management*. 43 (2): 468-473.

**Frank, C. L.** 1994. Polyunsaturate content and diet selection by ground Squirrels (*Spermophilus lateralis*). *Ecology*. 75: 458-463.

**Galende, G. I., D. Grigera. & J. v. Thüngen.** 1998. Composición de la dieta del Chinchillón (*Lagidium viscacia*, CHINCHILLIDAE) en el Noroeste de la Patagonia. *Mastozoología Neotropical*. 5 (2): 123-128.

**Gaviño, G.; C. Juárez & H. H. Figueroa.** 1974. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. Editorial Limusa. México 251p.

**González, B. I. & Nieto, J.** 1991. Algunos aspectos bioecológicos de la guagua de páramo (*Agouti taczanowskii*) y perspectivas de su manejo en Zocriaderos. Tesis Biología. Facultad de Ciencias de la Educación Universidad de la Salle. Bogotá. 115 p.

**Greaves, W.** 1991. A relationship between premolar loss and jaw elongation in selenodont artiodactyls. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 101: 121-129.

**Gross, B. D.; E. Mahgoub. & J. L. Holechek.** 1983. Mastication effects on cattle diets determined by Microhistological analysis. *Journal of Range Management*. 36 (4): 475-476.

**Hansson, L.** 1970. Methods of morphological diet micro-analysis in rodents. *Oikos*. 21 (2): 255-266.

**Hartman, G.** 1994. Long-Term Population Development of a Reintroduced Beaver (*Castor fiber*) population in Sweden. *Conservation Biology*. 8: 713-717.

**Holdridge, L. S.** 1967. *Ecología basada en zonas de vida*. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 206 pp

**Holechek, J. L. & M. Vavra.** 1981. The effect of slide and frequency observation numbers on the precision of Microhistological Analysis. *Journal of Range Management*. 34: 337-338.

**Holechek, J. L. & B. Gross.** 1982. Training needed for quantifying simulated diets fragmented range plants. *Journal of Range Management*. 35: 644-647.

**Holechek, J. L., M. Vavra. & R. D. Pieper.** 1982a. Botanical Composition Determination of Range Herbivore Diets: A review. *Journal of Range Management.* 35: 309-315.

**Holechek, J. L.; B. Gross.; S. M. Dabo. & T. Stephenson.** 1982b. Effects of sample preparation, growth stage, and observer on Microhistological Analysis of Herbivore diets. *Journal of Wildlife Management.* 46 (2): 502-505.

**Holechek, J. L. & R. Valdez.** 1985. Evaluation of in Vitro digestión for improving botanical estimates of mule deer fecal samples. *Journal of Mammology.* 66 (3): 574-577.

**Hurlbert, S. H.** 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology.* 59: 67-77.

**IAvH.** 2000. Colombia megadiversa: cinco años explorando la riqueza de un país biodiverso. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. 295 p.

**IAvH.** 2005. Proyecto conservación y uso sostenible de la biodiversidad en los Andes Colombianos. Informe anual 2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. Colombia. 134 p.

**ICZN.** 1998. Opinion 1894 [of the International Commission on Zoological Nomenclature]. *Regnum Animale...*, Ed. 2 (M. J. Brisson, 1762): rejected for nomenclatural purposes, with the conservation of the mammalian generic names *Philander* (Marsupialia), *Pteropus* (Chiroptera), *Glis*, *Cuniculus*, and *Hydrochoerus* (Rodentia), *Meles*, *Lutra*, and *Hyaena* (Carnivora), *Tapirus* (Perissodactyla), *Tragalus*, and *Giraffa* (Artiodactyla). *Bulletin of Zoological Nomenclature.* 55: 64–71.

**Instituto Geográfico Agustín Codazzi.** 1996. Diccionario Geográfico de Colombia. Tomo IV. Rabal-Zuzagua. Tercera Edición. Colombia. 2504 p.

**Johnson, M. K. & H. Wofford.** 1983. Digestión and fragmentation: influence on herbivore diets analysis. *Journal of Wildlife Management.* 47 (3): 877-879.

**Kattan, G. H.** 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. 561-590. **En:** Guariguata, M. R. & G. H. Kattan (Eds). Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Editorial LUR. Costa Rica. 691 p.

**Kays, R. W.** 1999. Food preferences of Kinkajous (*Potos flavus*): A frugivorous carnivore. *Journal of Mammalogy.* 80: 589-599.

**Krausman, P.** 1999. Some basic principles of habitat use. **En:** K. I. Launchbaugh.; K. D. Sanders.; J. C. Moslev. eds. Grazing behaviour of livestock and wildlife. Idaho Forest, Wildlife & Range. University of Idaho, Moscow, ID. 85-90 p.

**Krebs, CH.** 1999. Ecological Methodology. Second Edition. Menlo Park. California. 620 p.

**Kronfeld, N. & T. Dayan.** 1998. A new method of determining diets of rodents. *Journal of Mammalogy.* 79: 1198-1202.

**Kunz, T. H. & J. O. Whitaker.** 1983. An evaluation of fecal analysis for determining food habitats of insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology.* 61: 1317-1321.

**Lee, G. J. & C. M. MacGregor.** 2004. Comparison of a microhistological analysis of faeces and alkane concentrations of faeces to estimate the

botanical composition of the diet of grazing sheep. *Animal production in Australia*. 25: 108-111.

**Leslie, D. M., M. Vavra., E. E. Starkey. & R. C. Slater.** 1983. Correcting for differential digestibility in Microhistological Analyses involving common Coastal forages of the Pacific Northwest. *Journal of Range Management*. 36 (6): 730-732.

**Levins, R. & R. H. MacArthur.** 1969. An hypothesis to explain the incidence of monophagy. *Ecology*. 50: 910-911.

**Lewis, S. W.** 1994. Fecal and rumen analyses in relation to temporal variation in Black-Tailed Deer diets. *Journal of Wildlife Management*. 58 (1): 53-58.

**Lindström, L. I. M. B. Mújica. & R. M. Bóo.** 1998. A Key to identify perennial grasses in Central Argentina Based on Microhistological characteristics. *Canadian Journal of Botany*. 76: 1467-1475.

**López-Arevalo, H. F. & O. L. Montenegro.** 1993. *Agouti taczanowskii*. Mamíferos voladores de carpanta. En: Carpanta: selva nublada y páramo. Andrade, G. (ed). Primera edición. Fundación Natura. Santafé de Bogotá. Colombia. 165-187 p.

**López-Cortés, F.; A. Cortés.; E. Miranda. & J. R. Rau.** 2007. Dietas de *Abrothrix andinus*, *Phyllotis xantopygus* (Rodentia) y *Lepus europaeus* (Lagomorpha) en un ambiente altoandino de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 80: 3-12.

**Mahecha, G. E.; A. Ovalle.; D. Salamanca.; A. R. Fernández. D. B. Barrero.** 2004. Vegetación del territorio CAR. 450 especies de sus llanuras y montañas. Colombia. 871 p.

**Maia, M. J., F. Rego. & F. S. Machado.** 2003. Determining optimal sampling schemes to study red deer diets by fecal analysis. *Silva Lusitana*. 11 (1): 91-99.

**Marrero, P. & M. Nogales.** 2005. A microhistological survey on the trees of a relict subtropical laurel forest from the Macaronesian Islands as a base for assessing vertebrate plant diet. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 148: 409-426.

**Meffe, G. K. M. J. Groom. & C. R. Carroll.** 2006. Principles of conservation Biology. Third edition. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts. U.S.A. 773p.

**Meserve, P. L.** 1981. Trophic relationship among small mammals in a Chilean semiarid thorn scrub community. *Journal of Mammalogy*. 62: 304-314.

**Murgueitio, E. & Z. Calle.** 1999 Diversidad Biológica en Sistemas de Ganadería bovina en Colombia. 53-72 **En:** Sánchez, M & M. Rosales (Eds). Agroforestería para la Producción Animal en América Latina. Estudio FAO, Producción y Sanidad Animal. FAO, Roma. 143 P.

**Murgueitio, E. M. Ibrahim.** 2001. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. *Livestock Research for Rural Development*. 3: 1-13.

**Murgueitio, E.** 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Livestock Research for Rural Development*. 15 (10): 1-15.

**Neal, B. R. D. A. Pulkines. & B. O. Owen.** 1973. A comparison of fecal and stomach contents analysis in the meadow vole (*Microtus pennsylvanicus*). *Canadian Journal of Zoology*. 51: 715-721.

**Nowak, R. M.** 1999. Walker's Mammals of the World. Sixth Edition. Volume II. The Johns Hopkins University Press. USA. 1936 p.

**Núñez, C. & J. P. Jorgenson.** 1996. Uso del hábitat natural y distribución de la población de "borugo de páramo" *Agouti taczanowskii*, en relación con la alteración de los ecosistemas de alta montaña, en el Parque Nacional Natural Chingaza. Trabajo de grado. Bióloga. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá DC. 137 p.

**Osbahr, K.** 1995. Distribución geográfica de las tres especies de roedores histricomorfos en la región andina de Colombia. Informe técnico. Programa de Becas para la conservación. WCI, FES. GEA. 120 p.

**Osbahr, K.** 1996a. Disponibilidad de recursos alimenticios para el tinajo de páramo (*Agouti taczanowskii*) en el bosque nublado altoandino relictual en la región del alto del vino (Cundinamarca). Informe final. FONDO FEN. UDCA. Bogotá DC. 111 p.

**Osbahr, K.** 1996b. Evaluación preliminar de las causas de presión de origen antrópico sobre las poblaciones naturales de *Agouti taczanowskii*. Resumen en: Memorias Seminario Internacional sobre Investigación, Conservación y Manejo de *Agouti paca* y *Agouti taczanowskii*, comúnmente llamados Boruga, Guartinaja o lapa. Centro de Convenciones Pozos Colorados. 6, 7,8 y 9 de Noviembre. Santa Marta, Colombia.

**Osbahr, K.** 1999. Identificación de plantas consumidas por *Agouti taczanowskii* y *Dinomys branickii* a partir de fragmentos vegetales recuperados en heces. *Revista U.D.C.A. Actualidad & divulgación Científica*. 2: 42-49.

**Osbahr, K.** 2003. Patrones de distribución del recurso alimenticio disponible para *Agouti taczanowskii* (Rodentia, Agoutidae) en un fragmento de Bosque Andino Nublado. *Revista U.D.C.A. Actualidad & divulgación Científica*. 6: 38-48.

**Osborn, R. G. & J. A. Jenks.** 1998. Assessing dietary quality of White-Tailed deer using fecal indices: Effects of supplemental feeding and area. *Journal of Mammalogy*. 79: 437-447.

**Ospina, V. & K. Osbahr** 2002. Evaluación cualitativa de la actividad alimenticia de insectos en el follaje herbáceo y arbustivo. Trabajo de grado. Ecología. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Departamento de Ecología. Bogotá DC.

**Parra, A. & K. Osbahr.** 2000. Contribución al conocimiento anatómico del aparato digestivo del tinajo de páramo (*Agouti taczanowskii*, Stolzman 1865). *Revista U.D.C.A. Actualidad & divulgación Científica*. 3: 21-27.

**Parra, A.; A. Martínez.; R. Jaramillo.** 1970. Estudio general de suelos, municipios para fines agrícolas de las cuencas media y baja del río Bogotá y municipios aledaños (Departamento de Cundinamarca). Instituto Geográfico "AGUSTIN CODAZZI". Volumen VI. N°6. BOGT Á D.E. 550 p.

**Peña Neira, J. M.** Serie técnico científica. Vol 1. N° 6. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. México. 82 p.

**Pérez-Torres, J.** 2002. Un índice para la evaluación del hábitat de *Agouti taczanowskii* (Rodentia: Agoutidae) en áreas de bosque andino nublado. Universitas Scientiarum. Revista de la Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. 7: 51-60.

**Posse, G.; J. Anchorena.; & M. B. Collantes.** 1996. Seasonal diets of sheep in the steppe region of Tierra del Fuego, Argentina. *Journal of Range Management.* 49: 24-30.

**Preciado, E. F.** 2000. Potencial biológico del “borugo de páramo” *Agouti taczanowskii* (Stolzmann, 1885) en Cautiverio. Trabajo de grado. Biólogo. Universidad de la Salle. Facultad de Zootecnia. Santafé de Bogotá DC. 123 p.

**Primack, R. B.** 1998. Essentials of conservation Biology. Second Edition. Underland, Massachusetts: Sinauer. 660 p.

**Pulliam, H. R.** 1974. On the theory of optimal diets. *The American Naturalist.* 108 (959): 59-74.

**Pulliam, H. R.** 1975. Diet optimization with Nutrient Constraints. *The American Naturalist.* 109: (970): 765-768.

**Randolph, J. C.; G. N. Cameron. & J. A. Wrazen.** 1991. Dietary choice of a generalist grassland herbivore, *Sigmodon hispidus*. *Journal of Mammalogy.* 72 (2): 300-313.

**Redford, K. H. & J. F. Eisenberg.** 1992. Mammals of the Neotropics. The Southern Cone. Volume 2. Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. The University of Chicago Press. Chicago y London. USA. 449 p

**Reichman, O. J.** 1975. Desert rodent diets. *Journal of Mammalogy*. 56: 731-735.

**Ríos-Uzeda, B.; R. B. Wallace & J. Vargas.** 2004. La jayupa de la altura (*Cuniculus taczanowskii*, Rodentia, Cuniculidae), un nuevo registro de mamífero para la fauna de Bolivia. *Mastozoología Neotropical* 11 (1): 109-114.

**Roda, J.** 1997. Sobreexplotación de recursos biológicos. Fauna terrestre de Colombia. 111-125. **En:** Chaves, M. E. y N. Arango (eds). Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad Colombia. Tomo 2. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. Colombia. 223 p.

**Rodgers, A. R. & M. C. Lewis.** 1986. Diet selection in Arctic lemmings (*Lemmus sibiricus* and *Dicrostonyx groenlandicus*): forage availability and natural diets. *Canadian Journal of Zoology*. 64: 1684-1689.

**Rogerson, S. J., E. J. Stevens. & J. G. Hughes.** 1976. An improved preparation technique for identification of plant cuticle in animal faeces. *Zealand Journal of Botany*. 14: 117-119.

**Sadeghian, S.; J. M. Rivera. & E. M. Gómez.** 1999. Impactos de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. **En:** Memorias de la conferencia electrónica sobre agroforestería para la Producción Animal en América Latina, realizada de abril a septiembre de 1998. CIPAV-FAO. Roma. 123-141 p.

**Sanders, K. D.; B. E. Dahl. & G. Scott.** 1980. Bite-count vs. Fecal analysis for range animal diets. *Journal of Range Management*. 32: 146-149.

**Schuetz, J. R.; D. M. Leslie.; R. L. Lochmiller. & J. A. Jenks.** 1998. Diets of Hartebeest and Roan Antelope in Burkina Faso: Support of the Long-Faced hypothesis. *Journal of Mammalogy*. 79: 426-436.

**Shrestha, R. P. Wegge. & R. A. Koirala.** 2005. Summer diets of wild and domestic ungulates in Nepal Himalaya. *Journal of Zoology London*. 266: 111-119.

**Sierra, P. A.; L. P. Gruesso.; J. O. Baron. & M. L. Escobar.** 2004. Anuario estadístico de Cundinamarca. 2004. Cargraphics S.A. Bogotá D.C. 323 p.

**Sierra, P. V., M. S. Cid., M. A. Brizuela. & C. M. Ferri.** 2005. Technical Note: Microhistological estimation of grass leaf blade percentages in pastures and diets. *Rangeland Ecology and Management*. 58 (2): 207-214.

**Sisson, S.** 1990. Anatomía de los animales domésticos. Editorial Salvat España. 952 p.

**Smith, A. D. & L. J. Shandruk.** 1979. Comparison of fecal rumen and utilization methods for ascertaining pronghorn diets. *Journal of Range Management*. 32: 275-279.

**Sparks, D. R. & J. C. Malechek.** 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal of Range Management*. 21: 264-26.

**Spencer, L. M.** 1995. Morphological correlates of dietary resource partitioning in the African Bovidae. *Journal of Mammalogy*. 76: 448-471.

**Spinola, R. & C. Vaughan.** 1995. Dieta de la nutria Neotropical (*Lutra longicaudis*) en la estación biológica la Selva, Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical*. 4: 125-132.

**Sponheimer, M.; T. Robinson.; L. Ayliffe.; B. Passey.; B. Roeder.; L. Shipley.; E. Lopez.; T. Cerling.; D. Dearing. & J. Ehleringer.** 2003. An experimental study of carbon-isotope fractionation between diet, hair, and feces of mammalian herbivores. *Canadian Journal of Zoology*. 81: 871-876.

**Stallman, E. L. & W. G. Holmes.** 2002. Selective foraging and food distribution of high-elevation yellow-bellied Marmots (*Marmota flaviventris*). *Journal of Mammalogy*. 83: 576-584.

**Steinheim, G.; P. Wegge.; Jo. I. Fjellstad.; S. R. Jnawali. & R. B. Weladji.** 2005. Dry season diets and habitat use of sympatric Asian elephants (*Elephas maximus*) and greater one-horned rhinoceros (*Rhinoceros unicornis*) in Nepal. *Journal of Zoological London*. 265: 377-385.

**Stewart, D. R. M.** 1967. Analysis of plant epidermis in faeces: a technique for studying the food preferences of grazing herbivores. *Journal of Applied Ecology*. 4: 83-111.

**Storr, G. M.** 1961. Microscopic analysis of faeces, a technique for ascertaining the diet of herbivorous mammals. *Journal of Biological Sciences*. 14: 157-164.

**Taiz, L. & E. Zeiger.** 1998. Plant physiology. Second Edition. Sinauer Associates, Inc, Publishers. Sunderland, Massachusetts. USA. 792 p.

**Tobin, M.E.; A. E. Koehler & R. T. Sugihara.** 1994. Seasonal patterns of fecundity and diet of roof rats in Hawaiian macademia orchards. *Wildlife Research*. 21: 519-526.

**Valencia, E.; M. J. Williams.; C. C. Chase.; L. E. Sollenberger.; A. C. Hammond.; R. S. Kalmbacher. & W. E. Kunkle.** 2001. Pasture management effects on diet composition and cattle performance on continuously stocked rhizome peanut-mixed grass swards. *J. Anim. Sci.* 79: 2456-2464.

**Vaughan, T. A., J. M. Ryan. & N. J. Czaplewski.** 2000. Mammalogy. Fourth Edition. Saunders College Publishing. A division of Harcourt College Publishers. USA. 93 p.

**Vavra, M. & J. L. Holechek.** 1980. Factors influencing Microhistological Analysis of Herbivore Diets. *Journal of Range Management*. 33: 371-374.

**Westoby, M., G. R. Rost. & J. A. Weis.** 1976. Problems with estimating herbivore diets by microscopically identifying plant fragments from stomach. *Journal of mammology*. 57 (1): 167-172.

**Westoby, M.** 1978. What are the Biological Bases of Varied Diets? *The American Naturalist*. 112: 627-631.

**Williams, O. B.** 1969. An improved Technique for identification of Plant Fragments in Herbivore feces. *Journal of Range Management*. 22: 51-52.

## Recursos electrónicos

**IGAC. Instituto Geográfico Agustín Codazzi [en línea].** Mapas de Colombia. Mapas Departamentales. [http://ssiglims.igac.gov.co/ssigl/mapas\\_de\\_colombia/galeria/IGAC/deptales-pdf/cundinamarca750.pdf](http://ssiglims.igac.gov.co/ssigl/mapas_de_colombia/galeria/IGAC/deptales-pdf/cundinamarca750.pdf). (consultada 25 febrero 2007).

**Krause, C. & C. Yahnke.** 2007. "*Cuniculus taczanowskii*" [on line], Animal Diversity Web. En: [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Cuniculus\\_taczanowskii.html](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Cuniculus_taczanowskii.html). (Consultada 01 de Mayo de 2007).

**Rentfleish, J. & H. H. Hansen.** [en línea]. Microhistology in the Enreca Project. 1870. <[http:// www.husdyr.kvl.dk/htm/hhh/MICROW.htm](http://www.husdyr.kvl.dk/htm/hhh/MICROW.htm)> (Consultada: 24 mayo 2005).

**Baillie, J.** 1996. *Agouti taczanowskii*. In: IUCN 2006. *2006 IUCN Red List of Threatened Species*. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. (Consultada 08 marzo 2007).

## 10. Anexos

**Anexo 1.** Familias y Géneros de plantas que forman parte de la dieta de *A. taczanowskii* y de *D. branickii* en su hábitat natural (Osbahr 1999).

FAMILIA	GÉNERO	CONSUMO	FAMILIA	GÉNERO	CONSUMO
Araceae	<i>Anthurium</i>	H, T, R	Araceae	<i>Anturium</i>	H, T, R
Begoniaceae	<i>Begonia</i>	H, T	Aspiridiaceae	<i>Dryopteris</i>	H
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i>	H	Blechnaceae	<i>Blechnum</i>	H
Ericaceae	<i>Cavendishia</i>	F	Borraginaceae	<i>Cordia</i>	H, T
Fagaceae	<i>Quercus</i>	F	Compositae	<i>Bidens</i>	H, T
Clusiaceae	<i>Clusia</i>	H	Cyclanthaceae	<i>Cyclanthus</i>	F
Haloragaceae	<i>Gunnera</i>	H, T	Fagaceae	<i>Quercus</i>	F
Juglandaceae	<i>Juglans</i>	F	Juglandaceae	<i>Juglans</i>	H, T
Myrtaceae	<i>Myrcia</i>	F	Labiatae	<i>Hyptis</i>	H, T
Moraceae	<i>Ficus</i>	F	Malvaceae	<i>Sida</i>	H, T
Orquidaceae	<i>Epidendrum</i>	H, T	Poaceae	<i>Chusquea</i>	T
	<i>Odontoglossum</i>	H, T			
Polypodiaceae	<i>Asplenium</i>	H, R	Polygonaceae	<i>Rumex</i>	H, T
Blechnaceae	<i>Blechnum</i>	H, R	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca</i>	H
Poaceae	<i>Chusquea</i>	T	Heliconiaceae	<i>Heliconia</i>	H, T
Sapotaceae	<i>Pouteria</i>	F	Pteridiaceae	<i>Pteridium</i>	H, R

**H:** Hoja – **T:** Tallo – **F:** Fruto – **R:** Rizoma

**Anexo 2.** Listado general de las plantas colectadas Vereda Sabaneta, Municipio de San Francisco-Cundinamarca (Osbahr 2003).

Familia	Género	IP	Hábito	CFR		
				ZA	ZB	ZC
Amarillidaceae						
<b>Aracaceae</b>		0.7	Ar	0	2	3
<b>Araceae</b>	<b><i>Anthurium</i></b>	1.02	H	0	3	3
	<b><i>Anthurium</i></b>	1.31	H	3	3	3
	<b><i>Anthurium</i></b>	1.12	H	3	5	5
	<b><i>Xanthosoma</i></b>	1.02	H	3	3	4
	<b><i>Philodendron</i></b>	1.17	H-Epi	3	3	3
Araliaceae	<i>Oreopanax</i>					
<b>Asclepiadaceae</b>	<b><i>Calotropis</i></b>	0.80	Arb	5	4	0
Asteraceae	<i>Baccharis</i>					
	<i>Bidens</i>					
	<i>Diplostephium</i>					
	<i>Eupatorium</i>					
	<i>Liabum</i>					
	<i>Pentaccalia</i>					
<b>Begoniaceae</b>	<b><i>Begonia</i></b>	1.10	H	5	4	4
<b>Blechnaceae</b>	<b><i>Blechnum</i></b>	1.47	H	5	4	5
Betulaceae	<i>Agnus</i>					
Briophyta 1						
Briophyta 2						
Briophyta 3						
<b>Bromeliaceae</b>	<b><i>Tillandsia sp</i></b>	1.03	H-Epi	5	5	5
	<b><i>Tillandsia sp</i></b>	1.13	H-Epi	3	5	4
Campanulaceae	<i>Centropogon</i>					
Capriofoliaceae	<i>Viburnum</i>					

Caryophyllaceae						
<b>Chlorantaceae</b>	<b><i>Hedyosmus</i></b>	1.10	Arb	5	4	3
Commeliaceae						
Cunoniaceae	<i>Weimannia</i>					
<b>Cyatheaceae</b>	<b><i>Cyathea</i></b>	0.64	Ar	5	4	4
<b>Cyclanthaceae</b>	<b><i>Cyclanthus</i></b>	1.17	H	5	0	3
<b>Cyperaceae</b>	<b><i>Carex</i></b>	0.88	H	0	3	0
<b>Ericaceae</b>	<b><i>Cavendishia</i></b>	1.34	Ar	5	3	5
	<i>Disterigma</i>					
	<b><i>Macleania</i></b>	1.34	Ar	3	0	3
	<i>Pernettya</i>					
	<b><i>Thibaudia</i></b>	1.40	Ar	3	3	0
<b>Fagaceae</b>	<b><i>Quercus</i></b>	1.02	Arb	0	4	3
Gesneriaceae						
<b>Guttifera</b>	<b><i>Clusia</i></b>	1.17	Arb	3	3	2
<b>Haloragaceae</b>	<b><i>Gunnera</i></b>	1.31	H	0	3	0
Iridaceae	<i>Orthosanthus</i>					
<b>Juglandaceae</b>	<b><i>Juglans</i></b>	1.40	Arb	3	2	3
<b>Labiatae</b>	<b><i>Salurcias</i></b>	1.27	H	5	4	4
Lauraceae	<i>Ocotea</i>					
Liliaceae						
Liquen						
Loranthaceae	<i>Gaiadendron</i>					
Lycopodiophyta	<i>Licopodium</i>					
Melastomataceae	<i>Axinea</i>					
	<i>Bucquetia</i>					
	<i>Miconia</i>					
<b>Moraceae</b>	<b><i>Ficus</i></b>	1.02	Arb	3	4	0
Myrsianaceae	<i>Geissanthus</i>					
	<i>Rapanea</i>					
<b>Myrtaceae</b>	<b><i>Myrcia</i></b>	0.75	Arb	5	4	3

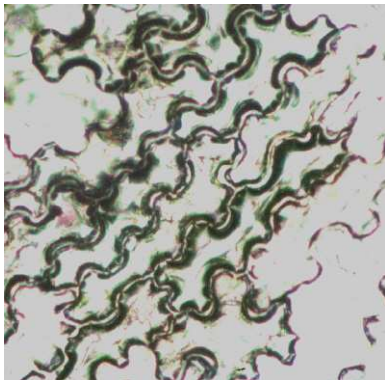
<b>Orquidiaceae</b>	<i>Elleanthus</i>					
	<b><i>Epidendrum</i></b>	1.17	H-Epi	3	3	3
	<i>Masdevalia</i>					
	<b><i>Odontoglossum</i></b>	0.92	H-Epi	3	3	5
	<i>Stelis</i>					
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>					
<b>Phytolaccaceae</b>	<b><i>Phytolacca</i></b>	1.27	H	5	3	0
Piperaceae	<i>Peperomia</i>					
	<i>Piper</i>					
<b>Poaceae</b>	<b><i>Chasquea</i></b>	1.17	Ar	5	3	5
	<b><i>Elianthus</i></b>	1.10	Ar	5	3	4
Polygonaceae	<i>Muehlenbekia</i>					
<b>Polypodiaceae</b>	<b><i>Asplenium</i></b>	1.08	H-Epi	3	4	0
	<i>Grammitis</i>					
	<b><i>Hymenophyla</i></b>	0.65	H	3	2	3
	<b><i>Polypodium sp</i></b>	0.80	H	3	3	5
	<b><i>Polypodium sp</i></b>	0.6	H	3	4	5
	<i>Pteridium</i>					
Pteridaceae	<i>Jamesonia</i>					
<b>Rosaceae</b>	<b><i>Hesperomeles</i></b>	0.97	Arb	0	0	5
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum</i>					
	<i>Borreria</i>					
	<i>Nertera</i>					
	<i>Palicourea</i>					
	<i>Relbunium</i>					
<b>Sapotaceae</b>	<b><i>Pouteria</i></b>	1.65	Arb	5	2	2
Trogaeeolaceae	<i>Trogaeeolus</i>					
Winteraceae	<i>Drymis</i>					
Araliaceae	<i>Shefflera</i>					
Urticaceae	<i>Bohemeria</i>					

**Ip** = Índice de preferencia **H** = Herbácea **Ar** = Arbustiva **Arb** = Arbórea  
**Epi** = Epífita **CFR** = Categoría frecuencia relativa: 0 (ausente), 1 (hasta 20%), 2 (21 – 40%), 3 (41 – 60%), 4 (61 – 80%), 5 (81 -100%) **ZA** = Zona Borde **ZB** = Zona Intervención moderada **ZC** = Zona Bosque.

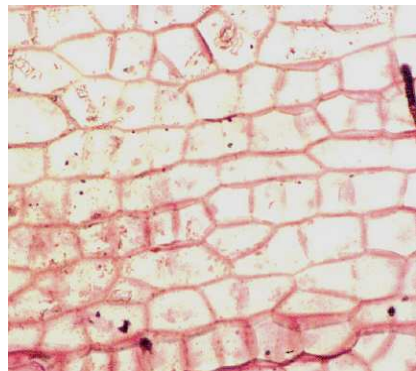
**Anexo 3.** Abundancia en porcentaje en cada uno de los cuatro bosques muestreados de las plantas colectadas como recurso potencial alimentario para el “borugo de páramo” (*C. taczanowskii*) en el cerro de Manjuí, Zipacón.

N°	Especie	Abundancia (%)			
		B1	B2	B3	B4
1	<i>Chusquea</i> sp	7.7	10.6	19.9	10
2	<i>Blechnum</i> sp	2.7	6.1	7.1	2.5
3	<i>Cavendishia nitida</i>	2.7	10.6	7.7	10.6
4	<i>Thibaudia floribunda</i>	0.55	0	3	3.8
5	<i>Phytolacca</i> sp	3.8	0	0	0.6
6	<i>Anthurium</i> sp	0	2.3	1.8	0
7	<i>Asplenium</i> sp	0.55	1.5	3.6	3.1
8	<i>Thillandsia denudata</i>	3.3	6.8	2.4	8.1
9	<i>Macleania rupestris</i>	0.55	6.1	7.1	6.3
10	<i>Gaultheria erecta</i>	0.55	0.8	7.1	5.6
11	<i>Begonia ferruginea</i>	1.6	1.5	3	4.4
12	<i>Thillandsia complanata</i>	6.6	9.1	4.2	13.8
13	<i>Rhynchospora</i> sp	1.1	0	7.1	1.3
14	<i>Cyathea</i>	4.4	2.3	1.8	0
15	Helechos	54	34.1	25	16.9
16	indet. 1	1.6	3	0	3.1
17	Indet. 2	3.3	1.5	0.6	3.1
18	indet. 3	4.4	3.8	0.6	6.9

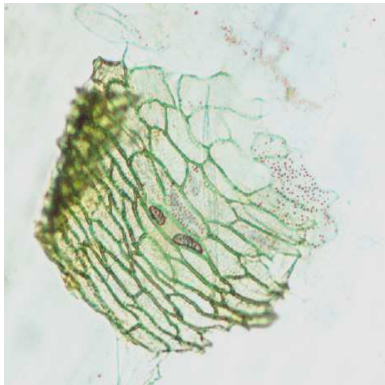
**Anexo 4.** Fragmentos epidermales recuperados en heces obtenidos mediante la técnica microhistológica. A) Fragmento epidermal de hoja (*Blechnum* sp); B) Fragmento epidermal de tallo (*Phytolacca* sp); C) Fragmento epidermal de fruto (*Gaultheria erecta*); D) Fragmento epidermal de rizoma (*Thelypteris* sp) y E) Fragmento epidermal de hoja (*Tillandsia complanata*).



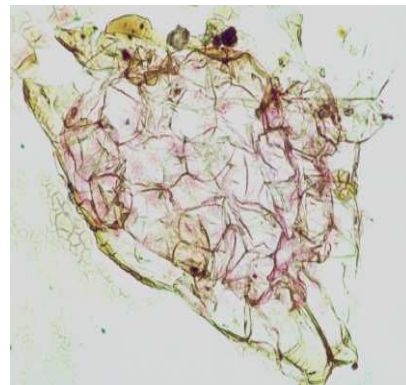
**A**



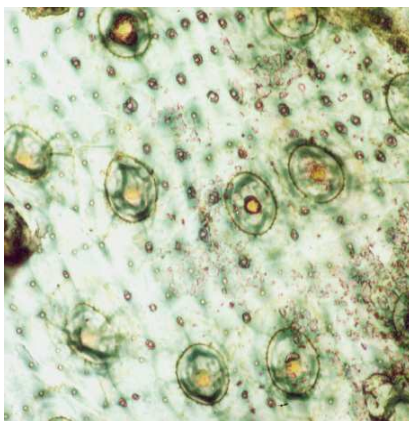
**B**



**C**

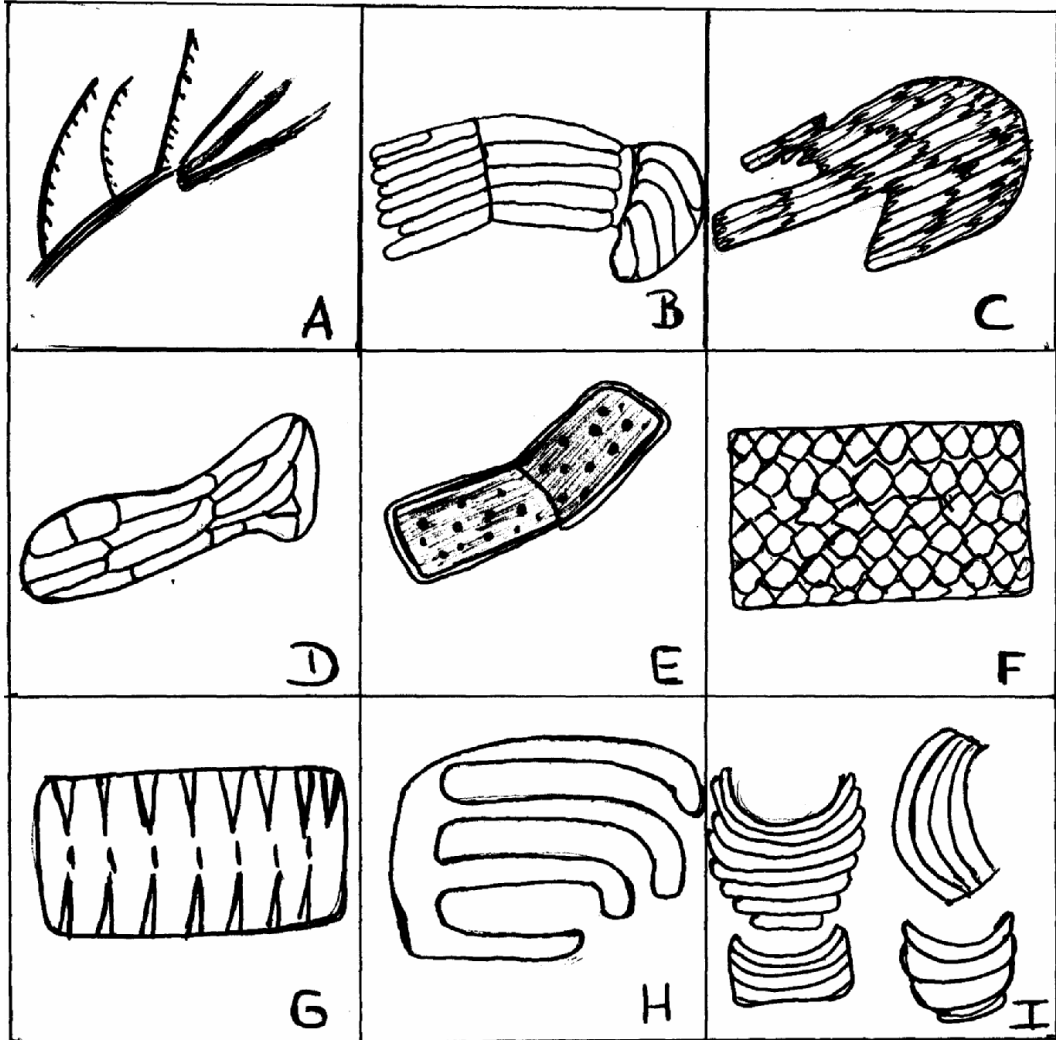


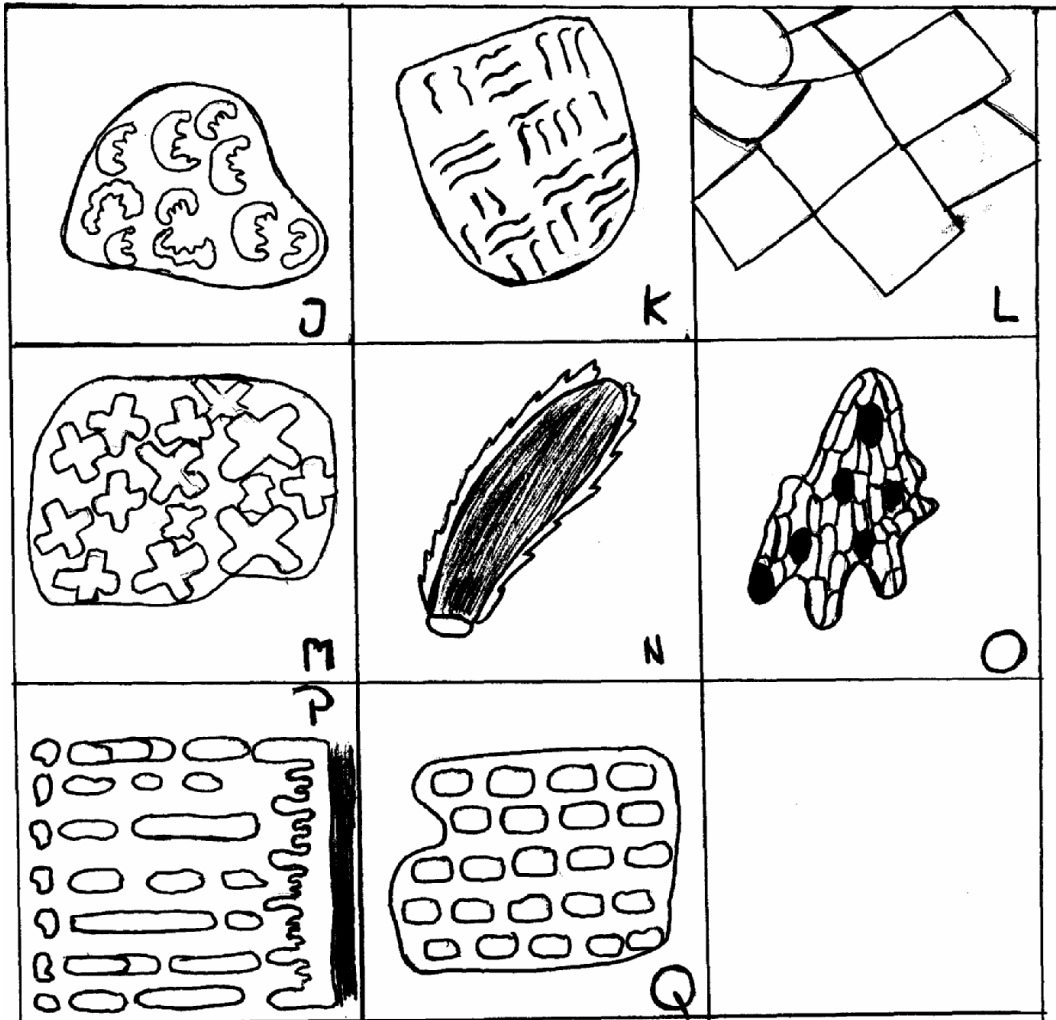
**D**



**E**

Anexo 5. Fragmentos epidermales identificados como no reconocidos en las heces de *C. taczanowskii*. Dibujos por: Jesús David Ortiz Montero.





**Anexo 6.** Resultados producidos por PAST (versión 1.67b) para determinar la correlación  $r$  (Pearson) entre dos variables: Abundancia de especies vegetales colectadas como recurso alimentario para el “borugo de páramo” (X) y la frecuencia de los ítems alimentarios encontrados en las heces de la especie (Y).

<b>Abundancias de especies vegetales colectadas</b> <b>X</b>	<b>Frecuencia de ítems alimentarios en las heces</b> <b>Y</b>
74	178
29	98
49	113
12	190
8	93
6	43
14	361
32	23
31	101
23	114
17	10
53	2
16	85
14	44
213	146
12	53
14	58
25	111

Correlación $r$ (Pearson) de X y Y		
	X	Y
X	0	0.60281
Y	<b>0.13156</b>	0

**Anexo 7.** Programación en MATLAB (versión: 6.5.0.180913<sup>a</sup> Release 13) para determinar la ecuación de regresión (método de mínimos cuadrados), recta de regresión y diagrama de dispersión.

### Programación

Function [a, b] = rreg(x,y)

Xb = mean (x);

C = (x-xb)\*(x-xb)';

yb=mean(y);

a=(x-xb)\*(y-yb)'/c;

b=yb-a\*xb

X = [74 29 49 12 8 6 14 32 31 23 17 53 16 14 213 12 14 25];

Y = [178 98 113 190 93 43 361 23 101 114 10 2 85 44 146 53 58 111];

U = 6:0.1:213;

Reg. (x, y)

**Ecuación de regresión:**

v=0.2310\*u+93.04;

## Diagrama de dispersión y recta de regresión

```
plot (x,y,'.',u,v,'b');
```

```
x label('Abundancia de especies vegetales');
```

```
y label('Frecuencias de Ítems consumidos');
```