

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Estacionalidad en el uso del hábitat y dieta en  
una especie en peligro de extinción: *Tapirus  
pinchaque* (Roulin, 1829) “Tapir andino”, en el  
Santuario Nacional Tabaconas-Namballe,  
Cajamarca, Perú.**

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado en  
Biología

Luis Fernando Hiyo Bellido

Lima, Perú

2018

## *Dedicatoria*

*A mi familia, a mis mentores, compañeros, amigos, y a toda persona que la lea y encuentre útil.*

# Agradecimientos

*Esta tesis no hubiera sido posible sin mi familia, a los cuales estaré eternamente agradecido, gracias madre, gracias padre, gracias hermanas, por darme la confianza y el apoyo para ser quien soy ahora.*

*Agradecer también a mis amigos, con los que conviví y compartí en varios viajes... a ti Sofía, por ser la clave en este trabajo, tu hiciste posible esta tesis, a ustedes Katy, Fabiola y José Miguel, por ser amigos de confianza, con los que pasé muy buenos momentos durante la carrera universitaria y en la vida profesional. A Emilio, por apoyarme en algunos puntos de este trabajo que no comprendía, a Teresa, por ayudarme a identificar mis plantas, y por los consejos en botánica que me brindó.*

*A mi mentor José Luis Mena, por ser, a parte de mi maestro y asesor, un amigo en el que puedo confiar, y que le debo mucho, por todas las oportunidades que me ofreció. A mi profesora Mercedes Gonzales, por abrirme las puertas del museo y poder entrar al maravilloso mundo de la ecología.*

*A todos los miembros del museo, como Rubén, la profesora Vera, Ana, Ángel, Andrea, Daniela, y a todos, gracias por aportar en mi formación y culminación de este proyecto.*

*A mis amigos guardaparques a los que conocí, Evelio, Alexander, Marco, Leoncio, Ronald, Jesús y más, a todos, amigos, aunque ya no los vea, siempre les estaré agradecido por los conocimientos que me brindaron y por los momentos que pasamos.*

*A todas las personas que fueron parte de este trabajo, o que me dieron su apoyo, a todos, y sin excepciones, gracias...*

## Resumen

Se estudió (1) el uso de hábitat del tapir andino con cámaras trampa y (2) su dieta mediante el análisis micro-histológico de muestras fecales. Para el caso del uso de hábitat se usaron datos de cámaras trampa de evaluaciones que se realizaron entre agosto del 2014 y abril del 2015. Se contó con un total de 49 muestras fecales, de las cuales la mayoría fueron colectadas en el páramo (45 muestras), con 24 en la estación seca y 25 en la estación de lluvias. De cada muestra fecal se seleccionaron sub-muestras mediante la aplicación de la técnica "Point-Frame" de 10 x 10 cm, al final se obtuvo 49 sub-muestras cada una con 100 fragmentos vegetales. De las sub-muestras obtenidas, los tallos fueron los que mayor proporción presentaron ( $0,69 \pm 0,10$ ), seguido de las hojas ( $0,28 \pm 0,10$ ) y semillas ( $0,02 \pm 0,04$ ).

El análisis micro-histológico, a partir de las hojas, logró determinar que las Poales (Poaceas y Cyperaceas), fue el grupo con mayor frecuencia en el total de muestras, 100% (n = 49), seguido por las Solanaceas (38,78%), Ericaceas (34,69%) y Asteraceas (14,29%). Las semillas pertenecieron a las familias de las Solanaceas, Asteraceas, Poaceas y Cyperaceas. Mediante un modelo lineal generalizado (GLM), se logró determinar que la presencia de semillas en las heces está en función de la estación de lluvias ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, con los grupos vegetales consumidos, se encontró una relación entre la estacionalidad y la dieta solo para la familia Solanaceae ( $p < 0,05$ ) siendo su consumo mayor en la estación seca. Respecto, al uso de hábitat, el modelo no logró predecir una relación entre estacionalidad y la presencia del tapir ( $p > 0,05$ ).

*Palabras claves: Uso de hábitat, dieta de tapir andino, Bosque Montano, Paramo.*

## Abstract

In this study, the habitat use of the mountain tapir was determined with camera traps and its diet was determined through micro histological analysis of feces. In the case of the use of the camera traps, the data was obtained from evaluations carried out between August 2014 and April 2015 by the World Wildlife Fund. 49 fecal samples were collected in both the paramo and the mountain forest habitats (45 and 4 samples respectively). The sub-samples were obtained using the 10 x 10 cm "Point-Frame" technique, collecting 100 plant fragments per sub-sample. Of the sub-samples obtained, the stems were the ones with the highest proportion ( $0,69 \pm 0,10$ ) followed by leaves ( $0,28 \pm 0,10$ ) and seeds ( $0,02 \pm 0,04$ ). The results of the micro histological analysis shows the Poales order (including Poaceae and Cyperaceae), was the most frequent group with 100% (n = 49), followed by Solanaceae (38,78%), Ericaceae (34,69%) and Asteraceae (14,29%). Seeds obtained were exclusively from Solanaceae, Asteraceae, Poaceae and Cyperaceae families. By using the generalized linear model (GLM), it was observed that the presence of seeds in feces is in function of the season ( $p < 0.05$ ) being more abundant during the rainy season. Nevertheless, when applied with the consumed vegetal groups, a link between the dry season and the Solanaceae family was found in the diet. In addition, for the habitat use, the GLM resulted in no differences in habitat use for both seasons ( $p > 0.05$ ).

*Keywords: Habitat use, Andean tapir diet, Mountain forest, Paramo*

# Índice

Índice.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE TABLAS .....	9
I. Introducción .....	10
1.1. Planteamiento del problema.....	11
1.2. Justificación de la investigación .....	12
1.3. Objetivos .....	12
1.3.1 Objetivo general.....	12
1.3.2 Objetivos específicos .....	12
II. Marco Teórico .....	14
2.1 Descripción de la especie en estudio.....	14
2.1.1 Taxonomía del tapir andino.....	14
2.1.2 Distribución .....	14
2.1.3 Alimentación .....	15
2.1.4 Comportamiento y patrones de actividad .....	15
2.1.5 Importancia ecológica.....	16
2.1.6 Reproducción .....	16
2.1.7 Densidad poblacional .....	17
2.1.8 Amenazas.....	17
2.1.9 Estado de Conservación .....	18
2.2 Modelos lineales generalizados .....	18
III. Antecedentes .....	21
3.1 Estudios sobre la flora en el área de estudio .....	21
3.2 Estudios de dieta del <i>Tapirus pinchaque</i> .....	21
3.3 Estudios de uso de Habitat del <i>Tapirus pinchaque</i> .....	22
3.4 Estudios sobre la fenología en respuesta a la estacionalidad ....	22
IV. Hipótesis.....	25
V. Materiales y Métodos .....	27
5.1 Lugar de ejecución .....	27

5.2	Tipo y diseño de la investigación .....	27
5.3	Variables .....	27
5.3.1	Para la dieta.....	27
5.3.2	Para el uso de hábitat.....	28
5.4	Operacionalización de las variables .....	29
5.5	Descripción de los Hábitats del Santuario .....	30
5.5.1	Páramo.....	30
5.5.2	Bosque montano.....	30
VI.	Muestreo .....	32
6.1	Colección de las muestras (Muestreo) .....	32
6.2	Obtención de datos de uso de Habitat.....	33
VII.	Procedimiento y análisis de datos.....	35
7.1	Análisis de las muestras.....	35
7.2	Modelación de la dieta.....	36
7.3	Modelación del uso de Habitat.....	37
7.4	Aspecto ético.....	38
VIII.	Resultados .....	39
8.1	Colección de las muestras.....	39
8.2	Determinación del uso de hábitat.....	39
8.3	Análisis de las muestras.....	40
8.4	Modelación de la dieta.....	41
8.5	Modelación del uso de Habitat.....	42
IX.	Discusiones .....	44
9.1	Colección de las muestras.....	44
9.2	Determinación del uso de hábitat.....	47
9.3	Modelación de la dieta.....	47
9.4	Modelación del uso de hábitat .....	50
X.	Conclusiones .....	51
XI.	Recomendaciones .....	52

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación del área de estudio	59
<b>Figura 2.</b> Heces de tapir andino en el páramo relativamente frescas	60
<b>Figura 3.</b> Instalación y configuración de las cámaras trampa al interior del Santuario Nacional Tabaconas Namballe	61
<b>Figura 4.</b> Estufa utilizada para el secado de muestras fecales y plantas de referencia.	62
<b>Figura 5.</b> Marco con agujas para el sistema point-frame con tubos reciclados de pvc	62
<b>Figura 6.</b> Fragmentos de hojas	63
<b>Figura 7.</b> Separación de los fragmentos vegetales en tallos, y hojas	64
<b>Figura 8.</b> Ubicación de las muestras fecales y descripción de las principales formaciones vegetales	65
<b>Figura 9.</b> Ubicación de las estaciones cámara al interior del Santuario Nacional Tabaconas Namballe y parte de la zona de amortiguamiento	66
a) Asteraceae. A la izquierda una microfotografía de las muestras fecales y a la derecha una imagen de referencia extraída de Díaz, 2008. PC = protuberancia convexa.	67
b) Asteraceae. A la izquierda una microfotografía de las muestras fecales y a la derecha una imagen de referencia extraída de Freire et al, 2007. Estoma tipo Estaurocítico.	67
c) Ericaceae. Izquierda y central, microfotografías de las muestras fecales, y a la derecha una imagen de referencia de la colecta para este estudio.	67
d) Solanaceae: Izquierda: microfotografía de la muestra fecal, derecha: imagen de referencia extraída de Liscovsky y Cosa, 2005. ap = aperígeno, con = contiguo.	68
e) Poales. Izquierda: microfotografía de muestra fecal, derecha: imagen de referencia de la colecta para este estudio.	68
<b>Figura 10.</b> Comparación histológica de los grupos encontrados, con las plantas de referencia colectadas en este estudio, así como microfotografías de otros autores	68
<b>Figura 11.</b> Semilla de Poaceae	69
<b>Figura 12.</b> Semillas de Solanaceae	70
<b>Figura 13.</b> Semillas de Asteraceae	71
<b>Figura 14.</b> Semilla de Cyperaceae	71
<b>Figura 15.</b> Cámara hallada en el suelo debido al forcejeo del oso de anteojos	72
<b>Figura 17.</b> Temperatura y precipitación mensual durante el año 2016	74
<b>Flujograma para el análisis de la dieta</b>	77



# ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Muestras fecales colectadas por mes y estación	39
<b>Tabla 2.</b> Proporción de los ítems encontrados en las muestras fecales ( $n = 49$ ).	40
<b>Tabla 3.</b> Proporción de los grupos taxonómicos encontrados en la dieta.	41
<b>Tabla 4.</b> Presencia del grupo taxonómico determinado en la dieta del tapir andino en función de la estación.	42
<b>Tabla 5.</b> Resultados obtenidos con el programa estadístico R para la presencia de semillas.	42
<b>Tabla 5.</b> Resultados del modelo lineal generalizado para la presencia del tapir andino en función de 3 variables explicativas, altitud, estación y hábitat.	43
<b>Tabla 6.</b> Comparación de las proporciones obtenidas en la dieta de Keane (2011) y este estudio.	45
<b>Tabla 7.</b> Grupos taxonómicos determinados en la dieta del tapir andino.	75
<b>Formato 1.</b> Para la representación de datos de dieta en R.	76
<b>Formato 2.</b> Para la representación de datos de Habitat en R.	77
<b>Tabla final</b> de los datos obtenidos con el método de point-frame. En amarillo: estación seca y en azul: estación de lluvias	78

# I. Introducción

El Santuario Nacional Tabaconas Namballe, es un Área natural protegida por el estado, creada en 1988 y tiene como objetivos principales la protección de una muestra representativa del páramo, el bosque de Podocarpus y especies en vías de extinción, como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y el tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*). El Santuario busca también la protección de las cuencas, de mantener el recurso hídrico, su calidad y de contribuir al desarrollo de las poblaciones aledañas (INRENA, 2007). Se encuentra ubicado en el departamento de Cajamarca, provincia de San Ignacio, entre los distritos de Tabaconas y Namballe con coordenadas geográficas 05°02'30" 05°17' latitud sur y 79°23'00" 79°06'06" longitud oeste.

Una de las especies en peligro de extinción y que requiere una mayor atención por parte de la comunidad científica es el Tapir andino, este perisodáctilo es una de las especies más pequeñas dentro del género *Tapirus*, con una longitud de hasta 180 cm y 150 kg de peso, es distinto de sus congéneres por tener el labio de color blanco, el pelo negro y relativamente largo (Downer, 1998). Su hábitat comprende el bosque montano y el páramo los cuales son clave para su supervivencia.

Se distribuye a lo largo de los andes desde Colombia pasando por Ecuador, hasta el extremo norte de Perú (Lizcano *et al*, 2002). En lo referente a su estado de conservación, desde el 2008 se encuentra en peligro, siendo la pérdida de hábitat la principal amenaza, así como la fragmentación y la deforestación en Perú (Amanzo *et al*, 2003). Lizcano *et al*. (2002), observaron que la población del tapir andino se redujo en un 81% en Colombia, principalmente debido a la deforestación con fines comerciales, en este caso, el sembrío de café. En Costa Rica, las poblaciones de *Tapirus bairdii* se ven amenazadas además por el ecoturismo (Tobler *et al*, 2005).

Se estima que la población de *T. pinchaque* ha descendido en más de un 50% en los últimos 33 años, con unos 2500 individuos restantes en todo su rango de distribución (Armando y Verdugo, 2013). Es una especie herbívora, incluyendo en su dieta frutas y hojas, y ocasionalmente pequeños insectos que se encuentran en estas fuentes alimenticias (Downer, 1996). Es una especie de gran importancia por ser dispersor de semillas (ya sea escupiéndolas al comerlas, o pasando a través del tubo digestivo sin ser destruidas), esta característica lo hace muy importante en la conservación de ciertas especies de plantas como *Ceroxylon quindiuense* en Colombia (Downer, 1996). Por otro lado, también es depredador de semillas, es decir destruye las semillas al masticarlas; generalmente esto sucede cuando las semillas son demasiado grandes o si carecen de una cubierta lo suficientemente resistente para pasar por el tubo digestivo del animal (Salas y Fuller, 1996). Estudios hechos por Downer en 1996 y 2001 sobre la dieta en Colombia y Ecuador, permitieron determinar los principales ítems alimenticios, obteniendo 250 especies de plantas en Ecuador y 86 especies en Colombia.

## **1.1. Planteamiento del problema**

En la actualidad, existe una carencia de información respecto a la dieta del tapir en el Perú, y al ser una especie que se encuentra en peligro crítico en nuestro país, surge la necesidad de conocer más a fondo los hábitos alimenticios, preferencia de hábitat y las principales amenazas que afronta, con el fin de mitigar el impacto antropogénico que enfrenta y evitar así la extinción local de este perisodáctilo. Esta carencia de conocimientos se convierte así en un incentivo y un llamado a la comunidad científica para que se realicen estudios en este campo. En lo que respecta a la dieta del tapir, se han realizado estudios en países como Ecuador y Colombia, mientras que en Perú solo hay trabajos pioneros o pilotos que no han sido totalmente profundizados. Por otro lado, la diversidad de especies vegetales en el Santuario no es muy conocida, por lo que puede haber

registros de nuevas especies vegetales que el tapir incluye en su dieta y que no se conocen.

## **1.2. Justificación de la investigación**

El presente proyecto de tesis se realiza para contribuir al conocimiento referente a la dieta del tapir en nuestro país, ya que como se explica anteriormente, existe una carencia de información respecto a este campo. Del mismo modo se pretende comparar los hábitos alimenticios en relación a los trabajos publicados por otros autores en países donde esta especie también se distribuye, así como comparar la preferencia de hábitat vinculada a la alimentación en las 2 estaciones: seca y lluvias. Además, considerando el estado de conservación en el que se encuentra, surge la necesidad de conocer más a fondo esta especie para poder mitigar el impacto antropogénico que afronta y proponer acciones para su conservación.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar estacionalmente la dieta y el uso de hábitat del *T. pinchaque* en el Santuario Nacional Tabaconas-Namballe.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Estimar la proporción de frutos y fibra en la dieta del *T. pinchaque* en relación a la estación.

Determinar la dieta del *T. pinchaque* dentro del Santuario Nacional Tabaconas-Namballe en las estaciones seca y lluviosa.

Determinar la preferencia de hábitat del *T. pinchaque* en base a la estacionalidad usando cámaras trampa.

## II. Marco Teórico

### 2.1 Descripción de la especie en estudio

#### 2.1.1 Taxonomía del tapir andino

Reino: Animalia

Phylum: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Perissodactyla

Familia: Tapiridae

Especie: *Tapirus pinchaque* (Roullin, 1829)

##### 2.1.1.1 Nombres comunes

Inglés: Mountain Tapir, Woolly Tapir, Andean Tapir

Español: Danta de Montaña Danta Cordillerana, Danta de Páramo, Danta Lanuda, Danta Negra, Gran Bestia, Pinchaque, Tapir Andino.

Francés: Tapir des Andes, Tapir pinchaque

#### 2.1.2 Distribución

El tapir andino habita exclusivamente en Sudamérica, su rango de distribución comprende la Cordillera Occidental, Central y Oriental Colombiana extendiéndose hasta Ecuador y el Norte del Perú (Sandoval 2009). Habita en el bosque montano y el páramo andinos, su rango

altitudinal de distribución va desde los 1400 hasta los 4700 msnm. (Acosta *et al.* 1996; Downer 1996; Lizcano *et al.* 2002).

### **2.1.3 Alimentación**

El tapir andino es una especie forrajera, que incluye en su dieta una gran diversidad de ítems alimenticios, como pastos, hierbas, helechos y pequeños árboles, (Downer, 2001).

Existe poca información sobre la dieta de esta especie, mientras que, en nuestro país, Perú, no hay un registro detallado. En países como Ecuador y Colombia si existe información, sin embargo, se puede observar que la dieta de los tapires puede estar relacionada con el uso de hábitat, involucrando directamente ciertos factores como son: la presencia de saladeros, especies vegetales consumidas, migración local, etc.

### **2.1.4 Comportamiento y patrones de actividad**

El tapir andino es una especie solitaria, y es visto acompañado generalmente en la etapa reproductiva, durante el cuidado parental y durante competencia entre los machos. (Downer 1996).

Es una especie diurna y nocturna, presentando diferentes patrones de actividad respecto al hábitat y horas a lo largo del día. En el parque nacional de Sangay, el tapir andino presenta horarios de mayor actividad durante las 1500 h y 2100 h y desde el amanecer hasta las 900 h, mientras que desde la media noche hasta el amanecer suelen dormir. Por otro lado, según Lizcano y Cavelier (2002), en Colombia, el tapir tiende a ser mayormente crepuscular.

Los tapires también dependen de saladeros, los cuales les provee de minerales o sales que requiere, y al ser estos lugares más descubiertos, el tapir puede escapar si un depredador se presenta, es por ello que la

presencia del tapir en estos lugares ocurre durante las etapas crepusculares (Santacruz, 2012).

### **2.1.5 Importancia ecológica**

Los tres tapires americanos son los principales dispersores de semillas en el continente americano (O’Farrill, 2013). En el caso del tapir andino, se ha hablado mucho sobre su capacidad para dispersar semillas, y hasta hace algunos años era un tema de debate (Olmos, 1997), principalmente debido a que en ciertos estudios con *Tapirus bairdii* se observó que este, destruía casi todas las semillas que ingería de *Enterolobium cyclocarpum* (Janzen, 1981), pero que actualmente está demostrado que ciertas semillas pasan por su tubo digestivo sin ser dañadas y excretadas, y además con la capacidad de germinar (Downer, 1997; Painter, 1999).

Sobre el rol de dispersión, podría sugerirse que existe un mutualismo con las plantas que consume (Downer, 2001), teniendo posiblemente cierta prioridad para su conservación sobre otras especies, como venados, roedores e incluso el oso de anteojos que son depredadores de semillas. Otro estudio realizado en Ecuador por Keane (2011), enfocado en el análisis de las heces de tapir para determinar la proporción de partes de la planta que ingiere el tapir (fibra, hojas, tallos y semillas) con más frecuencia, encontró 248 semillas en las tres muestras que utilizó reafirmando la hipótesis de que el tapir es un dispersor de semillas.

### **2.1.6 Reproducción**

En cuanto a la reproducción, los individuos de esta especie, alcanzan la madurez sexual entre los 14 y 24 meses de edad (Barongi 1993), las hembras tienen un ciclo estral de 30 días (Bonney y Crotty 1979). Comúnmente se reproducen una vez al año, siendo el periodo de gestación de 392 a 405 días; luego del cual paren solo una cría. (Richard y Juliá,



2000. Los tapires juveniles generalmente son marrones con un patrón variable de líneas y puntos longitudinales de coloración amarillo a blanco; además, el pelo de los neonatos, es suave y grueso, pudiendo medir de 2 a 5 cm de longitud (Bonney y Crotty 1979). Las marcas características de los juveniles suelen durar 1 año. (Barongy, 1993).

### **2.1.7 Densidad poblacional**

Se estima que su densidad poblacional estaría entre aproximadamente 1 individuo por 587 hectáreas según Downer (1996), en el Parque Nacional de Sangay en Ecuador, en 1 individuo por 551 hectáreas según Lizcano y Cavelier (2000), en el Parque Nacional, los Nevados, en Colombia y en 1 individuo por 400 hectáreas según Acosta *et al* (1996), en el Parque Regional Ucumari, en Colombia. Estas densidades de entre 1/ 400 – 587 ha, son las más bajas de todos los tapires americanos (Lizcano y Cavelier 2000).

Se estima que en el Perú habitan entre 350 – 375 individuos, mientras que el Santuario Nacional Tabaconas Namballe es capaz de mantener entre 28 – 30 individuos (Lizcano y Sissa, 2003).

### **2.1.8 Amenazas**

Las principales amenazas que afectan al Santuario Nacional Tabaconas Namballe son: la cacería, quemas descontroladas con fines agrícolas en la zona de amortiguamiento, actividades asociadas a la chamanería (son cazados para la comercialización de sus partes como medicina (Amanzo *et al*, 2003). Visitas no controladas a las lagunas arrebiatadas (páramo), apertura de caminos, tala selectiva de plantas del genero *Podocarpus*, minería ilegal y actividades agro-pastoriles. (Amanzo *et al*, 2003; INRENA, 2007).

### **2.1.9 Estado de Conservación**

El tapir andino, actualmente se encuentra en Peligro según la IUCN, está incluida en el apéndice I del CITES y según el D.S N° 004-2014-MINAGR en Perú se encuentra en peligro crítico. Es protegida actualmente por el Santuario Nacional Tabaconas Namballe, el cual fue fundado en el año 1988, y uno de sus objetivos justamente es la protección del tapir andino. Sin embargo, se requieren mayores esfuerzos para su conservación ya que como se mencionó en el apartado anterior, las amenazas siguen presentes, y a pesar del esfuerzo por parte del estado peruano.

## **2.2 Modelos lineales generalizados**

Los modelos lineales, se basan en los supuestos de que los errores se distribuyen normalmente, la varianza es constante y la variable dependiente se relaciona linealmente con la variable independiente. Sin embargo, en determinadas situaciones se presenta que uno o todos los supuestos no se cumplen por la naturaleza de la información. Estos problemas se pueden solucionar mediante transformaciones de la variable respuesta, por ejemplo, convirtiendo a logaritmos), aunque no siempre, estas transformaciones solucionan la falta de normalidad, además, en ocasiones resulta difícil interpretar estas transformaciones. Como alternativa a la transformación de variables, y a la falta de normalidad surgen los modelos lineales generalizados (Cayuela, 2009).

El termino modelo lineal generalizado fue acuñado por los matemáticos Nelder y Wedderburn en el año 1972, este modelo incorpora la distribución normal, binomial, de Poisson y gamma como miembros de la familia exponencial. Aplicando la estimación de máxima verosimilitud a través del algoritmo de mínimos cuadrados reequilibrado iterativamente a la familia.

En un modelo lineal generalizado (GLM), cada valor de la variable dependiente "Y" se genera de una familia de distribución particular, un gran

rango de distribuciones probabilísticas que incluyen la normal, binomial, Poisson y gamma, entre otros. La media,  $\mu$ , de la distribución depende de las variables independientes "X" a través de:

$$\mathbf{E}(Y) = \mu = g^{-1}(X\beta)$$

En donde "E(Y)" es el valor esperado de "Y", "X $\beta$ " es el predictor lineal (una combinación lineal de parámetros desconocidos " $\beta$ ", y "g" es la función de enlace.

La varianza es típicamente una función "V" de la media, " $\mu$ ":

$$\mathbf{Var}(Y) = V(\mu) = V(g^{-1}(X\beta))$$

Los parámetros desconocidos " $\beta$ " son estimados con el algoritmo de máxima verosimilitud, máxima quasi-verosimilitud o técnicas bayesianas.

El GLM consiste entonces de 3 elementos:

Una probabilidad de distribución de la familia exponencial

Un predictor lineal  $\eta = X\beta$

Una función de enlace g tal que  $E(Y) = \mu = g^{-1}(\eta)$

Resumen de las funciones de enlace comúnmente utilizadas (extraída de Cayuela, 2009)

Función de vínculo	Formula	Uso
Identidad	$\mu$	Datos continuos con errores normales (regresión y ANOVA)
Logarítmica	$\text{Log}(\mu)$	Conteos con errores de tipo Poisson
Logit	$\text{Log}\left(\frac{\mu}{n - \mu}\right)$	Proporciones (datos entre 0 y 1)
Recíproca	$\frac{1}{n}$	Datos continuos con errores gamma
Raíz cuadrada exponencial	$\sqrt{\mu}$ $\mu^n$	Funciones de potencia

En el caso de los modelos de regresión logística (distribución binomial), la función de enlace corresponde a la función "logit":

$$\text{Log}\left(\frac{\mu}{n - \mu}\right)$$

Esta función permite calcular la probabilidad (Variable respuesta "Y"), dando valores entre 0 y 1. Esta función es útil para situaciones en donde los datos son de presencia/ausencia y las variables son categóricas o continuas.

## III. Antecedentes

### 3.1 Estudios sobre la flora en el área de estudio

Los estudios sobre la vegetación en el hábitat del tapir andino son escasos. El estudio botánico realizado en el Páramo de Jaén en Cajamarca realizado por Peña *et al.* (2006), demuestran una alta diversidad (252 especies), superiores a los resultados obtenidos en la “Evaluación Biológica Rápida: Santuario Nacional Tabaconas-Namballe y zonas aledañas” (Amanzo *et al.*, 2003; INRENA, 2007).

### 3.2 Estudios de dieta del *Tapirus pinchaque*

Se han realizado algunos estudios sobre la dieta en países como Ecuador (Downer 2001), en el cual se determinó que los grupos de las Asteraceas y Gramíneas son los que más consume, aunque el tapir andino demuestra cierta preferencia por los géneros *Lupinus* y *Gynoxys* (Fabaceae y Asteraceae respectivamente), mientras que en Colombia (Lizcano y Cavelier, 2004), las familias de las Melastomatáceas y Rubiáceas, así como ciertos taxones de helechos son los grupos que cuentan con una mayor predominancia en su dieta, sin embargo también se puede apreciar su preferencias por las Asteraceas (Diaz, 2008). Contrariamente, se cuentan con más estudios sobre la dieta del tapir amazónico (*Tapirus terrestris*). Por ejemplo, Bodmer (1990), en un estudio realizado en la amazonia peruana determinó que esta especie ingiere 33% de frutas, principalmente las drupas de *Mauritia flexuosa*, siendo un porcentaje alto en la dieta, en comparación con otras especies de tapir como *Tapirus pinchaque* y *Tapirus bairdii*, pero además se menciona que esto es posible ya que esta planta es abundante en la región y por lo tanto existe una gran disponibilidad de estas frutas, sin embargo en su trabajo no especifica durante qué meses

realizo la colecta de muestras, pudiendo variar sus resultados dependiendo de la estación. Adicionalmente, Acosta *et al* (1996) menciona que *T. pinchaque* prefiere plántulas y hojas jóvenes, debido a que su calidad nutritiva es mayor.

### **3.3 Estudios de uso de Habitat del *Tapirus pinchaque***

No se ha logrado determinar si el tapir tiende a habitar con mayor frecuencia el bosque o el páramo. La literatura sugiere que se deben realizar más estudios para conocer mejor el uso del hábitat.

Sin embargo, investigaciones realizadas en Ecuador, mencionan que el tapir usa el bosque y el páramo en mayor o menor medida, aunque los resultados demuestran que el tapir habita en zonas de mayor altura, por ejemplo, Downer (2001), sugirió que el tapir habita mayormente en las partes altas de los bosques andinos y páramos, mientras que Armando y Verdugo (2013), si bien no lograron encontrar diferencias notables en el uso de hábitat, ya que solo abarcaron una porción de todo el rango de distribución del tapir, comprobaron que el ecosistema denominado “bosque siempreverde montano alto”, que engloba a los páramo y partes altas del bosque montano es el más usado, a diferencia del bosque de neblina que no tuvo tanta significancia.

### **3.4 Estudios sobre la fenología en respuesta a la estacionalidad**

Wright (1996) recopiló información sobre la fenología de las plantas en bosques tropicales, y mencionó que la estacionalidad influye en la fenología, observando que las plantas con acceso a fuentes de agua durante la estación seca, pueden producir hojas y florecer normalmente;

por el contrario, las plantas que carecen de este recurso, tienen que esperar necesariamente hasta la estación de lluvias para realizar las mismas funciones. Además, menciona también que los procesos bióticos y abióticos son distintos en ambas estaciones, lo que se podría reflejar en una diferente oferta de alimento en función de la estacionalidad.

Por otro lado, Schaik *et al* (1993) mencionan también en una revisión, que la fenología depende de los factores bióticos (como son los polinizadores, dispersores y depredadores) y abióticos. Además, mencionan que, en los bosques, durante el periodo de transición entre la estación seca y a principios de la estación de lluvias, muchas plantas invierten energía en la foliación y floración, también suelen producir frutos al mismo tiempo, probablemente para minimizar la mortalidad de las semillas durante la subsecuente estación.

Bendix *et al*, (2006), en un estudio que realizó en un bosque montano en Ecuador sobre la influencia de la estacionalidad en 12 especies de árboles, menciona que un factor clave que determina el comienzo de la etapa reproductiva y consecuente fructificación, es la nubosidad, ya que esta, se relaciona con los factores que dan inicio a la producción de flores, como radiación, temperatura del suelo, temperatura del aire, humedad y precipitación. Además, hace mención a otros autores (Borchert, 1983 y Reich y Borchert, 1982), que afirman que las estaciones en las cuales hay poca o carencia de humedad en el suelo, son los desencadenantes de los cambios fenológicos en muchas plantas hacia la etapa reproductiva, aunque también menciona que esto no es necesario pudiendo observarse la transición de la etapa vegetativa a la reproductiva en la estación de lluvias, así como una reproducción continua durante todo el año. (Frankie, *et al* 1974 y Hamman, 2004). Por otro lado, y en lo referente a su estudio menciona que la mayoría de especies de plantas que fueron investigadas producen flores que son polinizadas por animales especializados, los cuales interactúan con las plantas en intervalos de sequía, incluso en los meses con mayor precipitación.

Por otro lado, Zimmerman *et al*, (2007), menciona que en bosques en donde la humedad del suelo depende en gran medida de la estación, durante la estación seca el suelo se mantiene relativamente seco limitando el desarrollo de la planta. La etapa reproductiva se intensifica durante la estación de lluvias, en donde el suelo alcanza gran humedad. Sin embargo, en bosques o comunidades en donde la humedad del suelo se mantiene independientemente de la estacionalidad, la radiación desempeña un papel muy importante, ya que en general, durante los periodos con menor nubosidad, o ángulos bajos del cenit solar, debido a la estacionalidad, podría favorecer la reproducción de las plantas.



## IV. Hipótesis

### ***Composición de la dieta***

En la estación de lluvias, las plantas se ven favorecidas por el incremento de las precipitaciones, ya que en general, en esta estación, las plantas producen más frutos. Por otro lado, en la estación seca, las plantas se preparan para producir frutos, es decir, hay una etapa reproductiva. Como consecuencia, la estacionalidad influye en la oferta de alimento para el tapir.

### ***Predicción:***

Debido a la disponibilidad de frutos en la estación de lluvias, el consumo de frutos en la dieta del tapir será mayor en la estación de lluvias que en la estación seca.

Por otro lado, la proporción de fibra en la dieta superará a la proporción de frutos durante la estación seca, ya que en esta estación la oferta de frutos es menor, forzando al animal a alimentarse de hojas y fibra.

### ***Uso de hábitat***

Se espera que el tapir use más frecuentemente el bosque montano que el páramo para satisfacer sus requerimientos de alimento, debido a que la principal fuente de frutos está en el bosque y particularmente en la estación de lluvias.

***Predicción:***

La abundancia del tapir será mayor en el bosque montano que en el páramo durante la estación de lluvias, ya que la estacionalidad favorece la producción de frutos en este tipo de hábitat. Además, los frutos suplen con mayor facilidad los requerimientos alimentarios del tapir.

## V. Materiales y Métodos

### 5.1 Lugar de ejecución

El presente proyecto se realizó el Santuario Nacional Tabaconas Namballe (figura 1), el cual está ubicado en la provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, Perú. Comprende una extensión de 320 km<sup>2</sup> y un rango altitudinal que va desde los 1800 a 3600 msnm, con coordenadas geográficas 05°09'25" latitud sur y 79°16'23" longitud oeste. El Santuario fue establecido el 20 de mayo de 1988, mediante decreto supremo N°051-88-AG.

### 5.2 Tipo y diseño de la investigación

El tipo de estudio de la investigación es observacional y analítico. El primer paso correspondió a la recopilación de información bibliográfica que permitió fundamentar la hipótesis planteada. Luego, el trabajo de campo se centró en la colección de las muestras fecales del tapir tanto en la estación seca como lluviosa, estas muestras fueron depositadas en el Museo de Historia Natural ubicado dentro del campus de la Universidad Ricardo Palma en Lima.

### 5.3 Variables

#### 5.3.1 Para la dieta

Recuento de tallos, hojas y frutos: Esta variable, hace referencia al número de fragmentos de tallos, hojas y frutos por sub-muestra.

Presencia: La variable presencia hace referencia al grupo taxonómico identificado para cada fragmento obtenido.

Estación: Esta variable, hace referencia a la estación (lluvias o seca), en la cual, la muestra fue colectada.

### **5.3.2 Para el uso de hábitat**

La variable “presencia” hace referencia a los datos del número de eventos convertidos en unos y ceros. El termino evento se refiere a la captura del animal en foto o video.

La variable categórica “hábitat” tiene dos factores, bosque y páramo, y hace referencia, además, a la estación de la cual procede la cámara que capturo el evento.

La variable “altitud” es justamente la altitud a la que se encuentra la cámara que capturó el evento.

La variable “días” es el número de días que la cámara estuvo operativa, es decir el esfuerzo de muestreo.

La variable “días con eventos” es el número total de días que la cámara capturo eventos de tapir.

La variable del “esfuerzo”, fue incorporada al modelo mediante el cociente de días con eventos/días totales.

## 5.4 Operacionalización de las variables

Dieta/Habitat	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos
Para la dieta	Recuento de fibra y fruto	Frecuencia del ítem en la dieta: Fruto (semilla), y fibra (hojas y tallos)	Numero de fragmentos del ítem de interés en la dieta por cada sub-muestra	Técnica de point-frame para obtener 100 fragmentos por muestra, los cuales estuvieron divididos en tallos, hojas y fruto
	Presencia (del grupo taxonómico identificado)	Total de taxones encontrados en cada sub-muestra	Identificación de los taxones a partir del número de fragmentos de hoja	Identificación mediante observación a nivel microscópico de la micro-estructura
	Estación	Estación seca y de lluvias	Estación en la cual la muestra fecal fue colectada	Registro de fecha en la colecta
Para el uso de Habitat	Presencia	Registro de la presencia del tapir, 1 = presente, 0 = ausente	Convertir el número de eventos de tapir a 1 y 0	Registro de los datos de presencia/ausencia
	Habitat	Bosque montano y paramo	Habitat en la cual la cámara trampa estuvo activa	Registro mediante el mapa de ubicación del total de cámaras trampa
	Altitud	Rango altitudinal del área de estudio	Altitud de la cámara trampa que el evento de tapir	Determinación mediante el uso de un GPS

## **5.5 Descripción de los Hábitats del Santuario**

### **5.5.1 Páramo**

El páramo constituye un ecosistema único y relativamente formados durante el mioceno-plioceno (Gregory-Wodzicki, 200; Mora *et al*, 2009; Van der Hammen y Hooghiemstra, 2000), que solo se encuentra en el norte del Perú, más específicamente, entre los departamentos de Piura y Cajamarca. Este ecosistema se extiende desde los territorios andinos de Venezuela, pasando por los márgenes orientales y occidentales de la cordillera de los Andes por Colombia y Ecuador hasta llegar al extremo norte del Perú. Se caracteriza por su vegetación, la cual se ha adaptado a un clima extremo que puede llegar incluso por debajo de los 0 °C durante las noches más frías. Los suelos pantanosos forman una alfombra de musgo y de plantas gramíneas, así como de la presencia de grandes lagunas cuyo origen está vinculado con el alzamiento de la cordillera de los Andes hace unos 2,5 millones de años, en el Mioceno. (Morales, 2007).

Dentro de este ecosistema se pueden encontrar diversas especies de plantas principalmente las pertenecientes a las familias Poaceas, Asteraceas, Ericaceas y Solanaceas, aves como las pertenecientes a los géneros *Phalcoboenus*, *Colaptes*, *Agriornis* (INRENA, 2007)

### **5.5.2 Bosque montano**

El bosque montano comprende otro ecosistema caracterizado por presentar una corriente de aire húmedo y nebuloso dando origen a lo que se conoce como precipitación horizontal y, además, presentan también una mayor precipitación vertical (INRENA, 2015). Estos bosques también se caracterizan por la vegetación cuyo tamaño va disminuyendo a medida que aumenta la altitud, dando lugar a lo que se conoce como bosque enano o achaparrado, siendo este, un bosque de transición entre el bosque montano y el páramo. El suelo es muy húmedo y presenta una capa de

humus, en algunas partes, muy gruesas. La abundante neblina que acompaña a este ecosistema es causada por los vientos alisios que proceden tanto del margen occidental de los Andes es decir del pacifico y el margen oriental, el atlántico, los vientos del pacifico, cálidos y húmedos, chocan con los Andes y ascienden encontrándose con los vientos procedentes del atlántico, como consecuencia se genera nubosidad y neblinas las cuales bañan casi permanentemente el bosque con lluvias (INRENA, 2015).

Entre la flora de este ecosistema destacan, numerosas especies pertenecientes a la familia de las melastomatáceas, así como las pertenecientes a las podocarpáceas y numerosas especies de helechos (INRENA, 2007).

## VI. Muestreo

### 6.1 Colección de las muestras (Muestreo)

Las heces se colectaron en tres zonas:

Los alrededores de la estación Biológica Chichilapa (bosque montano), con coordenadas 5°16'45.18" latitud sur, 79°18'35.36" latitud oeste;

los alrededores del campamento establecido al interior del páramo con coordenadas 5°14'13.62" latitud sur, 79°16'53.52" longitud oeste. (ambos campamentos ubicados en el distrito de Tabaconas), y

el campamento establecido al interior del Santuario en el Centro poblado Ihuamaca con coordenadas 5°12'19.47" latitud sur 79° 7'12.32" longitud oeste.

La colecta de muestras se realizó a la par con el trabajo de campo de cámaras trampa durante los meses de agosto-setiembre y noviembre-diciembre del 2014, agosto-setiembre y noviembre-diciembre del 2015 y finalmente en setiembre-octubre del 2016. Las rutas efectuadas diariamente, sirvieron para recolectar las muestras tanto de plantas como de heces del tapir (Figura 2).

La colecta se realizó disponiendo las muestras en una bolsa ziploc y anotando las coordenadas en ella con un plumón indeleble, así como la fecha y algún comentario.

El código asignado a cada muestra siguió el siguiente formato: SNTN-TP-01-14. Siendo "SNTN" las iniciales del ANP, "TP" las iniciales de la especie, "01" el número de identificación de la muestra y "14" el año de colecta de la muestra. En promedio se colectaron entre uno y dos bolos de heces, mientras que el peso se determinó en el laboratorio.



Estas muestras fueron después procesadas *in situ* dejándolas al sol por el tiempo que se disponía (generalmente un día), posteriormente fueron envueltas en papel periódico y forradas con papel film para su transporte a la universidad Ricardo Palma en Lima y posterior tratamiento en el laboratorio.

El análisis de las muestras de heces se realizó en el Museo de Historia Natural “Vera Alleman Haeghebaert” de la Universidad Ricardo Palma, ubicado en el distrito de Santiago de Surco en la provincia de Lima, departamento de Lima, Perú. Parte del análisis se realizó en el domicilio del investigador (ubicado en el distrito de Pachacamac), debido únicamente a la comodidad durante el trabajo.

Así mismo, las plantas de referencia para la comparación e identificación taxonómica, fueron colectadas en base a la bibliografía sobre la dieta del tapir que existe hasta la fecha, por ejemplo, estudios hechos en Ecuador y Colombia, mencionan determinadas plantas que el tapir suele ingerir, siendo estas principalmente de porte arbustivo o herbáceo. De poseer órganos clave para la identificación como flores, estas fueron colectadas también.

## **6.2 Obtención de datos de uso de Habitat**

Para la determinación del uso de hábitat se analizaron los datos presencia/ausencia del tapir en las estaciones de muestreo, cuyos registros se obtuvieron mediante el uso de cámaras trampa, a partir de la evaluación que se realizó por parte de la WWF entre agosto - noviembre del 2014 (estación de lluvias) y entre noviembre del 2014 - abril del 2015 (estación seca) en la estación biológica de Chichilapa (Tabaconas) (Figura 3). Cada cámara estuvo espaciada 1 km entre si abarcando un área total de aproximadamente 28 km<sup>2</sup>.

Los datos de presencia/ausencia fueron contabilizados para ambas zonas de muestreo de tal manera que se pudo tener un recuento de todos los eventos de tapir por hábitat (bosque montano y paramo) y por estación (lluvias y seca).

Se establecieron un total de 28 cámaras en la estación de lluvias y 28 en la estación seca, con una duración de muestreo mínima de cuatro días y máxima de cuatro meses. Esta poca duración en algunas cámaras fue debido a diversos factores como la humedad, la cual afecto en algunos casos los circuitos; la desactivación por parte de algunos animales grandes que forcejeaban la cámara, como el oso de anteojos principalmente, pero la causa más significativa fue la sensibilidad de las cámaras, que a pesar de la programación para entornos cambiantes (temperatura, viento, lluvias, neblina, etc.), fue insuficiente, dando como resultado la saturación de las memorias debido a la activación y consecuente captura de fotos y/o videos de eventos únicamente del entorno, mas no de animales.

## VII. Procedimiento y análisis de datos

### 7.1 Análisis de las muestras

Las muestras fecales fueron analizadas en el laboratorio de mastozoología del Museo de Historia Natural Vera Alleman. Previo a su análisis, las muestras fueron procesadas para eliminar la humedad y la consecuente presencia de hongos, es por ello que las muestras se colocaron en una estufa por tres días a 60° C (figura 4). Para el análisis se diseñó un sistema de “*point-frame*” adaptado de Chamrad, A y Thadis, W (1964). El cual consistió de un marco creado a partir de tubos de PVC, al cual mediante agujas precalentadas fueron pasando a razón de 1 por cada cm con un alicate, y que, al finalizar, el marco contó con un total de 10 agujas dispuestas diagonalmente en un ángulo aproximadamente de 45° (Figura 5). Este marco se diseñó para estar reposado sobre un recipiente con una marca en el interior por cada cm x 10 cm.

De cada muestra fecal se extrajo una pequeña muestra desmenuzada (5 gramos aproximadamente) que se colocó sobre el recipiente con un poco de agua para hacerlas suspender mínimamente, el sistema de *point-frame* permitió seleccionar mediante el contacto de las agujas, los fragmentos vegetales que se usaron en el análisis. Al final de cada recorrido del marco, se tuvo 100 fragmentos vegetales, que incluyeron a hojas, tallos (y fibra), y semillas. (Figuras 6 – 7).

Al finalizar el procedimiento, se obtuvo un total de 49 viales, que representan las sub-muestras, con todos los fragmentos. El siguiente paso fue el de contar e identificar el grupo al cual pertenece cada fragmento, para este procedimiento solo se consideraron las hojas, ya que son los órganos de la planta que cuentan con mayores características para su identificación.

Para obtener el recuento de fibra, hojas y fruto se contó el total de cada ítem dentro de los 100 fragmentos obtenidos, esto se trabajó sobre una hoja bond de tamaño A4. Para esta etapa no se recurrió a instrumentos mayores, solo una lupa y unas pinzas entomológicas.

Las plantas de referencia fueron identificadas mediante la aplicación de una clave botánica (Gentry, 1993) y una clave especial para la identificación de semillas hasta el nivel de familia (Cornejo y Janovec, 2010).

La identificación de los fragmentos vegetales se realizó con ayuda de un microscopio óptico. Se recortaron pequeños trozos de hojas de las muestras de referencia y fueron colocadas en una solución casera de hipoclorito de sodio al 5% durante un tiempo indeterminado, generalmente en las hojas delgadas, un par de minutos fue suficiente, mientras que, para otras, en algunos casos suculentas, fue necesario un mayor tiempo de inmersión. Al término de este procedimiento, se removió, mediante unas pinzas, la cutícula de las hojas, y estas fueron observadas a través el microscopio. Se realizaron microfotografías de las estructuras de interés como estomas, tricomas y células epidermales. Para el caso de los fragmentos en las muestras fecales, el procedimiento fue el mismo, las hojas fueron tratadas con hipoclorito de sodio y luego observadas al microscopio, del mismo modo, se realizaron microfotografías que luego sirvieron para realizar comparaciones y lograr identificar el taxón correspondiente.

## **7.2 Modelación de la dieta**

Los datos obtenidos mediante el recuento de fragmentos vegetales de contenido de semillas, hojas y tallos, fueron analizados mediante la construcción de un modelo lineal generalizado (GLM), para una distribución binomial (Cayuela 2009).

Los datos obtenidos estuvieron representados en un archivo de texto para cada familia (Formato 1). De tal manera que “presencia” estuvo representada por 1 y 0, para presencia y ausencia del taxón respectivamente.

Por otro lado, la variable explicativa fue la estacionalidad expresada como un factor asignando un valor para cada estación, la estación seca estuvo representada con el número 1 y la estación de lluvias con el número 2.

Los modelos lineales se desarrollaron en el programa estadístico R (R Core Team. 2013). Mediante líneas de código, se llamó a la función “glm” para estimar la probabilidad de encontrar semillas en función de la estación en la que fue colectada y de esta manera realizar un modelo predictivo. Este análisis se realizó para comprobar si la variable estacionalidad influye en la presencia del ítem seleccionado en las muestras.

La fórmula de enlace que usa la función “glm” para una regresión logística es la representada a continuación:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X)}}$$

Función de enlace “logit” utilizada tanto para determinar la probabilidad de encontrar semillas como para comparar la preferencia en la dieta en base a la variable “X” la cual está definida como la estacionalidad, es decir estación lluvias o seca, convertida en 1 y 0 respectivamente. Los parámetros  $\beta_0$  y  $\beta_1$  de cada variable son determinados por el software R mediante un algoritmo de máxima verosimilitud.

### **7.3 Modelación del uso de Habitat**

Los datos de cámaras trampa fueron proporcionados por World Wildlife Fund para determinar la presencia del tapir en las estaciones seca y de lluvias en ambos ecosistemas (bosque montano y páramo). Para ello,

nuevamente se construyó un GLM para verificar si la estacionalidad afecta la presencia del tapir en determinado hábitat. Los datos de presencia/ausencia de tapir fueron obtenidos en cada estación de cámaras trampa, es decir 28 cámaras en la estación de lluvias (12 cámaras en el bosque y 16 cámaras en el páramo) y 28 en la estación seca (14 cámaras en ambas estaciones). Para el modelo se consideró las variables categóricas hábitat, estación y la variable continua altitud. A continuación, está representada la función de enlace para estimar la probabilidad de presencia del tapir en base a diferentes variables:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3)}}$$

Función de enlace “logit” para determinar la probabilidad de encontrar al tapir en un ecosistema dado, en base a la variable “ $X_1$ ” la cual está definida como el Hábitat, la variable  $X_2$  como la estación y la variable  $X_3$  como la altitud. Los parámetros  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  de cada variable son determinados por el software R, mediante un algoritmo de máxima verosimilitud.

## 7.4 Aspecto ético

Para el trabajo de colecta de muestras fecales se pidió permiso a la jefatura del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, de tal modo fue permitido la colecta de muestras y de plantas.

## VIII.Resultados

### 8.1 Colección de las muestras

En total se colectaron 49 muestras fecales en ambas estaciones del año, con 24 en la estación seca y 25 en la estación de lluvias, 13 en el mes de septiembre 2014, 24 en el mes de noviembre 2014, 4 en el mes de agosto 2015, 3 en el mes de octubre 2015 y 4 en el mes de junio 2016. En promedio, sin humedad cada muestra colectada pesó entre 50 y 100 gramos.

**Tabla. 1** Muestras fecales colectadas por mes y estación

Estación	Estación seca				Estación de
	Jun.	Ago.	Sept.	Oct.	lluvias
Meses					Nov.
Muestras	4	4	13	3	25
Total	24				25

La ubicación de todas las muestras fecales, así como las principales coberturas vegetales está representada en la figura 8. Se colectó un total de 60 plantas de referencia, todas de porte arbustivo y herbáceo.

### 8.2 Determinación del uso de hábitat

Se logró registrar al tapir en 18 cámaras durante la estación de lluvias, con un máximo de trece eventos y un mínimo de uno (sin considerar ausencias). Mientras que, durante la estación seca, se registró al tapir en 13 cámaras, con un máximo de cuatro eventos y un mínimo de uno. Cabe resaltar que el periodo de duración de las cámaras en la estación seca fue mucho menor

(48 días), que las cámaras de la estación de lluvias (107 días). En la figura 9 se muestra la ubicación de todas las cámaras usadas en el interior del área de estudio.

### 8.3 Análisis de las muestras

El sistema de point-frame permitió obtener una mayor proporción de fragmentos por muestra de tallos ( $0,69 \pm 0,10$ ), seguido de hojas ( $0,28 \pm 0,10$ ) y por ultimo semillas ( $0,02 \pm 0,04$ ). (Tabla 2).

**Tabla 2.** Proporción de los ítems encontrados en las muestras fecales (n = 49).

Estación	Hojas		Tallos		Semillas	
	Media	s.d	Media	s.d	Media	s.d
Ambas	0,28	0,10	0,69	0,10	0,02	0,04
Lluvias	0,27	0,10	0,69	0,10	0,03	0,03
Seca	0,29	0,09	0,68	0,10	0,02	0,05

El procedimiento utilizado para observar estructuras micro-histológicas, permitió determinar cuatro grupos vegetales (figura 10): el orden de las poales (el cual incluye a las Poaceas y Cyperaceas), fue el más frecuente en las muestras, estando presente en el 100% (n = 49), seguido por un grupo de taxones no identificado, que estuvo presente en el 79,59% de las muestras, las Solanaceas estuvieron presentes en el 38,78%, las ericaceas en el 34,69% y Asteraceas en el 14,29% de las muestras.

El grupo de las Poales presentó una proporción de  $0,60 \pm 0,25$  considerando ambas estaciones, luego, en orden descendente le sigue un gran grupo que no pudo ser identificado por falta de características que permitan su determinación, varios fragmentos presentaron los tejidos foliares muy dañados y sin características que sirvieran para su determinación taxonómica, en su mayoría, únicamente la cutícula con células epidermales, y en otros casos la epidermis con solo las venas



foliares, todos estos fragmentos no identificados comprenden el  $0,21 \pm 0,18$  de la totalidad de fragmentos de hojas. Las Solanaceas corresponden al tercer grupo más abundante con el  $0,09 \pm 0,14$ , seguido de las Ericaceas y Asteraceas con proporciones de  $0,05 \pm 0,09$  y  $0,03 \pm 0,09$  respectivamente. Las proporciones de los grupos taxonómicos encontrados en la dieta del *Tapirus pinchaque*, en la estación de lluvias y seca, así como en ambas, está representado en la tabla 3.

**Tabla 3.** Proporción de los grupos taxonómicos encontrados en la dieta.

Estación	Poales		Ericaceae		Solanaceae		Asteraceae		NN	
	Media	s.d	Media	s.d	Media	s.d	Media	s.d	Media	s.d
Ambas	0,6	0,25	0,05	0,09	0,09	0,14	0,03	0,09	0,21	0,18
Lluvia	0,71	0,23	0,03	0,07	0,06	0,12	0,006	0,02	0,17	0,18
Seca	0,49	0,22	0,06	0,1	0,13	0,15	0,05	0,12	0,25	0,17

En el caso de semillas, se obtuvo un total de 134, las cuales pertenecieron a las familias de las Solanaceas, Asteraceas, Poaceas y Cyperaceas, 54 en la estación seca y 80 en la estación de lluvias (Figuras 11 - 14).

## 8.4 Modelación de la dieta

El modelo logro predecir únicamente que el consumo de plantas de la familia de las Solanaceas es más abundante durante la estación seca ( $p < 0,05$ ) mientras que para los demás grupos los modelos elaborados en base a la estación no lograron encontrar una relación (Tabla 4), por lo que en este caso no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

Para el caso de las semillas, el modelo elaborado logró predecir satisfactoriamente que la probabilidad de encontrar semillas es mayor en la estación de lluvias (Tabla 5).

**Tabla 4.** Presencia del grupo taxonómico determinado en la dieta del tapir andino en función de la estación.

Taxón		Probabilidad	Estimador	Error estándar	Valor Z	P
Poales	Lluvias	1	2,66E+01	7,12E+04	0	1
	Seca	1	-4,61E-06	1,02E+05	0	1
Solanaceae	Lluvias	0,24	-1,1527	0,4683	-2,461	<0,05*
	Seca	0,54	1,3197	0,6222	2,121	<0,05*
Ericaceae	Lluvias	0,32	-0.7538	0.4287	-1.758	>0,05
	Seca	0,37	0.2429	0.6013	0.404	>0,05
Asteraceae	Lluvias	0,08	-24.423	0.7372	-3.313	<0,05*
	Seca	0,208	11.073	0.8922	1.241	>0,05

**Tabla 5.** Resultados obtenidos con el programa estadístico R para la presencia de semillas.

Ítem		Probabilidad	Estimador	Error estándar	Valor Z	P
Semillas	Lluvias	0,72	0,9445	0,4454	2,12	<0,05*
	Seca	0,375	-1,4553	0,6133	-2,373	<0,05*

## 8.5 Modelación del uso de Habitat

No se evidenció una relación entre hábitat, estación, altitud y presencia del tapir ( $p > 0,05$ ) por lo que, en base a este análisis, no existen diferencias en la preferencia del uso de hábitat. (Tabla 5.

**Tabla 5.** Resultados del modelo lineal generalizado para la presencia del tapir andino en función de 3 variables explicativas, altitud, estación y hábitat.

Variable explicativa	Estimador	Error estándar	Valor Z	P
Intercepto	-6,0528495	1,9917678	-3,0390000	<0,05*
Altitud	-0,2442716	0,8260458	-0,2960000	>0,05
Estación	0,1185813	0,5722613	0,2070000	>0,05
Habitat	0,0007202	0,0007627	0,9440000	>0,05

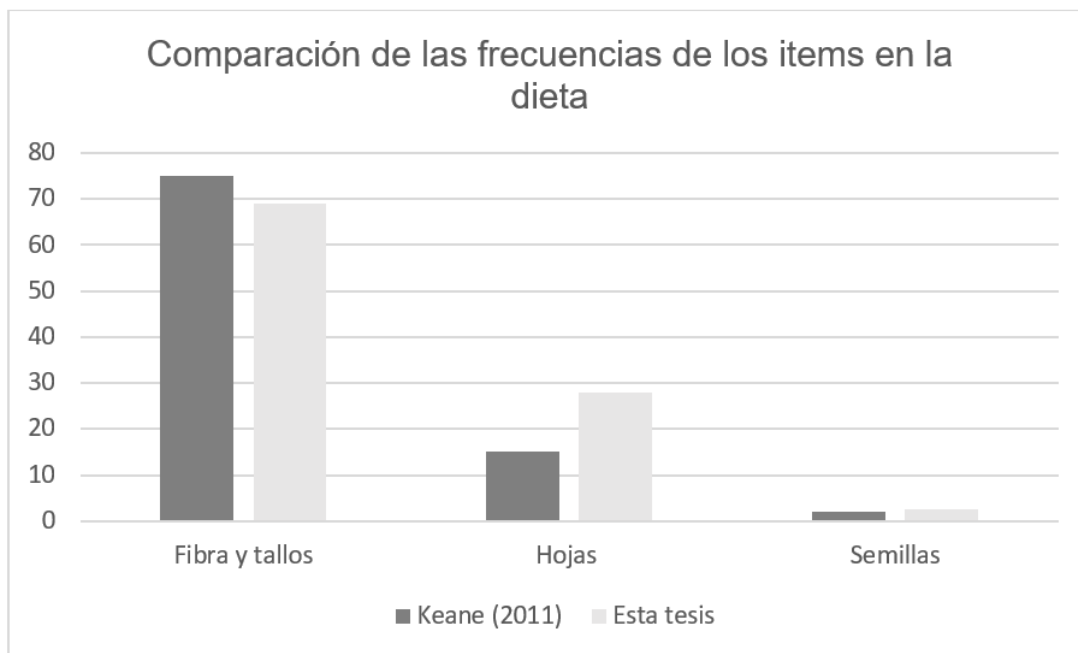
# IX. Discusiones

## 9.1 Colección de las muestras

El número de muestras fecales colectadas en el páramo fue significativamente mayor, colectando tan solo cuatro en el bosque. Esto podría indicar 3 situaciones: (1) defecaderos principalmente en el páramo. El tapir andino, normalmente suele defecar en áreas cercanas a fuentes de agua (Janzen, 1981), sin embargo, si se asume que los defecaderos se encuentran principalmente en el páramo, esto se podría deber a que el suelo presenta mayor humedad, formando zonas relativamente inundadas, lo que explicaría porque la mayoría de muestras colectadas, se encontraron cerca a estos sitios. (2) que el bosque permite que las heces sean convertidas en humus con mayor rapidez. Esto se debe a que la actividad biológica responsable de convertir las heces en humus, es mayor en zonas bajas, en donde la temperatura es mayor (Ponge, 1997). Y (3) que el tapir tenga mayor preferencia de hábitat por el páramo, por lo que este ecosistema proveería de todo lo necesario para que especie consiga sobrevivir y cumplir su rol ecológico.

Los resultados de proporción de los ítems (tallos, semillas, hojas), fueron similares a los obtenidos por Keane (2011) (Tabla 6), procedentes de tres muestras fecales completas, sin embargo, en este trabajo se consideraron los tallos y fibra como un único ítem. Además, Keane utilizó la metodología de Chamrad, A y Thadis, W (1964) modificada por Naranjo y Cruz (1998), sin embargo, estas modificaciones son simplemente cuestión de comodidad, no generando variación en la obtención de las muestras.

**Tabla 6.** Comparación de las proporciones obtenidas en la dieta de Keane (2011) y este estudio.



Para la identificación de los taxones se usó principalmente la morfología estomática, y según su clasificación se compararon con las muestras de referencia, pero debido a que la colección de referencia no fue suficiente, también se compararon las micro-fotografías obtenidas con las de otros autores.

Al usar las hojas como material para identificar la dieta, éstas, en muchos casos presentaron muy poco o casi ninguna característica que permita su identificación, descartando un gran porcentaje como material no identificado (21% del total de fragmentos en las muestras,  $n = 49$ ). No obstante, se logró identificar cuatro grupos, (sin considerar a los fragmentos no identificados), el orden de las Poales fue el que tuvo mayor frecuencia y proporción en las muestras, aunque en este estudio no se logró distinguir entre Poaceae y Cyperaceae debido a que son muy similares histológicamente, se sabe que también está presente este último grupo porque se encontraron semillas de esta familia. Otros grupos como bromeliaceae y juncaceae, pudieron haber sido observadas, ya que su histología también es similar, en general, el orden de las poales posee

características histológicas comunes. Otros grupos no fueron considerados en el análisis ya que, aunque fueron vagamente identificados, las características para su identificación resultaron poco específicas, no habiendo suficiente certidumbre para decidir sobre el grupo al cual pertenecen. Es por ello, que contar con una colección de referencia más robusta de microfotografías de la anatomía foliar de las plantas, así como la utilización de microscopios especiales como los de contraste de fases resultarían muy útiles en este tipo de estudios.

No se determinó la abundancia de cada tipo de semillas, sino se tomó todo como un único ítem en las respectivas muestras. Como en este estudio solo se usaron las hojas para determinar la frecuencia de los ítems consumidos y no los tallos, los cuales fueron más abundantes, la frecuencia y proporción de los grupos consumidos probablemente podrían variar. (Figuras 7-11).

Las técnicas micro-histológicas para determinar la dieta de los herbívoros contiene aspectos ventajosos como la opción de coleccionar la muestra sin alterar o sacrificar al individuo, es un método no invasivo, no obstante, las desventajas han sido discutidas por varios autores durante las décadas de los 70 y 80 (Holechek, *et al*, 1982), el mayor problema que refieren es la precisión, ya que el alimento o forraje al ser convertido en heces pierde la proporción, es decir que la proporción de lo consumido no suele ser igual a lo excretado. También, se requiere una colección de plantas de referencia muy completa; algunas especies vegetales pueden no ser identificables; la fragmentación de la muestra puede generar proporciones erróneas; etc. En los años recientes y gracias a la biología molecular, es posible aplicar técnicas de este campo al estudio de la dieta. Dentro de estas técnicas moleculares, el DNA barcoding aparece como una alternativa con mayor robustez y más sensible que la técnica micro-histológica (Espunya, *et al*, 2014).

## **9.2 Determinación del uso de hábitat**

El monitoreo con cámaras trampa abarcó una extensión de aproximadamente 28 km<sup>2</sup> cubriendo casi el 10% del santuario, incluyendo el bosque y el páramo. Durante la fase de desinstalación y análisis de datos se encontraron algunos inconvenientes relacionados al esfuerzo de muestreo medido en días, el cual no fue homogéneo para todas las cámaras, mientras que algunas se mantuvieron operativas durante todo el periodo, otras, por el contrario, no lo hicieron. Fueron varios los factores que afectaron la funcionalidad de las cámaras, uno de los más resaltantes tuvo que ver con la sensibilidad del sensor PIR, este es responsable de detectar el movimiento y temperatura del objetivo que pasa delante de la cámara activándola y capturando un evento en fotografía o video. La sensibilidad, a pesar de haber sido establecida en automático para que pueda auto-ajustarse, fue insuficiente, causando la saturación de la memoria en tan solo unos días, al capturar eventos ambientales como hojas moviéndose, nubes, neblina, etc. También se observó que algunos animales suelen interactuar con las cámaras, posiblemente debido a que estas conforman un elemento extraño para su entorno, o simplemente al olor distinto quizás por la manipulación del hombre. A causa de esta interacción, algunas cámaras fueron halladas en el suelo (figura 15), giradas en la estaca en donde se instalaron y finalmente averiadas.

## **9.3 Modelación de la dieta**

Los resultados en este estudio son similares a los obtenidos por Downer (2001), quien observó que el tapir es una especie que incluye en su dieta varias especies de gramíneas, aunque el autor encontró un mayor contenido de Asteráceas. Lizcano y Cavelier (2004), obtuvieron mayores contenidos de helechos y melastomataceas y autores como Acosta (1996) y Diaz (2008), encontraron mayor contenido de Asteráceas en la dieta (ver tabla 7 en anexos). Lo que podría indicar que los hábitos alimenticios

dependen de ciertos factores como la fenología y su variación geográfica anual, diaria y los eventos climatológicos como “el niño y la niña” que podrían causar oscilaciones en estos, sobre todo en un ecosistema como el páramo. Además, conocer la situación de cada área de estudio, es decir, el grado de fragmentación y deforestación; todos estos factores podrían ser determinantes al momento de estudiar la dieta del tapir andino.

El modelo elaborado para la presencia de semillas predice la presencia de este ítem en función de la estación, del cual se puede inferir que la ingesta de semillas es mayor en la estación de lluvias. Sin embargo, esto no significa que la estación de lluvias favorezca la presencia de frutos, ya que tal y como menciona Parada *et al.* (2012) hay una producción consecutiva de flores a lo largo del año, en especial de plantas de la familia de las Ericáceas, si bien existe una variación estacional esto no quiere decir que exista una tendencia de las plantas a producir flores o frutos de manera sincrónica con la estación en la que se encuentran. Olmos (1997), encontró mayor ingesta de frutos, de Ericáceas en la estación seca. Aunque se hayan registrado semillas en ambas estaciones, se encontraron más semillas en la estación de lluvias, y si se considera que el modelo predice una mayor abundancia de este ítem en esta estación, es razonable afirmar que durante la estación de lluvias existe una mayor ingesta de frutos posiblemente debido a su mayor disponibilidad, aunque estudios con énfasis en la fenología son necesarios.

En el caso de los taxones determinados, el modelo no predice la presencia de alguno en función de la estación, exceptuando a la familia de las Solanáceas, la cual tiende a aparecer en la dieta durante la estación seca ( $p > 0,05$ ). Autores como, Bermudez y Reyes (2011), encontraron en un estudio realizado en Ecuador, 22 especies de Solanáceas que consume el tapir, siendo la familia de las Asteráceas la principal en su dieta, con 31 especies. Por lo que esta familia podría ser un importante grupo consumido por el tapir.



Los estudios de otros autores sobre dieta de tapir que involucran la colecta de muestras fecales, no suelen dividir sus resultados en base a las muestras colectadas en bosque y en páramo. Por lo que, estudios que permitan diferenciar la dieta tanto en bosque como en el páramo serían apropiados para poder comparar y tener una idea de cómo varía la dieta en función del tipo de hábitat.

La identificación de fragmentos vegetales requiere de una robusta colección de plantas de referencia en especial de plantas pertenecientes a las dicotiledóneas, las cuales poseen diferentes formas estomáticas que han sido observadas para identificar las familias en este estudio. En el caso de las monocotiledóneas, se caracterizan por presentar la misma forma de estomas y por estar dispuestas de manera lineal y con células epidermales rectangulares o cilíndricas, a diferencia de las dicotiledóneas que poseen estomas dispuestos aleatoriamente (Dunn, *et al*, 1965), y sus células epidermales de diversas formas. La identificación, entonces, de fragmentos pertenecientes a las dicotiledóneas, debe realizarse con cuidado, ya que existe la posibilidad de confundir un taxón con otro.

Los datos procedentes del año 2016 de la estación meteorológica ubicada al interior del Santuario Nacional Tabaconas Namballe indican que la temperatura promedio más baja se da, durante los meses de mayo a octubre, mientras que, con lo referente a la precipitación, esta se da con mayor intensidad en enero y va descendiendo hacia finales de año. Sin embargo, de acuerdo con Bendix *et al* (2006), los parámetros ambientales están sujetos a cambios debido a eventos climatológicos como “las oscilaciones del niño”, el cual se registró durante los años 2015 – 2016, pudiendo variar los parámetros ambientales normales y como consecuencia la estacionalidad pudo verse alterada. (Figura 17).

## 9.4 Modelación del uso de hábitat

El modelo construido para predecir la presencia del tapir en un determinado hábitat en las estaciones seca y de lluvias no fue significativo con las variables altitud y hábitat, es decir que la hipótesis sobre la variación estacional del tapir queda rechazada al comprobarse mediante este modelo. Sin embargo, esto no descarta la posibilidad de que la utilización de otro modelo u otras variables puedan lograr determinar si existe o no una variación estacional. Los modelos de ocupación serían tal vez más apropiados ya que cuentan con mayor robustez estadística al tener en consideración la detectabilidad imperfecta, es decir, la probabilidad de encontrar a un individuo de una especie en un determinado sitio de evaluación. (MacKenzie *et al*, 2006). Este modelo ha sido empleado con datos de presencia y ausencia obtenidos mediante cámaras trampa en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe con el fin de determinar el uso de hábitat del oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y el tapir andino (*Tapirus pinchaque*), y los resultados revelan una mayor probabilidad de encontrar al tapir en el páramo (Mena *et al*, 2017).

Otro modelo que se podría utilizar y que no fue parte de este estudio fue el modelo Maxent (modelo de máxima entropía), el cual a partir de variables ambientales y datos únicamente de presencia en coordenadas pueda estimar la probabilidad de encontrar a una especie en una zona determinada. Como información adicional, en este estudio también se realizó un modelo con Maxent usando datos de presencia de tapir, como huellas y heces, y 19 variables ambientales obtenidas de bioclim ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)), con resolución de 1 km<sup>2</sup> (figura 16). A diferencia de los resultados obtenidos con el GLM, se obtuvo una probabilidad notablemente mayor de encontrar al tapir en el páramo. Esto sugiere que utilizar las variables altitud y estación pueden no ser suficientes, y que el sinergismo entre más variables podría llevar a la construcción de un mejor modelo, en este contexto un GLM.

## X. Conclusiones

Se determinó que el grupo de las poales, fue el más frecuente de las heces, encontrándose en el total de muestras obtenidas, 100% (n = 49), y una proporción de  $0,60 \pm 0,25$ .

No se logró determinar el 21% de fragmentos de hojas ya que el estado de estas muestras imposibilitó su identificación.

El grupo de las Solanaceas fue el segundo en cuanto a proporción, sin considerar los fragmentos no identificados, con el  $0,09 \pm 0,14$ .

El grupo de las Ericaceas, sin considerar los fragmentos no identificados, presento una proporción de  $0,05 \pm 0,09$ .

El grupo de las Asteraceas presentó, sin considerar los fragmentos no identificados, una proporción del  $0,03 \pm 0,09$ .

Se encontró únicamente que el consumo de especies de la familia de las Solanaceas es mayor durante la estación seca ( $p < 0,05$ ), mientras que para los demás grupos no hubo diferencias ( $p > 0,05$ ).

El consumo de semillas es mayor en la estación de lluvias ( $p < 0,05$ ), encontrando en este estudio, semillas de las familias Solanaceae, Asteraceae, Poaceae y Cyperaceae

No existen diferencias en el uso del hábitat del tapir de montaña, concluyendo que, con el modelo construido y las variables empleadas, esta especie usa ambas zonas de vida por igual ( $p > 0,05$ ).

## XI. Recomendaciones

1. Se recomienda realizar más estudios sobre la composición de la dieta del tapir de montaña en Perú, mientras que en Ecuador y Colombia hay resultados, en nuestro país aún no existe un registro detallado a nivel específico de las plantas consumidas por el tapir, siendo este estudio uno de los pioneros.
2. Comparar las metodologías empleadas por otros autores en la determinación de la dieta del tapir de montaña, así como la aplicación de técnicas moleculares en la determinación de la dieta como el DNA barcoding.
3. Utilizar modelos matemáticos con mayor robustez para observar variación estacional en el uso de hábitat, así como en la dieta.
4. El conocimiento de la fenología supondría una mayor ventaja para conocer más a profundidad la dieta del tapir, específicamente en un ecosistema como el páramo, en donde la variación estacional anual, no es tan distinta a la variación diaria de los parámetros ambientales.
5. Obtener una colección de referencia más robusta y realizar la identificación hasta especie, de esta manera se evitan las ambigüedades que pueden presentarse cuando se intenta identificar un taxón hasta familia.
6. Para obtener resultados más precisos respecto al consumo de semillas se recomienda separarlas en base al tipo de fruto, con la finalidad de entender mejor la relación de la estacionalidad y el consumo de frutos que no necesariamente vienen acompañados de hojas, como el caso de las gramíneas.

## XII. Referencias citadas

Acosta, H; Cavelier, J y Londoño, S. 1996. Aportes al conocimiento de la biología de la danta de montaña, *Tapirus pinchaque*, en los Andes Centrales de Colombia. *Biotropica*, 258-266.

Amanzo, J; Acosta, R; Aguilar C; Eckhardt K; Baldeón, S y Pequeño, T. 2003. Evaluación biológica rápida del Santuario Nacional Tabaconas–Namballe y zonas aledañas. *World Wildlife Fund–Perú*. Informe WWF–OPP: QM-91.

Barongi, R. 1993. Husbandry and conservation of tapirs. *International Zoo Yearbook*, 32: 7- 15.

Beckman, N. G y Rogers, H. S. 2013. Consequences of seed dispersal for plant recruitment in tropical forests: interactions within the seedscape. *Biotropica*, 45 (6): 666-681.

Bendix, J; Homeier, J; Ortiz, E. C; Emck, P; Breckle, S. W; Richter, M y Beck, E. 2006. Seasonality of weather and tree phenology in a tropical evergreen mountain rain forest. *International Journal of Biometeorology*, 50(6): 370-384.

Bermudez, D y Reyes, J. 2011. Dieta del tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*) en tres localidades del corredor ecológico Llangantes – Sangay. *Boletín Técnico 10, Serie Zoológica*, 7: 1 – 13.

Bodmer, R. E. 1990. Fruit patch size and frugivory in the lowland tapir (*Tapirus terrestris*). *Journal of Zoology*, 222 (1): 121-128.

Bonney, S y Crotty, M. 1979. Breeding the Mountain tapir. *International Zoo Yearbook*, 19 (1): 198 - 200.

Armando, C; Verdugo U. Estado poblacional, uso de hábitat y fenología de plantas asociadas a la dieta del tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*

ROULIN, 1829), en dos localidades de los andes tropicales del norte del Ecuador.

Chamrad Albert D; Thadis W. Box. 1964. A Point Frame for Sampling Rumen Contents. *The Journal of Wildlife Management*, 28 (3): 473 – 477.

Cornejo, F y Janovec, J. 2010. *Seeds of Amazonian Plants*. Princeton University Press, 158 pp.

Decreto supremo N° 004-2014-MINAGRI. Aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna Silvestre legalmente protegidas. *Diario El Peruano*. Lima, 8 de abril de 2014.

Diaz, L. 2008. Estudio de la dieta de *Tapirus pinchaque* en San Agustín – Huila como insumo para la liberación de “Poncho”. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, 100 pp.

Downer, C. C. 1997. Status and action plan of the mountain tapir (*Tapirus pinchaque*). *Tapirs, Status, Survey and Conservation Action Plan*. IUCN, Gland, Switzerland.

Downer, C. C. 1996. The mountain tapir, endangered ‘flagship’ species of the high Andes. *Oryx*, 30(1): 45 – 58.

Downer, C.C. 2001. Observations on the diet and habitat of the mountain tapir (*Tapirus pinchaque*). *Journal of Zoology*, 254 (3): 279-291.

Dun, D; Sharma, G y Campbell, C. 1965. Stomatal Patterns of Dicotyledons and Monocotyledons. *The American Midland Naturalist*, 74 (1): 185 – 195.

Freire, S; Urtubey, E; Giuliano, D. 2007. Epidermal Characters of *Baccharis* (Asteraceae) Species used in traditional medicine. *Caldasia*, 29(1): 23-38.

Gentry Alwyn H. 1993. A Field Guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru). The University of Chicago Press, 460 pp.

Gregory-Wodzicki K. M. 2000. Uplift history of the Central and Northern Andes: a review. Geol. Soc. Am. Bull. 112, 1091–1105

INRENA. 2007. Plan Maestro del Santuario Nacional Tabaconas-Namballe 2007-2011, 265 pp.

Janzen D.H. 1981. Digestive seed predation by a Costa Rican Baird's Tapir (*Tapirus bairdii*). Biotropica, 59–63.

Keane, K. M. 2011. Análisis de Heces del Tapir Andino, *Tapirus Pinchaque* (Roulin, 1829), en la Comunidad de Oyacachi, Parque Nacional Cayambe-Coca, Ecuador: Un Estudio Realizado en la Comunidad de Oyacachi, Ecuador Analizando el Contenido de las Heces del Tapir Andino y Registrando Proporciones de Fibras, Hojas, Tallos, o Semillas en su Dieta, Para Verificar su Función de Dispersor de Semillas en su Hábitat. *Independent Study Project (ISP) Collection*.

Liscovsky, I y Cosa, M. 2005. Anatomía comparativa de hoja y tallo en los representantes de *Cestreae* G. Don (Solanaceae) de Argentina. *Gayana Botánica*, 62(1): 33 – 43.

Lizcano, D.J y Cavelier, J. 2004. Características químicas de salados y hábitos alimenticios de la danta de montaña (*Tapirus pinchaque* Roulin 1829) en los Andes centrales de Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 11 (2): 193-201.

Lizcano, D. J; Pizarro, V; Cavelier, J y Carmona, J. 2002. Geographic distribution and population size of the mountain tapir (*Tapirus pinchaque*) in Colombia. *Journal of Biogeography*, 29 (1): 7-15.

Lizcano, D.J y Sissa, A. 2003. Notes on the Distribution, and Conservation Status of Mountain Tapir (*Tapirus pinchaque*) in Northern Peru. Tapir Conservation, newsletter of IUCN/SSC Tapir Specialist Group, 12: 21-24.

Cayuela, L. 2009. Modelos lineales generalizados (GLM). *Materiales de un curso del R del IREC*.

MacKenzie D; Nichols, J; Royle, J; Pollock, K; Bailey, L y Hines, J. 2006. Occupancy Estimation and Modeling: Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence. Academic Press, 324 pp.

Mena, J; Yagui, H; La Rosa, F; Zuñiga, A; Hiyo, L; Huaman, C; Cotrina, D; Ocupa, L; Neyra, S; Lozada, E; Aponte, J; Caruajulca, C; Ramirez, A; Lozada, A; Guerrero, J; Valdivia, S; Campos, A; Tenorio, M. 2017. Diseño de monitoreo de oso andino y tapir de montaña utilizando cámaras trampa: experiencia en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe. WWF-SERNANP.

Mora, A; Baby, P; Roddaz, M; Parra, M; Brusset, S; Hermoza, W y Espurt, N. 2009. Tectonic History of the Andes and Sub-Andean Zones: Implications for the Development of the Amazon Drainage Basin, in Amazonia: Landscape and Species Evolution: A look into the past (eds C. Hoorn and F. P. Wesselingh), Wiley-Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK.

Morales, M. R. 2007. *Atlas de páramos de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Naranjo, J; Cruz, E. 1998. Ecología del Tapir (*Tapirus Bairdii*) en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas, México. Acta Zoológica Mexicana, 73: 111-125.

Nelder, J y Wedderburn R. 1972. Generalized Linear Models. Journal of the Royal Statistical Society, 135: 370 - 384.



O'Farrill, G; Galetti, M y Campos-Arceiz, A. 2013. Frugivory and seed dispersal by tapirs: an insight on their ecological role. *Integrative zoology*, 8 (1): 4-17.

Olmos, F. 1997. Tapirs as seed dispersers and predators. *Tapir Action Plan (Brooks, D; RE Bodmer, y S. Matola, eds.)*. IUCN Tapir Specialists Group, 3-9.

Parada, M; Alarcón, D y Rosero, L. 2012. Fenología de la Floración de Especies Ornitófilas de Estratos Bajos en dos Hábitats Altoandinos del Parque Natural Municipal Ranchería (Paipa-Boyacá-Colombia). *Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia*, 34 (1): 139-154.

Painter, R. L. E y Rumiz, D. I. 1999. ¿Por qué son importantes los herbívoros terrestres para los bosques de producción forestales? *Revista Boliviana de Ecología*, 5: 61-74.

Peña, M., Luís, J; Sánchez Vega, I y Millán Tapia, J. F. 2006. Estado actual de la diversidad florística del páramo sectores: el Espino y Palambe, Sallique, Jaén. Cajamarca. Perú. *Ecología Aplicada*, 5 (1-2): 1-8.

Ponge, J; Pierre, A, Sondag, F y Delecour, F. 1997. Soil fauna and site assessment in beech stands of the belgian Ardennes. *Canadian Journal of Forest Research*, 27: 2053-2064.

Richard, E y Juliá, J. P. 2000. Aspectos generales de la biología, estatus, uso y manejo del Tapir (*Tapirus terrestris*) en Argentina. REHM, Serie Apuntes, 1, 78 pp.

R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>.

Roulin, X. 1829. Memoire pour servir a l'histoire du tapir; et description d'une espece nouvelle appartenant aux hautes regions de la Cordillere des Andes. *Ann. Sci. Nat. Zool. (Paris)* 17: 26 - 55.

Salas, L. A y Fuller, T. K. 1996. Diet of the lowland tapir (*Tapirus terrestris* L.) in the Tabaro River valley, southern Venezuela. Canadian Journal of Zoology, 74 (8): 1444 - 1451.

Sandoval Cañas, L; Reyes Puig, JP; Tapia, A y Bermúdez Looor, D. 2009. Manual de campo para el estudio y monitoreo del tapir de montaña (*Tapirus pinchaque*). Grupo Especialista de Tapires.

UICN/SSC/TSG. 2009. Fundación Oscar Efrén Reyes, Centro Tecnológico de Recursos Amazónicos- Centro Fátima, Finding Species.

Santacruz Salazar, L. J. 2010. Patrón de actividad de *Tapirus pinchaque* en distintos hábitats y fases lunares, en la hacienda San Antonio, flanco oriental del volcán Tungurahua.

Tobler, M. W; Naranjo, E. J y Lira-Torres, I. 2006. Habitat preference, feeding habits and conservation of Baird's tapir in Neotropical montane oak forests. In Ecology and conservation of Neotropical montane oak forests. Springer Berlin Heidelberg, 347 - 359.

Van der Hammen, T y Hooghiemstra, H. 2000. Neogene and Quaternary history of vegetation, climate and plant diversity in Amazonia. Quat. Sci. Rev. 19, 725–742.

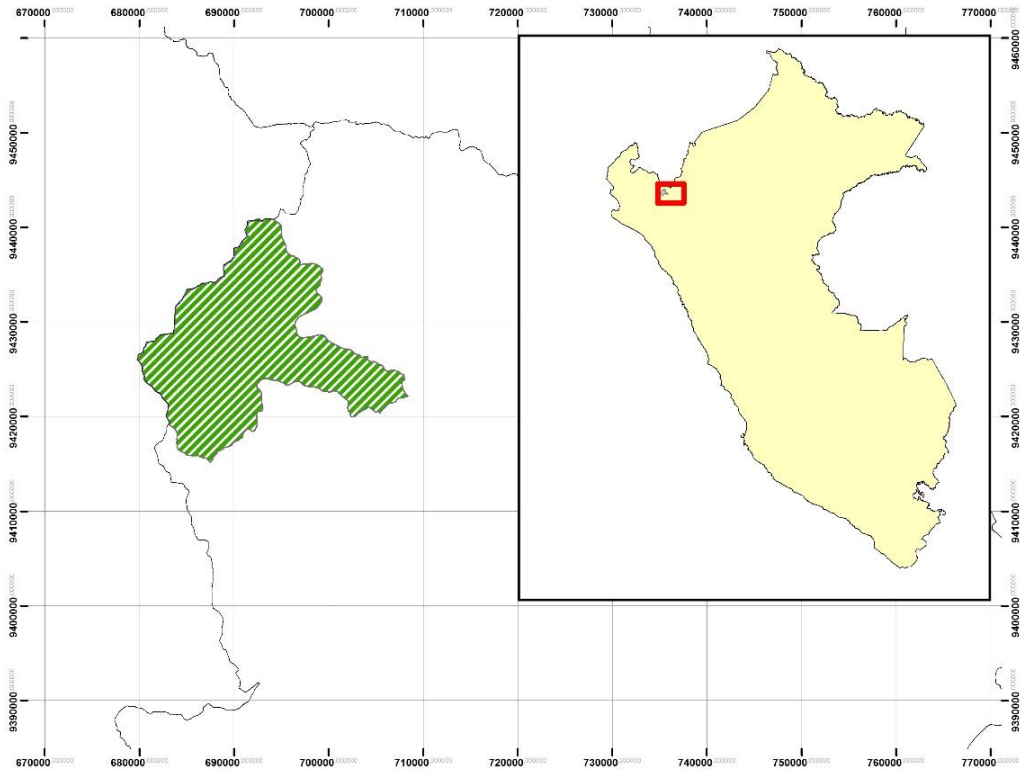
Van Schaik, C. P; Terborgh, J. W y Wright, S. J. 1993. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. Annual Review of Ecology and Systematics, 353 - 377.

Wright, S. J. 1996. Phenological responses to seasonality in tropical forest plants. In Tropical forest plant ecophysiology, 440 - 460.

Zimmerman, J; Wright, S; Calderon, O; Aponte, M y Paton, S. 2007. Flowering and fruiting phenologies of seasonal and aseasonal Neotropical forests: the role of annual changes in irradiance. Journal of tropical ecology, 23: 231 - 251.

# XIII. Anexos

## Figuras



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio



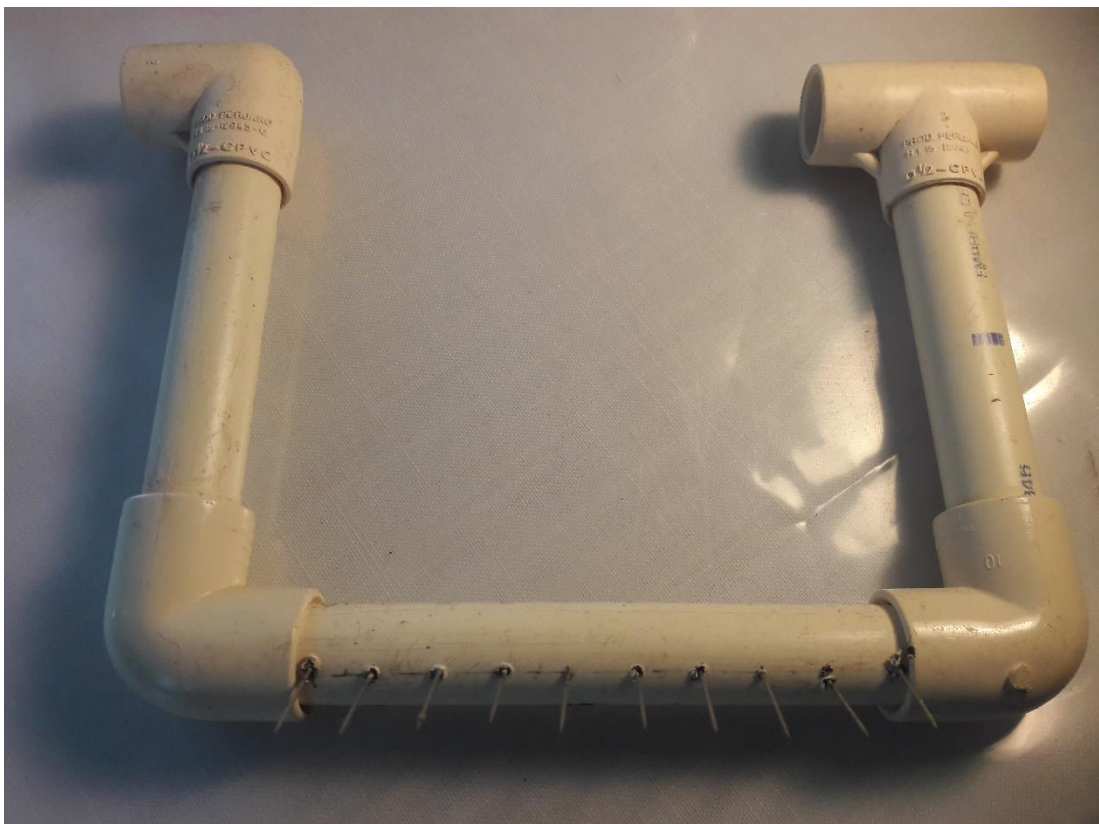
**Figura 2.** Heces de tapir andino en el páramo relativamente frescas



**Figura 3.** Instalación y configuración de las cámaras trampa al interior del Santuario Nacional Tabaconas Namballe



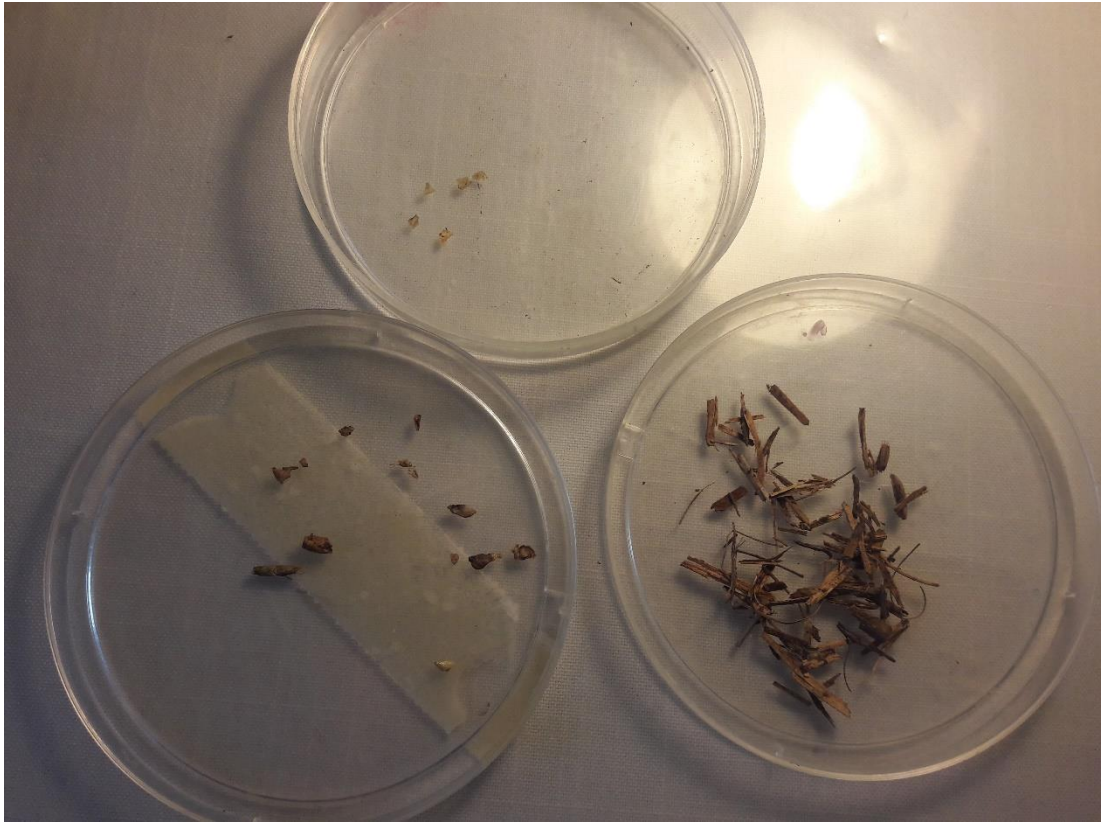
**Figura 4.** Estufa utilizada para el secado de muestras fecales y plantas de referencia.



**Figura 5.** Marco con agujas para el sistema point-frame con tubos reciclados de pvc

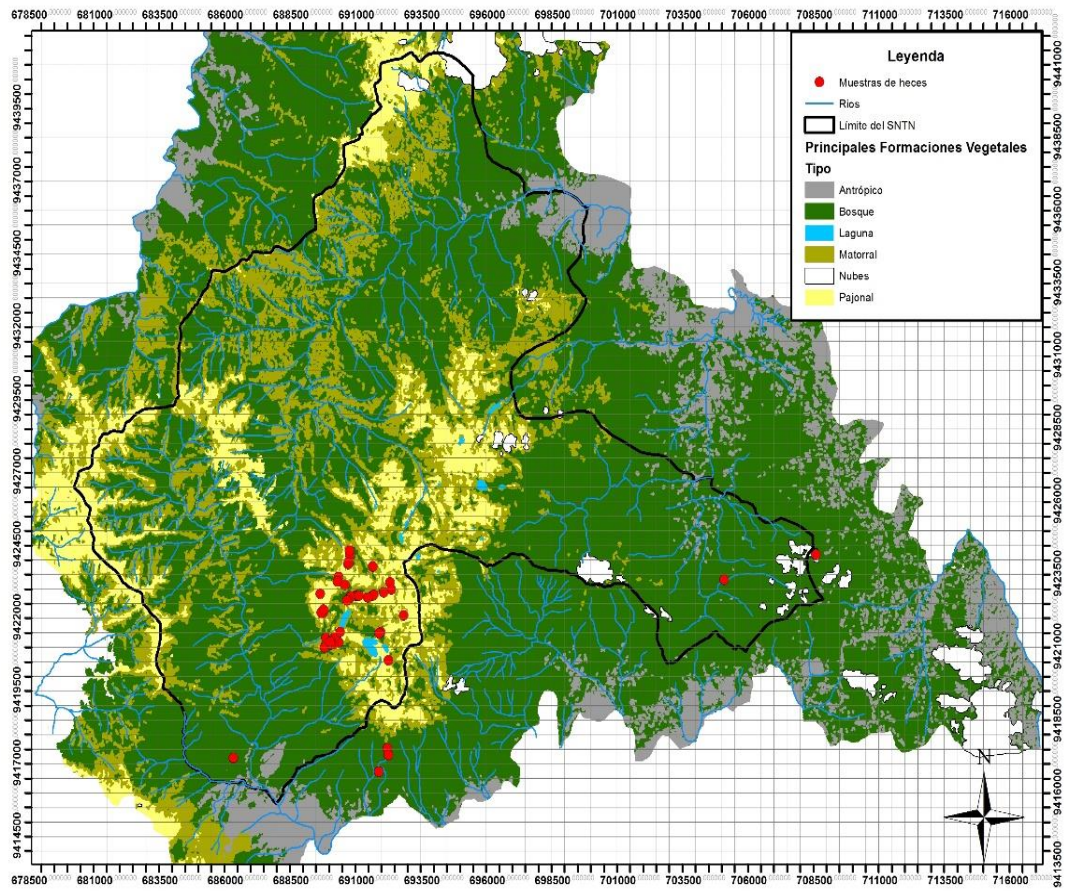


**Figura 6.** Fragmentos de hojas

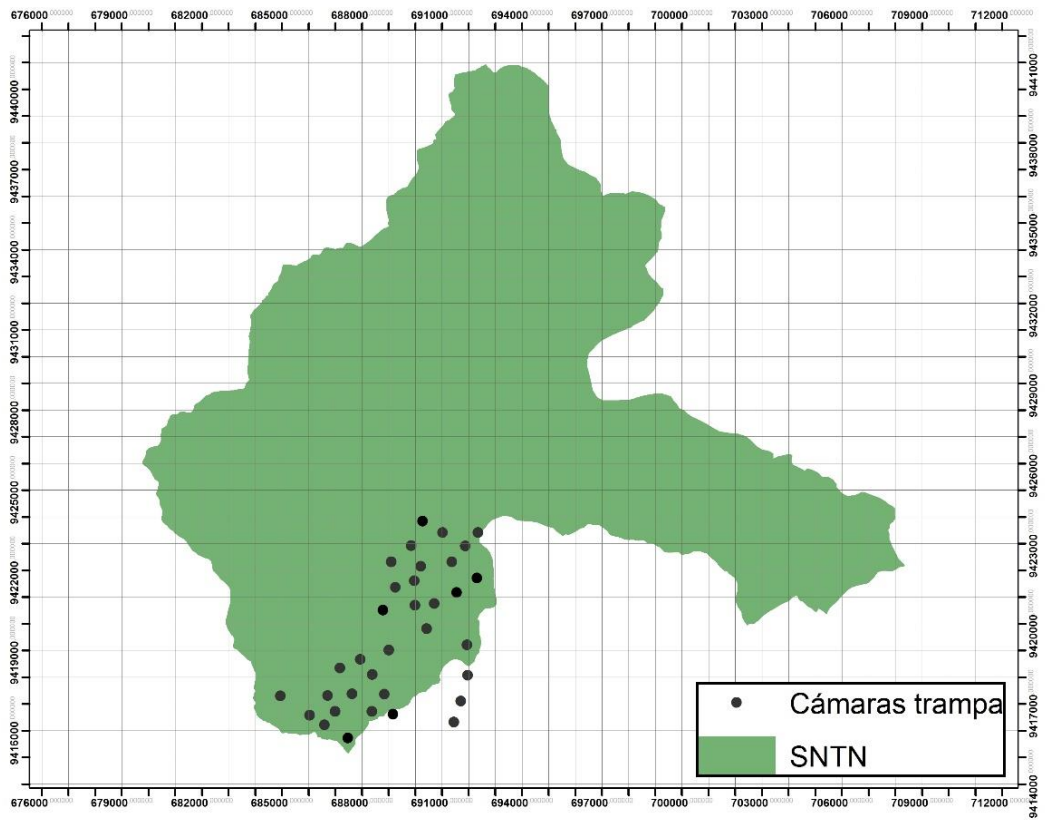


**Figura 7.** Separación de los fragmentos vegetales en tallos, y hojas

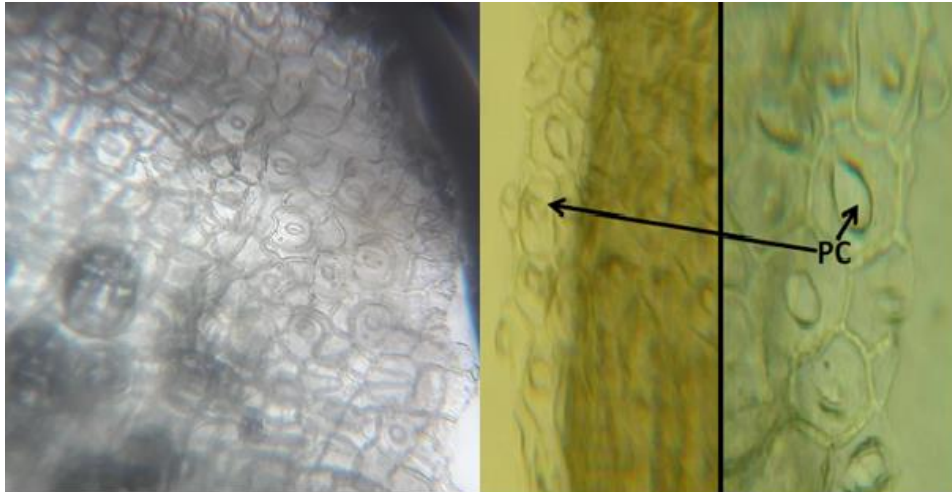




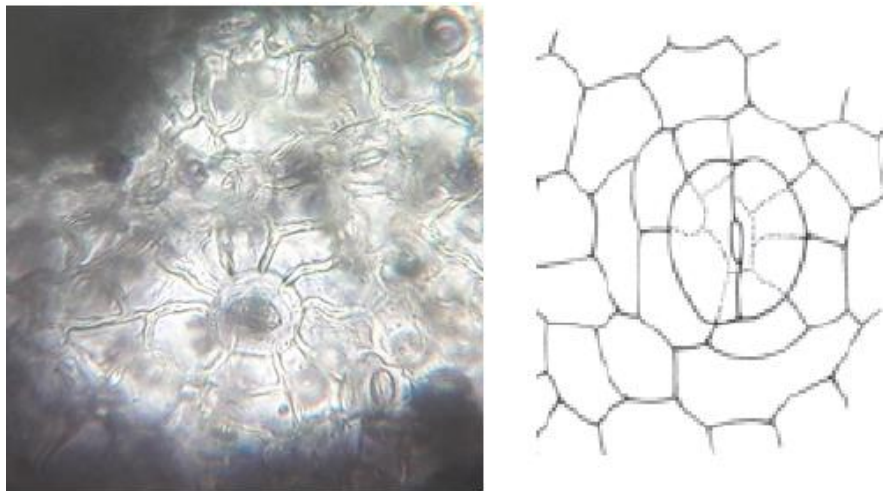
**Figura 8.** Ubicación de las muestras fecales y descripción de las principales formaciones vegetales



**Figura 9.** Ubicación de las estaciones cámara al interior del Santuario Nacional Tabaconas Namballe y parte de la zona de amortiguamiento



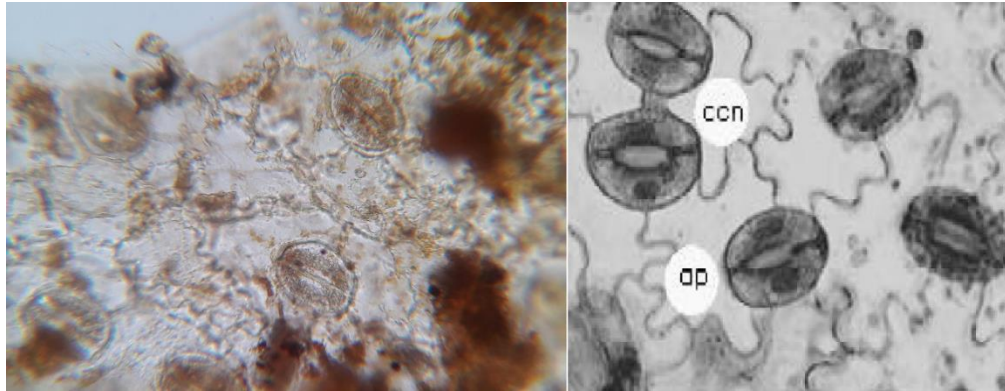
a) Asteraceae. A la izquierda una microfotografía de las muestras fecales y a la derecha una imagen de referencia extraída de Díaz, 2008. PC = protuberancia convexa.



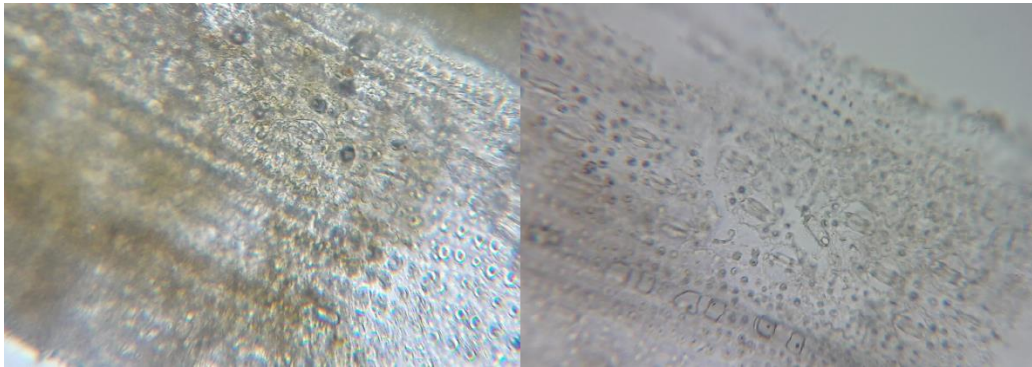
b) Asteraceae. A la izquierda una microfotografía de las muestras fecales y a la derecha una imagen de referencia extraída de Freire *et al*, 2007. Estoma tipo Estaurocítico.



c) Ericaceae. Izquierda y central, microfotografías de las muestras fecales, y a la derecha una imagen de referencia de la colecta para este estudio.



d) Solanaceae: Izquierda: microfotografía de la muestra fecal, derecha: imagen de referencia extraída de Liscovsky y Cosa, 2005. ap = aperígeno, con = contiguo.

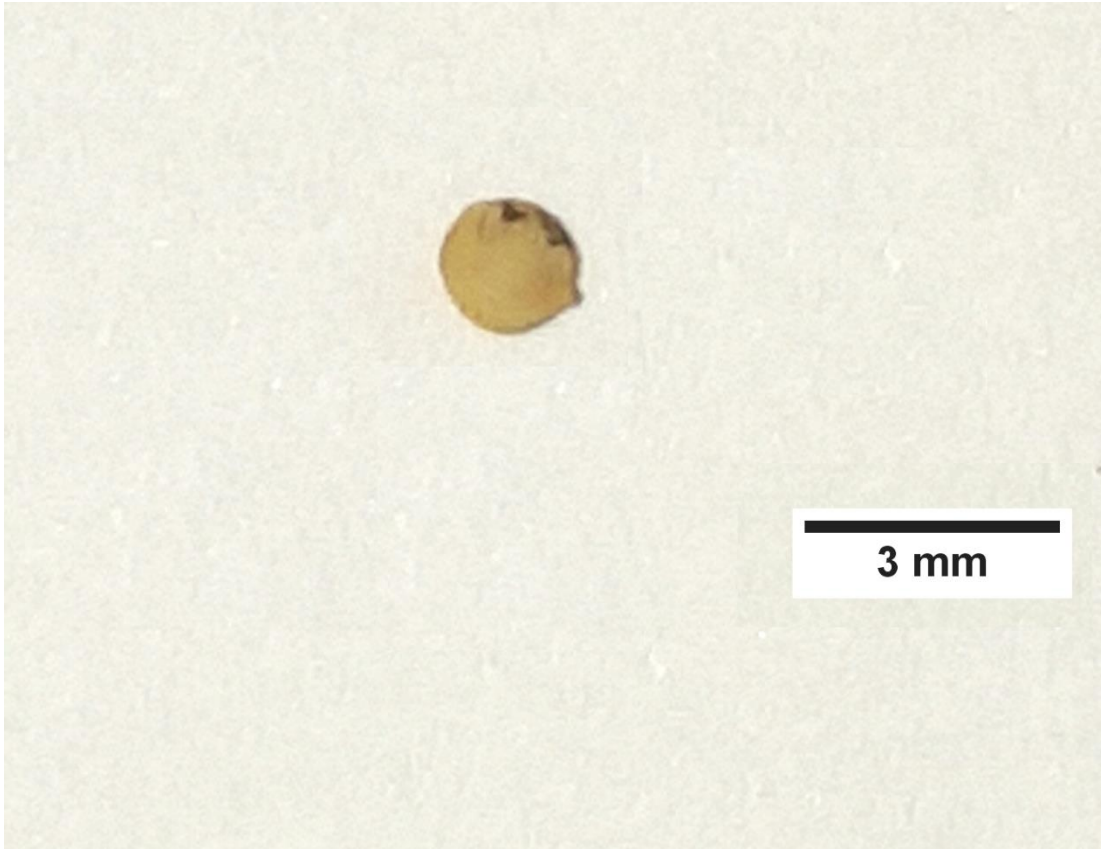


e) Poales. Izquierda: microfotografía de muestra fecal, derecha: imagen de referencia de la colecta para este estudio.

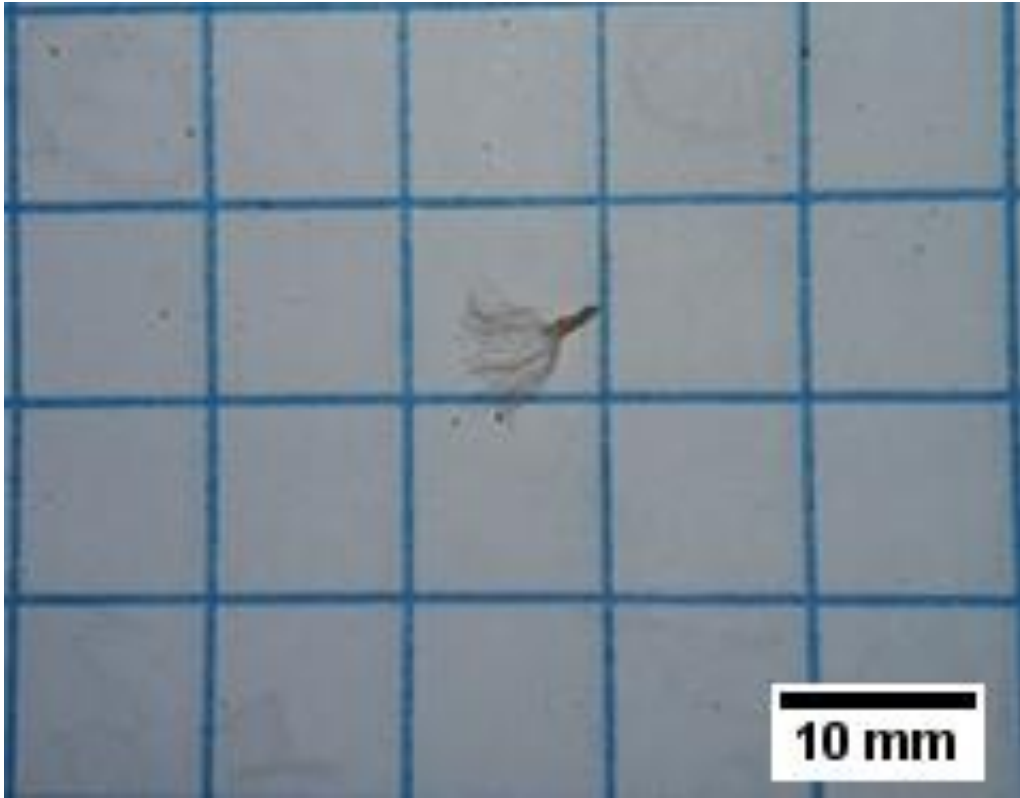
**Figura 10.** Comparación histológica de los grupos encontrados, con las plantas de referencia colectadas en este estudio, así como microfotografías de otros autores



**Figura 11.** Semilla de Poaceae



**Figura 12.** Semillas de Solanaceae



**Figura 13.** Semillas de Asteraceae

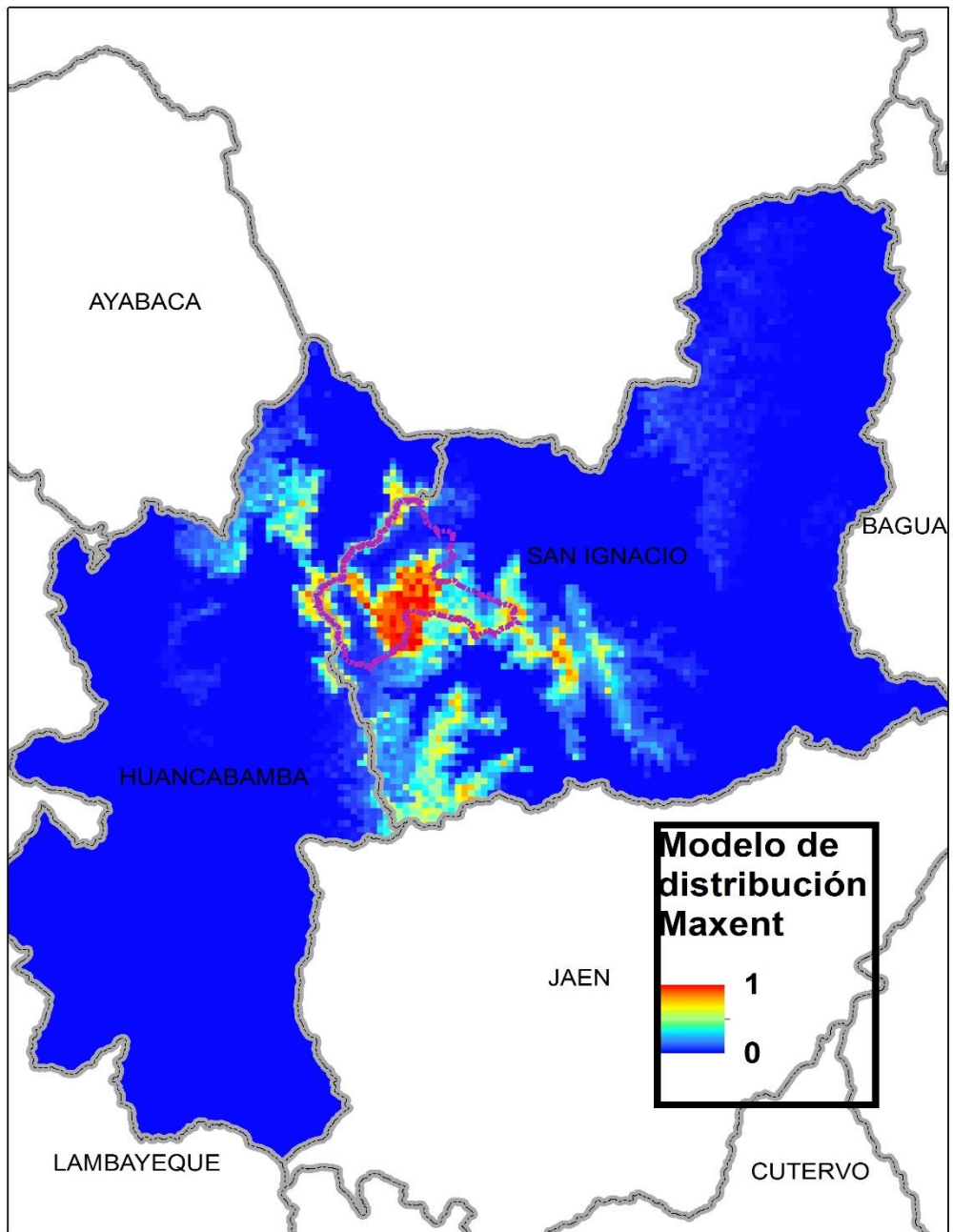


**Figura 14.** Semilla de Cyperaceae

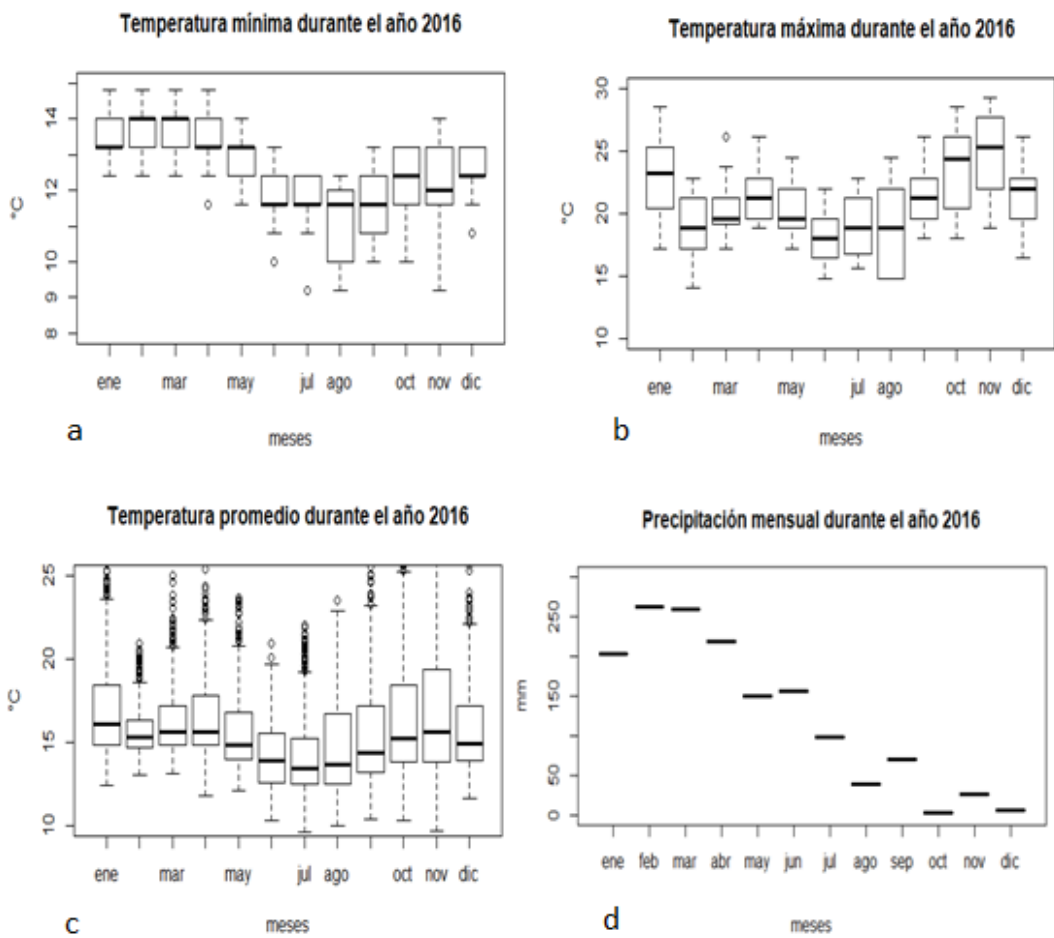


**Figura 15.** Cámara hallada en el suelo debido al forcejeo del oso de anteojos





**Figura 16.** Modelo creado con el programa Maxent. La gradiente indica la probabilidad de encontrar al tapir



**Figura 17.** Temperatura y precipitación mensual durante el año 2016

**Tabla 7.** Grupos taxonómicos determinados en la dieta del tapir andino.

Autor		Downer (2001)	Lizcano y Cavelier (2004)	Acosta (1996)	Diaz (2008)	Este estudio
Época del estudio		Lluvias y seca	Lluvias y seca	Lluvias y seca	No específica	Lluvias y seca
Orden	Familia					
Poales	Bromeliaceae	X				X
	Cyperaceae	X				
	Poaceae	X	X	X	X	
	Juncaceae	X				
Alismatales	Araceae				X	
Apiales	Araliaceae		X	X		
Apiales	Apiaceae	X	X			
Arecales	Arecaceae				X	
Asterales	Asteraceae	X	X	X	X	X
Asterales	Campanulaceae	X			X	
Brassicales	Boraginaceae				X	
Caryophyllales	Polygonaceae	X	X	X		
Chloranthales	Brassicaceae	X				
Cucurbitales	Begoniaceae		X	X		
Cucurbitales	Clusiaceae			X		
Cyatheaales	Coriariaceae	X				
Dipsacales	Valerianaceae	X				
Ericales	Ericaceae	X	X			X
Ericales	Myrsinaceae			X		
Fabales	Fabaceae	X			X	
Gentianales	Gentianaceae	X				
Gentianales	Loganiaceae	X		X		
Gentianales	Rubiaceae	X	X	X	X	
Geraniales	Geraniaceae	X				
Gunnerales	Gunneraceae	X	X	X		
Lamiales	Gesneriaceae		X	X	X	
Lamiales	Lamiaceae	X				
Lamiales	Plantaginaceae	X	X			
Lamiales	Scrophulariaceae	X				
Lamiales	Cyclanthaceae				X	
Magnoliales	Myristicaceae				X	
Malpighiales	Chloranthaceae				X	
Malpighiales	Euphorbiaceae				X	
Malpighiales	Passifloraceae	X				
Myrtales	Melastomataceae	X	X	X	X	
Myrtales	Oenotheraceae	X			X	
Oxalidales	Oxalidaceae	X		X		
Pandanales	Cyatheaceae				X	
Piperales	Piperaceae			X	X	



**Formato 2.** Para la representación de datos de Habitat en R.

Presencia	Hábitat	Altitud	Estación	Días (esfuerzo)

### Flujograma para el análisis de la dieta



**Tabla final** de los datos obtenidos con el método de point-frame. En amarillo: estación seca y en azul: estación de lluvias

código	Hojas	Tallos	Semillas	Otros	Total	fecha	x	y	altitud	Habitat	Estación	Temporada	Poales	Ericaceae	Solanaceae	Asteraceae	NN
SNTN-TP-1-14	31	68	1	Insecto (cabeza,ala)	100	10-set-14	689232	9421684	3484	Paramo	Tabaconas	Seca	22	3	0	0	6
SNTN-TP-2-14	54	45	1		100	11-set-14	689381	9420823	3252	Paramo	Tabaconas	Seca	14	11	9	0	20
SNTN-TP-3-14	29	71	0		100	11-set-14	689272	9421675	3481	Paramo	Tabaconas	Seca	16	0	3	10	0
SNTN-TP-4-14	41	59	0	insecto(patas)	100	2-set-14	685849	9416700	2398	Bosque	Tabaconas	Seca	30	2	0	0	9
SNTN-TP-5-14	18	82	0		100	10-set-14	689860	9422920	3428	Paramo	Tabaconas	Seca	14	0	0	0	4
SNTN-TP-6-14	46	54	0		100	-	-	-	-	Paramo	Tabaconas	Seca	16	4	0	19	7
SNTN-TP-7-14	22	78	0		100	10-set-14	689164	9422339	3561	Paramo	Tabaconas	Seca	15	0	4	0	3
SNTN-TP-8-14	23	64	13		100	10-set-14	690245	9423390	3557	Paramo	Tabaconas	Seca	14	0	4	0	5
SNTN-TP-9-14	26	63	11	insecto	100	10-set-14	690287	9423655	3543	Paramo	Tabaconas	Seca	15	0	0	0	11

SNTN-TP-10-14	31	48	21		100	10-set-14	690279	9423822	3516	Paramo	Tabaconas	Seca	26	0	0	0	5
SNTN-TP-11-14	33	67	0		100	16-set-14	691725	9417025	3095	Paramo	Tabaconas	Seca	21	7	1	2	2
SNTN-TP-12-14	18	81	1		100	16-set-14	691761	9416802	3034	Bosque transición	Tabaconas	Seca	11	0	0	7	0
SNTN-TP-13-14	43	57	0		100	15-set-14	691402	9416229	2645	Bosque	Tabaconas	Seca	31	0	0	0	12
SNTN-TP-5-15	36	64	0		100	29-oct-15	689200	9421692	3470	Paramo	Tabaconas	seca	4	0	7	0	25
SNTN-TP-6-15	30	69	1		100	30-oct-15	690245	9423401	3556	Paramo	Tabaconas	seca	10	0	0	0	20
SNTN-TP-7-15	37	63	0		100	31-oct-15	690099	9422646	3575	Paramo	Tabaconas	seca	5	7	6	2	17
SNTN-TP-1-15	24	75	1		100	31-ago-15	689691	9420821	3217	Paramo	Tabaconas	Seca	18	0	0	0	6
SNTN-TP-2-15	24	76	0		100	31-ago-15	689559	9420740	3194	Paramo	Tabaconas	Seca	6	0	12	0	6
SNTN-TP-3-15	31	65	4		100	31-ago-15	689531	9420687	3190	Paramo	Tabaconas	Seca	5	5	13	0	8

SNTN-TP-4-15	21	79	0		100	11-ago-15	708103	9423682	2516	Bosque	Ihuamaca	Seca	12	7	0	0	2
SNTN-TP-01-16	19	81	0		100	04-jun-16	689919	9421026	3044	Paramo	Tabaconas	Seca	8	6	4	0	1
SNTN-TP-02-16	14	86	0		100	05-jun-16	691162	9423273	3387	Paramo	Tabaconas	Seca	4	0	5	0	5
SNTN-TP-03-16	23	77	0		100	06-jun-16	690983	9422211	3076	Paramo	Tabaconas	Seca	6	0	9	0	8
SNTN-TP-04-16	24	76	0		100	07-jun-16	689293	9421787	3516	Paramo	Tabaconas	Seca	11	0	7	0	6
SNTN-TP-14-14	38	61	1		100	22-nov-14	689333	9420489	3185	Paramo	Tabaconas	lluvias	23	0	0	0	15
SNTN-TP-8-15	41	59	0		100	08-nov-15	704587	9422814	2014	Bosque	Ihuamaca	lluvias	4	5	0	5	27
SNTN-TP-15-14	15	85	0		100	22-nov-14	689661	9420611	3185	Paramo	Tabaconas	lluvias	12	0	0	0	3
SNTN-TP-16-14	11	89	0		100	22-nov-14	691765	9420050	3216	Paramo	Tabaconas	lluvias	7	1	0	0	3
SNTN-TP-17-14	44	56	0		100	22-nov-14	689875	9420654	3225	Paramo	Tabaconas	lluvias	31	0	10	0	3



SNTN-TP-18-14	22	71	7		100	22-nov-14	689674	9420614	3222	Paramo	Tabaconas	lluvias	17	0	5	0	0
SNTN-TP-19-14	34	54	12	insecto	100	23-nov-14	690292	9422190	3250	Paramo	Tabaconas	lluvias	13	0	8	0	13
SNTN-TP-20-14	21	78	1		100	22-nov-14	689574	9420590	3197	Paramo	Tabaconas	lluvias	11	0	9	0	1
SNTN-TP-21-14	43	54	3		100	22-nov-14	691468	9421011	3403	Paramo	Tabaconas	lluvias	33	0	0	0	10
SNTN-TP-22-14	17	82	1		100	22-nov-14	692349	9421596	3518	Paramo	Tabaconas	lluvias	12	0	0	0	5
SNTN-TP-23-14	24	75	1		100	22-nov-14	691412	9420974	3368	Paramo	Tabaconas	lluvias	17	1	0	1	4
SNTN-TP-24-14	28	71	1	insecto(cabeza)	100	23-nov-14	690234	9423349	3558	Paramo	Tabaconas	lluvias	12	3	0	0	13
SNTN-TP-25-14	13	87	0		100	23-nov-14	689820	9422757	3494	Paramo	Tabaconas	lluvias	13	0	0	0	0
SNTN-TP-26-14	21	77	2		100	23-nov-14	691157	9422273	3266	Paramo	Tabaconas	lluvias	21	0	0	0	0
SNTN-TP-27-14	42	58	0		100	23-nov-14	691833	9422730	3354	Paramo	Tabaconas	lluvias	32	0	7	0	3

SNTN-TP-28-14	35	61	4		100	23-nov-14	691209	9422296	3273	Paramo	Tabaconas	lluvias	26	0	0	0	9
SNTN-TP-29-14	14	86	0		100	23-nov-14	691877	9422487	3324	Paramo	Tabaconas	lluvias	14	0	0	0	0
SNTN-TP-30-14	15	75	10		100	23-nov-14	690515	9422272	3244	Paramo	Tabaconas	lluvias	12	1	0	0	2
SNTN-TP-31-14	32	65	3		100	23-nov-14	690571	9422275	3245	Paramo	Tabaconas	lluvias	32	0	0	0	0
SNTN-TP-32-14	45	51	4		100	23-nov-14	690250	9422165	3245	Paramo	Tabaconas	lluvias	21	0	15	0	9
SNTN-TP-33-14	22	74	4		100	23-nov-14	690326	9422246	3247	Paramo	Tabaconas	lluvias	22	0	0	0	0
SNTN-TP-34-14	29	67	4		100	23-nov-14	690232	9422130	3246	Paramo	Tabaconas	lluvias	25	4	0	0	0
SNTN-TP-35-14	21	71	8		100	23-nov-14	690638	9422273	3245	Paramo	Tabaconas	lluvias	9	4	0	0	8
SNTN-TP-36-14	23	64	13		100	23-nov-14	690181	9422101	3245	Paramo	Tabaconas	lluvias	23	0	0	0	0
SNTN-TP-37-14	29	70	1		100	23-nov-14	691587	9422385	3284	Paramo	Tabaconas	lluvias	21	7	0	0	1