

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
**ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Sistemática y biogeografía de las musarañas del género *Cryptotis***  
**(Eulipotyphla: Soricidae) en los Andes de Ecuador**

**Tesis previa a la obtención del título de Máster en Biología de la**  
**Conservación**

**PABLO ALEJANDRO MORENO CÁRDENAS**

**Quito, noviembre 2017**



# Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Secretaría

## CERTIFICADO

Yo, Santiago Ron Ph.D Director de Tesis , CERTIFICO:

Que.....el.....señor Pablo Alejandro Moreno Cárdenas

ha realizado la investigación sobre el

tema Sistemática y Biogeografía de las musarañas del género Cryptotis (Eulipotyphla: Soricidae) de Ecuador

de

acuerdo a las normas y técnicas establecidas. Una vez concluido y revisado el trabajo, conforme

con las disposiciones reglamentarias, autorizo la presentación del informe respectivo.

Fecha: 28 de noviembre del 2017

f) 

**DIRECTOR**

A Dios, que hizo los animales salvajes que caminan, vuelan y nadan en la tierra.

Génesis 1: 25-26

## AGRACIEMENTOS

Agradezco a Dios; a Santiago Ron, Director de mi tesis, por su confianza, enseñanza y conocimientos entregados para la realización de este trabajo. A Marcel Caminer por compartir sus conocimientos, tiempo y esfuerzo en los análisis moleculares de este trabajo. A Gabriela Castillo y Andrea Manzano por toda su ayuda, conocimientos e instrucciones en la extracción del material genético en el laboratorio. A María José Navarrete y Andrés Merino por su ayuda y conocimiento brindado en los análisis de variables bioclimáticas. A Nicolás Tinoco por sus valiosos consejos. A Santiago Burneo, Alejandra Camacho del Museo de Mastozoología QCAZ por permitirme usar el material de las musarañas de su prestigiosa sección. A mi amigo Luis Albuja (retirado), Miguel Pinto y a todo el personal del Instituto de Ciencias Biológicas de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador por la confianza depositada en mi persona para mi permanencia en la sección de Mastozoología y por el uso de sus colecciones y equipos de trabajo en campo. A Diego Tirira por sus consejos en la evaluación de las categorías de conservación. A Mario Yáñez y Jorge Brito del Instituto Nacional de Biodiversidad por el uso del material depositado en esta Institución. A Víctor Pacheco y Denise Ruelas, de la Sección de Mastozoología del Museo de Historia Natural (Javier Prado) de la Universidad Mayor de San Marcos en Lima-Perú y a Horacio Zeballos de la sección de Mastozoología del laboratorio de la Universidad Nacional de San Agustín en Lima-Perú por el acceso a la revisión del material de *Cryptotis* de esas instituciones. A la Fundación Ecociencia, los Ecofondos por el otorgamiento de la beca para poder conseguir datos de musarañas al sur de Ecuador. A Karem López, Katherine Moreno (mapas), Gabriela Villagran, Roxana Lasluisa, José Luis Román, Ibeth Alarcón, Salomé Solórzano, Alejandro Mesías y Mateo Bohórquez por su apoyo incondicional, ayuda y buenos consejos.

## Índice de Contenido

1	RESUMEN .....	1
2	ABSTRACT .....	3
3	INTRODUCCIÓN.....	5
3.1	OBJETIVOS.....	8
3.1.1	Objetivos generales: .....	8
3.1.2	Objetivos específicos:.....	8
4	MATERIALES Y METODOS.....	9
4.1	Área de estudio y muestreo de especímenes .....	9
4.2	Análisis Molecular.....	10
4.2.1	Extracción y amplificación del ADN .....	10
4.2.2	Análisis filogenéticos .....	11
4.2.3	Distancias genéticas.....	12
4.3	Caracterización morfológica .....	13
4.3.1	Caracteres cuantitativos.....	13
4.3.2	Caracteres morfológicos de diagnosis, variación y comparativo entre especies... 17	
4.4	Análisis de envoltura ambiental .....	17
4.5	Área del hábitat y análisis del estado de conservación .....	18
5	RESULTADOS .....	19
5.1	Relaciones filogenéticas .....	19
5.1.1	Grupo <i>Cryptotis parvus</i> :.....	20

5.1.2 Grupo <i>Cryptotis thomasi</i> : .....	20
5.1.3 Grupo <i>Cryptotis nigrescens</i> : .....	20
5.1.4 Grupo <i>Cryptotis mexicanus</i> : .....	21
5.1.5 Grupo <i>Cryptotis goldmani</i> : .....	21
5.2 Distancias genéticas.....	21
5.3 Morfometría de <i>Cryptotis</i> .....	21
5.4 Morfometría de las especies de Ecuador y Perú.....	22
Sistemática.....	23
<i>Cryptotis equatoris</i> .....	23
<i>Cryptotis montivagus</i> .....	28
<i>Cryptotis niausa</i> .....	32
<i>Cryptotis osgoodi</i> .....	37
<i>Cryptotis peruviensis</i> .....	41
<i>Cryptotis</i> sp. nov.....	44
5.5 Capacidad cavadora de las extremidades .....	48
5.6 Registros fósiles del Pleistoceno tardío en Ecuador.....	49
5.7 Envoltura ambiental.....	50
6 DISCUSIÓN.....	51
6.1 Delimitación de especies y relaciones evolutivas de las poblaciones .....	51
6.2 Capacidad cavadora de las extremidades .....	53
6.3 Registros fósiles de <i>Cryptotis</i> .....	54

6.4	Relación entre la envoltura ambiental y especies .....	56
6.5	Aspectos biogeográficos y estado de conservación.....	56
7	LITERATURA CITADA.....	58
8	TABLAS.....	68
9	FIGURAS.....	85
10	ESPECIMENES EXAMINADOS .....	104
11	ANEXOS.....	107

## Índice de Tablas.

<b>Tabla 1.</b> Especímenes y secuencias del Genbank usados en el análisis filogenético.....	68
<b>Tabla 2.</b> Distancias genéticas $p$ no corregidas del gen CYTB entre cuatro especies del grupo <i>Cryptotis thomasi</i> y <i>C. niausa</i> .....	71
<b>Tabla 3.</b> Distancias genéticas $p$ no corregidas del gen CYTB entre especies del género <i>Cryptotis</i> de América.....	72
<b>Tabla 4.</b> Componentes con las cargas de las variables de las 16 medidas de 22 <i>Cryptotis</i> de América.....	75
<b>Tabla 5.</b> Componentes con las cargas de las variables de las regresiones (Reg) entre 13 medidas craneales y la longitud cóndilo basal (LCB) de especies de <i>Cryptotis</i> de Ecuador y Perú .....	76
<b>Tabla 6.</b> Veinte y una medidas corporales, craneales y mandibulares de seis especies de <i>Cryptotis</i> de Ecuador y Perú.....	77
<b>Tabla 7.</b> Área de los hábitats remanentes para las especies de <i>Cryptotis</i> Ecuador.....	80
<b>Tabla 8.</b> Hábitat remanente total y porcentaje dentro de las áreas protegidas de Ecuador .....	81
<b>Tabla 9.</b> Índice epicóndilo humeral (IEH), e Índice epicóndilo femoral (IEF), de las especies de <i>Cryptotis</i> con distribución en Ecuador .....	82
<b>Tabla 10.</b> Nueve medidas de los húmeros y fémures de <i>Cryptotis</i> de Ecuador.....	83

<b>Tabla 11.</b> Análisis de componentes principales (PCA) de las ocho variables bioclimáticas de cinco especies de <i>Cryptotis</i> .....	84
--	----

### Índice de Figuras.

<b>Figura 1.</b> Molar 1 (M1) izquierdo de una musaraña del género <i>Cryptotis</i> donde se muestra la terminología dental (Choate y Fleharty, 1974).....	85
<b>Figura 2.</b> Nueve medidas humerales y femorales para ejemplares pertenecientes al género <i>Cryptotis</i> de Ecuador (Modificado de Woodman y Gaffney, 2014).....	86
<b>Figura 3.</b> Filograma consenso resultante del análisis bajo el criterio de inferencia bayesiana de los genes combinados CYTB y COI que representa las relaciones dentro del género <i>Cryptotis</i> .. .....	87
<b>Figura 4.</b> Filograma consenso resultante del análisis bajo el criterio de inferencia bayesiana del gen Apo-B que representa las relaciones dentro del género <i>Cryptotis</i> ....	88
<b>Figura 5.</b> Análisis de Componentes Principales de los promedios de 16 medidas cráneo-dentales y mandibulares de 22 especies pertenecientes a los cinco grupos del género <i>Cryptotis</i> .....	89
<b>Figura 6.</b> Proyección de las variables morfométricas de las especies de <i>Cryptotis</i> de Ecuador y Perú sobre los componentes principales CP1 y CP2 de un Análisis de Componentes Principales .....	90
<b>Figura 7.</b> Vista oclusal de la región palatal y las estructuras dentales de <i>Cryptotis</i> .....	91
<b>Figura 8.</b> Coloración del pelaje en las diferentes especies de <i>Cryptotis</i> de Ecuador ....	92

<b>Figura 9.</b> Vista dorsal, ventral y lateral del cráneo y vista lateral de la mandíbula de las especies de <i>Cryptotis</i> de Ecuador y Perú.....	93
<b>Figura 10.</b> Mapa de la distribución de <i>C. equatoris</i> .....	94
<b>Figura 11.</b> Mapa de la distribución de <i>C. montivagus</i> .....	95
<b>Figura 12.</b> Mapa de la distribución de <i>C. niausa</i> .....	96
<b>Figura 13.</b> Mapa de la distribución de <i>C. osgoodi</i> .....	97
<b>Figura 14.</b> Mapa de la distribución de <i>Cryptotis</i> sp. nov .....	98
<b>Figura 15.</b> Distribución de las proporciones entre: LH = longitud del húmero, inter-tubercular = ancho proximal del húmero y AEH = ancho epicondilar del húmero en los <i>Cryptotis</i> de Ecuador .....	99
<b>Figura 16.</b> Índice epicóndilo-femoral (IEF) de las especies de <i>Cryptotis</i> de Ecuador	100
<b>Figura 17.</b> Ubicación del registro fósil de <i>C. niausa</i> (quebrada Chalán) y distribución actual de esta especie en los ecosistemas de páramos andinos del norte y centro de Sudamérica .....	101
<b>Figura 18.</b> Análisis de componentes principales de ocho variables bioclimáticas en los registros de las especies de <i>Cryptotis</i> de este estudio.....	102
<b>Figura 19.</b> Vista anterior de los húmeros izquierdos (fila superior) y posterior de los fémures izquierdos (fila inferior).....	103

**Índice de Anexos**

<b>Anexo 1.</b> Diez y seis medidas craneales, dentales y mandibulares de 22 especies de <i>Cryptotis</i> de los cinco grupos de América.....	107
---	-----

## 1 RESUMEN

Se analizó la sistemática del género *Cryptotis* en los Andes de Ecuador utilizando filogenias moleculares en base a secuencias de dos genes mitocondriales (CYTB y COI) y uno nuclear (Apo-B). Se revisaron además caracteres morfológicos cualitativos y 16 medidas cráneo-dentales y mandibulares para caracterizar la variación entre especies. Complementariamente se compararon nueve medidas del húmero y fémur. Se extrajeron los valores de ocho variables bioclimáticas de localidades de presencia de cada especie para comparar la envoltura ambiental entre especies. Finalmente, se calcularon los hábitats remanentes por especie para inferir su estado de conservación de acuerdo a las categorías de la Lista Roja de la UICN. Los resultados indican que existen cuatro especies descritas y una especie no descrita de *Cryptotis* en Ecuador: *C. niausa* en los páramos andinos del norte de Ecuador (provincias de Pichincha, Napo y Carchi); *C. equatoris* en los bosques montanos de las estribaciones occidentales de los Andes (provincias de Bolívar, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura y Carchi); *C. osgoodi* en la región interandina (provincia de Pichincha) y los bosques montanos, arbustales, y páramos de la cordillera oriental (provincias de Napo y Tungurahua) y *C. montivagus* en los arbustales, bosques montanos y páramos al sur de Ecuador (provincias de Chimborazo, Azuay, Loja y El Oro). Se reporta también una nueva especie de los bosques montanos del extremo sur de los Andes de Ecuador (provincia de Zamora Chinchipe) y norte del Perú (departamentos de Piura y Cajamarca). La filogenia muestra que las especies de Ecuador no forman un grupo monofilético como se había asumido previamente. *Cryptotis niausa* está más cercanamente relacionada con especies del grupo *C. nigriscens*. Las demás especies de Ecuador forman un clado que pertenece al grupo mayoritariamente sudamericano, *C. thomasi*. *Cryptotis gracilis* de Centroamérica, previamente asignada al grupo *C. goldmani*, forma parte del grupo *C. thomasi* y está cercanamente relacionada a *C. osgoodi* y *C.*

*equatoris* de Ecuador. Además, se da a conocer el registro más antiguo (Pleistoceno tardío, ~ 41 ka) de *Cryptotis* de Ecuador en base a un fósil de *C. niausa* que tiene una morfología más robusta que las poblaciones actuales. La capacidad cavadora del húmero y fémur fue mayor en *C. niausa*, presumiblemente por habitar en el suelo duro de los páramos; las demás especies ecuatorianas, que habitan bosques montanos y arbustales con suelos más blandos, tienen una menor capacidad cavadora. Más del 50 % del hábitat de cada especie se encuentra en áreas con algún grado de protección, pero, por la limitada distribución geográfica y la fragmentación de los hábitats, se ubicaron a *C. equatoris* y *C. niausa* en las categorías En Peligro (EN), a *C. montivagus* y *C. osgoodi* en Vulnerable (VU) y *Cryptotis* sp. nov., en Datos Insuficientes (DD), por sus escasos registros. La envoltura ambiental mostró sobrelapamineto entre especies.

**Palabras Clave:** Conservación, filogenia, fósiles, hábitat, nueva especie, sistemática, Sudamérica.

## 2 ABSTRACT

The systematics of the genus *Cryptotis* in the Andes of Ecuador was analyzed using molecular phylogenies based on sequences of two mitochondrial genes (CYTB and COI) and one nuclear gene (Apo-B). Qualitative morphological characters were also reviewed along with 16 cranio-dental and mandibular measurements to characterize the variation between species. Complementarily, nine measurements of the humerus and femur were compared. Values from eight bioclimatic variables were extracted at presence localities to compare the environmental envelope between species. Finally, the species remaining habitat was calculated to infer their conservation status according to Red List IUCN categories. The results indicate the presence of four described and one undescribed species of *Cryptotis* in Ecuador. The described species are *C. niausa* in the Andean highlands of northern Ecuador (Pichincha, Napo and Carchi provinces); *C. equatoris* in the montane forests of the western slopes of the Andes (Bolivar, Cotopaxi, Pichincha, Imbabura and Carchi provinces); *C. osgoodi* in the interandean valleys (province of Pichincha) and the montane forests, shrublands and paramo of the Eastern Cordillera (Napo and Tungurahua provinces); and *C. montivagus* in the shrubs, montane forests, and paramo of southern Ecuador (Chimborazo, Azuay, Loja and El Oro provinces). The new species inhabits montane forests of the extreme south of the Andes in Ecuador (province of Zamora Chinchipe) and northern Peru (Piura and Cajamarca departments). The phylogeny shows that the Ecuadorian species do not form a monophyletic group as previously assumed. *Cryptotis niausa* is most closely related to the *C. nigriscens* species group. The remaining Ecuadorian species form a clade that belongs to the South American *C. thomasi* group. *Cryptotis gracilis* from Central America, previously assigned to the *C. goldmani* group, is a member of the *C. thomasi* species group and is closely related to *C. osgoodi* and *C. equatoris* from Ecuador. Furthermore, I provide the oldest record (Late Pleistocene, ~ 41 ka) of *Cryptotis* from Ecuador based on a *C. niausa*

fossil that has a more robust morphology than current populations. Humerus and femur digging capacity was greater in *C. niausa* presumably because this species inhabits the hard soil of paramo; the remaining Ecuadorian species, which inhabit montane forests and shrubs with softer soils, have less digging capacity. More than 50 % of the habitat of each species is located within areas with some degree of protection, but, as result of small geographic distributions and habitats fragmentation, *C. equatoris* and *C. niausa* were assigned to Endangered (EN), *C. montivagus* and *C. osgoodi* to Vulnerable (VU) and *Cryptotis* sp. nov., to Data Deficient (DD), for having few records. The environmental envelope of *Cryptotis* showed overlap between species.

**Keywords:** Conservation, phylogeny, fossils, habitat, new species, systematics, South America.

### 3 INTRODUCCIÓN

El género *Cryptotis* comprende 45 especies de musarañas distribuidas desde el sur de Canadá y este de los Estados Unidos, a través de Centroamérica y hasta los Andes de Venezuela y el extremo norte del Perú (Woodman y Péfaur, 2008; Moreno y Albuja, 2014; Guevara *et al.*, 2014; Quiroga-Carmona y Woodman, 2015; y Quiroga-Carmona y DoNascimento, 2016). En base a caracteres morfológicos, los eulipotiflos del género *Cryptotis* han sido divididos en cinco grupos informales (Choate, 1970; Woodman y Timm, 1993; 1999; 2000; Woodman, 1996; 2010; Woodman *et al.*, 2003; Woodman y Péfaur, 2008; Quiroga-Carmona y Woodman, 2015).

- El grupo *C. goldmani* con diez especies centroamericanas: *C. alticola*, *C. goldmani*, *C. goodwini*, *C. gracilis*, *C. griseoventris*, *C. lacertosus*, *C. magnimanus*, *C. mam*, *C. oreoryctes* y *C. peregrinus* (He *et al.*, 2015).

- El grupo *C. mexicanus* con cinco especies distribuidas en Norte y Centro América, desde el noreste de México hasta la región central de Honduras: *C. magnus*, *C. mexicanus*, *C. nelsoni*, *C. obscurus* y *C. phillipsii* (Guevara y Cervantes, 2013; He *et al.*, 2015).

- El grupo *C. nigrescens* con ocho especies distribuidas desde el sur de México hasta Colombia (*C. hondurensis*, *C. lacandoensis*, *C. mayensis*, *C. merriami*, *C. nigrescens*, *C. merus*, *C. colombiana* y *C. brachyonyx*) (Woodman y Timm, 1993 y 1999; He *et al.*, 2015), anteriormente considerado como parte de otro grupo llamado *Cryptotis parva* (Choate, 1970).

- El grupo *C. parvus* posee seis especies (*C. parvus*, *C. berlandieri*, *C. pueblensis*, *C. soricina*, *C. tropicalis* y *C. orophila*) que se encuentran distribuidas desde el noreste de Norteamérica hasta los valles centrales de Costa Rica (Woodman y Péfaur, 2008; He *et al.*, 2015).

- El grupo *C. thomasi* con 14 especies en Sudamérica (*C. aroensis*, *C. dinirensis*, *C. equatoris*, *C. medellinius*, *C. meridensis*, *C. montivagus*, *C. niausa*, *C. osgoodi*, *C. perijensis*, *C. peruviensis*, *C. squamipes*, *C. tamensis*, *C. thomasi* y *C. venezuelensis*) y dos más en Centroamérica (*C. endersi* y *C. monteverdensis*) (Choate, 1970; Woodman, 1996; Woodman y Péfaur, 2008; Quiroga-Carmona y Molinari, 2012; Quiroga-Carmona, 2013; Moreno y Albuja, 2014; Quiroga-Carmona y Woodman, 2015; Woodman y Timm, 2017).

En total, en Sudamérica existen 17 especies pertenecientes a los grupos *C. nigrescens* y *C. thomasi*. Las especies sudamericanas habitan exclusivamente en regiones montañosas sobre los 1200 m, hasta los páramos de los Andes de Venezuela, Colombia, Ecuador y el norte del Perú hasta la depresión de Huancabamba (Vivar *et al.*, 1997; Woodman, 2002, 2003 y 2011; Woodman *et al.*, 2003; Quiroga-Carmona, 2013; Quiroga-Carmona y Woodman, 2015).

La taxonomía del género *Cryptotis* en el Ecuador ha cambiado desde que Cabrera (1925) reconoció dos especies para el Ecuador (*C. equatoris* y *C. montivagus*). Tate (1932) y Barnett (1992) reportaron para la región altoandina tres especies: *C. osgoodi* al norte, en las cercanías de Quito (provincia de Pichincha), *C. equatoris* para el centro-norte y estribaciones occidentales (provincias de Bolívar y Pichincha) y *C. montivagus* para los Andes del sur de Ecuador (provincias de Azuay y Loja). Posteriormente, Vivar *et al.* (1997) sinonimizó a *C. osgoodi* como subespecie de *C. equatoris* y proporcionó datos morfológicos sobre la taxonomía de las especies de Ecuador, en donde cita a *C. montivagus* para las provincias de Pichincha y Azuay y a *C. equatoris equatoris* para las provincias de Pichincha y Bolívar. Por otro lado, Hutterer (1993 y 2005) reporta tres especies para Ecuador, *C. equatoris*, *C. montivagus*, y *C. squamipes*; esta última fue reportada de dos localidades del occidente de los Andes, sin especificar especímenes

testigo. Woodman y Péfaur (2008) determinan, en base a la morfología, que en el Ecuador existen dos especies (*C. equatoris* y *C. montivagus*), sin embargo destacan algunas diferencias entre los ejemplares de *C. equatoris equatoris* y *C. equatoris osgoodi* considerados por Vivar *et al.* (1997). En esta última publicación se menciona al ejemplar (AMNH 63844) procedente de los páramos de Guamaní (provincia del Napo) como conoespecífico a la especie *Cryptotis montivagus* por su semejanza morfológica. Sin embargo, Voss (2003) analizó cinco ejemplares colectados en las cercanías de Papallacta (localidad cercana a Guamaní) en 1978 y 1980 y consideró que esta especie debe ser confrontada con *C. montivagus* por cuanto existen algunas diferencias morfológicas con otras poblaciones de la especie. Finalmente, Moreno y Albuja (2014) estudiaron la morfología de las especies conocidas de musarañas en los Andes de Ecuador. Sus análisis evidenciaron la existencia de cuatro especies de *Cryptotis*: *C. equatoris* para las estribaciones occidentales del centro y norte de Ecuador, *C. osgoodi*, (que es elevada nuevamente a especie) para las estribaciones orientales del centro y norte de Ecuador, *C. montivagus* para los Andes sur de Ecuador y una nueva especie, *C. niausa*, para las zonas altoandinas de las provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi.

Han sido escasos los estudios a nivel molecular en el género *Cryptotis* (Shafer y Stewart, 2007; Hutchinson, 2010; He *et al.*, 2015), los que junto con información morfológica han servido para determinar el estatus taxonómico, la distribución geográfica y las relaciones evolutivas entre especies. En Sudamérica las especies que pertenecen al grupo monofilético *C. thomasi* son muy similares morfológicamente. Por lo tanto, el uso de caracteres genéticos puede ser de gran ayuda para detectar especies morfológicamente crípticas. La utilidad de los marcadores genéticos se ha evidenciado en estudios de mamíferos del Orden Insectivora en Europa, Asia y el norte de África (Shafer y Stewart, 2007; Dubey *et al.*, 2007; Yannic *et al.*, 2008) basados en genes nucleares y

mitocondriales. Estos estudios clarificaron la taxonomía y distribución geográfica de algunas especies.

La presente investigación tiene como propósito contribuir al conocimiento de la taxonomía y evolución de las musarañas del género *Cryptotis* de Ecuador a través de la integración de caracteres morfológicos y genéticos. También se busca evaluar su estado de conservación, debido a que las amenazas actuales de *C. equatoris* y *C. montivagus*, que son endémicas de los Andes de Ecuador, son desconocidas. En la actualidad ambas especies se clasifican en la categoría de preocupación menor (LC) (UICN, 2017; Tirira, 2011; Brito *et al.* 2016). Sin embargo, esto podría ser un artificio de límites de especies mal definidos. Para poder definir adecuadamente el estado de conservación de las especies de *Cryptotis* de Ecuador es necesario resolver su taxonomía y entender mejor su distribución geográfica.

### **3.1 OBJETIVOS**

Los objetivos del presente estudio son:

#### **3.1.1 Objetivos generales:**

Determinar los límites de especies y biogeográficos de las musarañas ecuatorianas del género *Cryptotis* en los Andes de Ecuador.

En base a los nuevos límites de especies, determinar el estado de conservación de las especies ecuatorianas de *Cryptotis*.

#### **3.1.2 Objetivos específicos:**

- Integrar caracteres morfológicos con las filogenias en base a información genética para determinar los límites de especies de *Cryptotis*.
- Reconocer patrones biogeográficos en la distribución de las especies ecuatorianas.

- Definir el estado de conservación de las especies de *Cryptotis* en base a las categorías de amenaza propuestas por la UICN.
- Determinar las relaciones de la envoltura ambiental entre las especie, en base las variables bioclimáticas.
- Determinar por medio de las estructuras humerales y femorales la mayor capacidad cavadora entre las especies ecuatorianas.
- Conocer los registros fósiles más antiguos de *Cryptotis* en Ecuador.

## 4 MATERIALES Y METODOS

### 4.1 Área de estudio y muestreo de especímenes

Este estudio abarcó toda la zona andina de distribución de *Cryptotis* en el Ecuador. Se obtuvieron especímenes y tejidos a partir de trabajo en el campo y mediante revisiones de los ejemplares depositados en las colecciones del Museo de Zoología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (QCAZ), Museo de la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador (MEPN y su sección de paleontología de vertebrados MEPNV) y el Instituto Nacional de la Biodiversidad (INABIO). Además, se incluyeron muestras del Museo de Historia Natural Javier Prado de la Universidad Mayor de San Marcos en la ciudad de Lima (MUSM) y del museo de la Universidad Nacional de San Agustín en la ciudad de Arequipa (MUSA). La identificación de cada espécimen fue validada por examinación directa mediante el uso de la literatura referente a cada especie y sus descripciones originales. Las localidades obtenidas de las colecciones fueron complementarias a las localidades del trabajo en el campo.

Se colectaron especímenes en dos salidas al campo de diez días cada una. La primera salida fue a las estribaciones occidentales de los Andes en la provincia de Loja (sector de Jimbura, poblado de Amaluza), ya que esta formación de páramo se encuentra

al extremo más austral de Ecuador y mantiene una separación del ecosistema paramuno del ramal oriental de la cordillera de los Andes. La segunda salida fue al noroccidente de la provincia de Loja (sector Selva Alegre, por la población de Saraguro), por ser un páramo del ramal occidental, dividido por el valle seco de Nabón-Jubones.

## 4.2 Análisis Molecular

### 4.2.1 Extracción y amplificación del ADN

Para el análisis genético, se secuenciaron fragmentos de dos marcadores mitocondriales: el citocromo b (CYTB) que forma parte de la cadena respiratoria para las células eucariotas (Esposti *et al.*, 1993), amplificándose 1105 pares de bases (pb); y el citocromo oxidasa I (COI) que interviene en el transporte de electrones a través de la membrana de las células eucariotas (Peregrino-Uriarte *et al.*, 2007), amplificando 657 pb. También se secuenció el fragmento de un gen nuclear: la Apolipoproteína-B (Apo-B) que codifica para la producción lipídica (Vertino-Bell *et al.*, 1994) con 504 pb. Los genes mitocondriales seleccionados son apropiados para la determinación de eventos evolutivos a nivel interespecífico (Blois y Arbogast, 2006).

El ADN fue extraído de: tres ejemplares de *C. montivagus*, tres de *C. equatoris*, dos de *C. osgoodi*, dos de *C. niausa* y un ejemplar de una especie no identificada para el sur de Ecuador. Se usó como fuentes del material genético tejido hepático, fragmentos de piel o músculo estriado de individuos colectados en el campo y de especímenes depositados en las colecciones del QCAZ, MEPN y MECN. Para la extracción de ADN, las muestras de tejido fueron tratadas primero con proteinasa K y buffer de lisis y se digirieron durante 12 horas antes de la extracción (Bilton y Jaarola, 1996). Las concentraciones de ADN fueron cuantificadas mediante Nanodrop (Thermo Scientific ®, 2008). Las muestras fueron diluidas en ddH<sub>2</sub>O a 25 ng/ul de concentración, previa a la amplificación. Las condiciones térmicas de amplificación, así como los cebadores utilizados, se obtuvieron

de estudios previos (Irwin *et al.*, 1991; Jansa y Voss, 2003; Arellano *et al.*, 2005; Ferreira *et al.*, 2010).

Las alícuotas de los amplicones fueron enviadas a la empresa MacroGen en Corea (MacroGen Inc., Seul, Corea) para su secuenciación.

#### **4.2.2 Análisis filogenéticos**

Una vez obtenidas las secuencias, se ensamblaron, editaron, y consensuaron a través del programa Geneious 7.0 (Kearse *et al.*, 2012). Se incluyeron en el análisis secuencias disponibles en GenBank para *Cryptotis parva* de Norteamérica (Hutchinson, 2010) y los grupos de Mesoamérica con 16 especies (Guevara y Cervantes, 2013; Guevara *et al.*, 2014; He *et al.*, 2015), usando como grupo externo al género *Blarina* que son musarañas hermanas al género *Cryptotis* (He *et al.*, 2015). Una lista completa de las muestras analizadas incluyendo sus números de acceso GenBank se muestra en la Tabla 1. Se alinearon las secuencias con la extensión Muscle en Geneious 7.0. La matriz fue importada a Mesquite 3.01 (Maddison y Maddison, 2014) y la alineación fue corregida manualmente. Las secuencias de ADN fueron traducidas a aminoácidos con Mesquite para revisar la alineación y verificar la ausencia de codones STOP. Debido a que el conjunto de datos incluye varios genes y posiciones codificantes que evolucionan por procesos distintos, las secuencias fueron divididas en nueve particiones, una para cada una de las tres posiciones de los codones de los tres genes secuenciados. Para identificar el mejor modelo de evolución molecular y el mejor esquema de partición se usó el programa PartitionFinder v.1.1.1 (Lanfear *et al.*, 2012).

Las relaciones filogenéticas se estimaron por separado para los genes mitocondriales (CYTB y COI) y para el gen nuclear (APO-B). Las búsquedas se hicieron bajo los criterios de optimalidad de máxima verosimilitud e inferencia bayesiana

utilizando los programas Garli 2.0 (Zwickl, 2006) y MRBAYES 3.2.1 (Ronquist *et al.*, 2012), respectivamente.

Para el análisis bayesiano se corrieron dos análisis independientes haciendo búsquedas de cadenas Markov-Monte Carlo con cuatro cadenas por 30 millones de generaciones. Se utilizó el programa TRACER versión 1.5 (Rambaut y Drummond, 2007) para monitorear los valores de verosimilitud y confirmar visualmente la convergencia y la estacionalidad de las corridas. Cada corrida fue muestreada cada 1000 generaciones y el 10 % de los primeros árboles fueron descartados (*burn in*), el resto se utilizó para estimar el árbol bayesiano, las probabilidades posteriores y otros parámetros del modelo.

Para el análisis de máxima verosimilitud se realizaron diez búsquedas independientes para asegurar que sean lo suficientemente exhaustivas, usando los ajustes predeterminados (*default*). Se consideró que valores de verosimilitud similares (diferencia < 2 unidades ln) eran indicativos de que las búsquedas habían sido exhaustivas. Además, se empleó la técnica de bootstrap no paramétrico para evaluar el soporte de cada nodo con 100 réplicas. El consenso de los árboles fue obtenido en Mesquite 3.01 (Maddison y Maddison, 2014) utilizando la regla mayoritaria al 50 %.

#### **4.2.3 Distancias genéticas**

Las distancias genéticas no corregidas  $p$  entre especies fueron obtenidas en el programa Mesquite 3.01 (Maddison y Maddison, 2014) utilizando el gen mitocondrial CYTB, que es el gen con más secuencias disponibles. Según Baker y Bradley (2006), las distancias genéticas no corregidas mínimas usando el CYTB para la delimitación de especies en micromamíferos pueden ser de 2 % y 10 %. Siguiendo este último trabajo, en nuestros análisis consideramos que distancias mayores a 2 % eran indicativas de especies

candidatas. El estatus de estas especies candidatas fue verificado en base a información morfológica y de nicho ambiental de acuerdo con lo descrito en las siguientes secciones.

### **4.3 Caracterización morfológica**

#### **4.3.1 Caracteres cuantitativos**

Se examinaron y midieron 58 especímenes depositados en colecciones de Ecuador (MECN, MEPN, MEPNV y QCAZ) y Perú (MUSM y MUSA), siendo la especie *C. peruviensis* usada como complementaria para los análisis de las especies ecuatorianas. Se obtuvieron cuatro medidas corporales para cada espécimen (Quiroga-Carmona y DoNascimento, 2016):

- Medida de cabeza-cuerpo (CC): desde el extremo anterior de la nariz hasta la base de la cola.
- Largo de la cola (C): desde la base de la cola, hasta el punto más extremo.
- Largo de la pata (P): desde la base de las uñas hasta el extremo posterior del calcáneo.
- Orificio auditivo (O): Medida de altura del orificio auditivo.

**Morfometría cráneo dental.** Además, se obtuvieron 16 medidas cráneo-dentales y mandibulares tomadas con un calibrador digital con una precisión de 0.1 mm. Los métodos de medición y variables morfométricas se basan en los trabajos realizados por Woodman y Timm (1993, 1999), Alexander (1996) y Vivar *et al.* (1997):

- Longitud cóndilo basal (LCB): desde el extremo posterior de los cóndilos occipitales hasta el extremo anterior de los premaxilares, sin incluir los incisivos.
- Ancho craneano: (AC): medida entre los puntos más externos de los parietales.
- Ancho de la placa zigomática (PZ): distancia longitudinal.
- Ancho interorbital (IO): menor distancia de la región interorbital.

- Ancho palatal (AU1): medida a través de los primeros unicúspides, incluyendo los cíngulos externos de los unicúspides.
- Ancho palatal a través de los terceros unicúspides (AU3): incluyendo los cíngulos externos de los unicúspides.
- Ancho palatal a través de los segundos molares (AM2): incluyendo los parastylos de los segundos molares.
- Longitud palatal (LP): desde el extremo posterior del palatino hasta el extremo anterior de los premaxilares, excluyendo los incisivos.
- Longitud de la hilera maxilar (LHMx): desde el borde anterior del primer unicúspide hasta el borde posterior del tercer molar, paralelo al eje longitudinal del cráneo.
- Longitud de la hilera de los unicúspides (LHU): paralelo al ramal de los unicúspides.
- Longitud del primer molar inferior (Lm1): Desde la parte posterior del metastilido hasta la parte anterior del protoconido.
- Longitud mandibular (LM): desde el borde anterior de la hendidura sigmoidea hasta el borde posterior del foramen mentoniano.
- Altura del proceso coronoide (APC): desde la base de la mandíbula hasta el extremo apical del proceso.
- Altura del valle coronoide (AVC): diagonal desde la base de la mandíbula.
- Altura del cóndilo articular (ACA): diagonal desde la base de la mandíbula hasta el ápice del cóndilo.
- Longitud de la hilera mandibular (LHM): desde el borde anterior del p3 al borde posterior del m3.

Para la nomenclatura dental (Fig. 1) se siguió el tratado en Choate y Fleharty (1974). Se midió adicionalmente la longitud de los incisivos inferiores para comparar *C. montivagus*, *C. niausa* y *Cryptotis* sp. Además, se midió la longitud del pelo en la mitad del dorso de cada ejemplar. La coloración del pelo, fue seguida según Smithe (1975).

Se aplicó un análisis de componentes principales (PCA) con los promedios de las 16 variables morfométricas cráneo-dentales y mandibulares de las seis especies de *Cryptotis* de Ecuador, más medidas de las mismas variables de 17 especies de los diferentes grupos de especies obtenidas de la literatura (Woodman y Timm, 1993; 2000; 2017; Pine *et al.*, 2002; Woodman, 2002; 2003; Ramírez-Pulido *et al.*, 2004; Guevara y Cervantes, 2013). Las especies analizadas fueron: cuatro especies del grupo *C. goldmani* (*C. goodwini*, *C. lacertosus*, *C. mam* y *C. oreoryctes*); cuatro del grupo *C. mexicanus* (*C. mexicanus*, *C. nelsoni*, *C. obscurus* y *C. phillipsii*); tres del grupo *C. nigrescens* (*C. colombianus*, *C. merriami* y *C. nigrescens*); dos especies del grupo *C. parvus* (*C. orophilus* y *C. parvus*) y ocho del grupo *C. thomasi* (*C. endersi*, *C. equatoris*, *C. gracilis*, *C. montivagus*, *C. niausa*, *C. osgoodi*, *C. peruviansis* y *Cryptotis* sp.).

Se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de las medidas de las seis especies identificadas molecular y morfológicamente en el Ecuador y Perú (*C. equatoris*, *C. niausa*, *C. montivagus*, *C. osgoodi*, *C. peruviansis* y *Cryptotis* sp.). Los datos que no presentaron una distribución normal fueron sometidos a una transformación logarítmica. Se removió el efecto del tamaño mediante regresiones lineales entre el LCB y las demás medidas, para obtener los residuales en los que se aplicó los ACPs. Se excluyó las medidas AU1 y LHMx debido a que no presentaron una distribución normal; así que sólo se trabajó con 14 variables.

Finalmente, se compararon variables individuales entre especies mediante pruebas de *t* de Student. Se utilizaron los valores de los dos componentes principales (CP1 y CP2)

de los Análisis de Componentes Principales para la comparación entre las seis especies. Antes de proceder a los análisis comparativos de la prueba de *t*, se evaluó la distribución normal de los componentes principales. Para estos análisis estadísticos se utilizó el programa estadístico SPSS 18 (SPSS 2009).

**Morfometría del húmero y fémur.** Se obtuvieron nueve medidas de los húmeros y fémures de cinco especies de Ecuador y de fósiles de *Cryptotis* (MEPNV6292, MEPNV6295, MEPNV6303, MEPNV6304) provenientes de la quebrada Chalán en la provincia de Chimborazo, provenientes de un yacimiento previamente datado con radiocarbono (AMS) por análisis espectrométrico de masas con aceleradores de  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  (Leyden, 2004); por lo tanto se pudo determinar que el tiempo de antigüedad de estos fósiles es de 40 630 (+/- 410) años antes del presente. Los especímenes se encuentran depositados en la colección de Paleontología del Instituto de Ciencias Biológicas de la Escuela Politécnica Nacional en Quito.

Las medidas se describen a continuación: LH = Longitud del húmero; LCDP = Longitud de la cresta deltopectoral; AEH = Ancho epicondilar del húmero; DMH = Diámetro medio-lateral del húmero; LF = Longitud del fémur; AEF = Ancho epicondilar del fémur; DMF = Diámetro medio-lateral del fémur (Fig. 2. Además, se obtuvo la distancia entre el tubérculo mayor y menor del húmero (inter-tubercular) y la distancia entre el tercer trocánter y el trocánter menor del fémur (inter-trocanter). Se aplicó el índice epicóndilo-femoral (IEF), que es la relación entre el ancho epicondilar del fémur (AEF) dividida para la longitud del fémur (LF) y que indica el área relativa donde se originan los músculos flexores de los dedos del pie, los extensores del pie, además de los músculos retractores y aductores del fémur. Este índice es más alto en los micromamíferos que tienen hábitos excavadores y es menor en los ambulatorios (Woodman y Gaffney, 2014).

También se analizó la relación entre las medidas de LH, AEH e inter-tubercular de los húmeros de las especies de *Cryptotis* de Ecuador para conocer la mayor o menor capacidad cavadora del brazo de cada especie (Woodman y Gaffney, 2014; Woodman y Stabile, 2015).

#### **4.3.2 Caracteres morfológicos de diagnosis, variación y comparativo entre especies**

Se examinaron caracteres cualitativos utilizados en los tratamientos taxonómicos de *Cryptotis* (Choate y Fleharty, 1974; Woodman y Timm, 1993). Los caracteres son: (1) tamaño del cuerpo CC; (2) longitud de la cola C; (3) longitud del cráneo LCB; (4) longitud de la hilera maxilar LHMx; (5) ancho del rostro en la región interorbital IO; (6) ancho de la región palatal a nivel de los segundos molares AM2; (7) ancho de la placa zigomática PZ; (8) longitud de la mandíbula LM, o del cóndilo articular ACA; (9) tamaño y ubicación del unicusúpide 4 U4; y (10) la longitud de la hilera de los unicusúpides LHU. Se analizaron también, la coloración del pelo, los procesos anteriores de los petromastoideos, los procesos paroccipitales, presencia, forma, y ubicación de los forámenes y demás cavidades del cráneo y mandíbula; así como la forma y pigmentación de las piezas dentales.

#### **4.4 Análisis de envoltura ambiental**

De las 19 variables bioclimáticas del WorldClim (Hijmans *et al.*, 2005), se utilizaron solamente las ocho variables menos correlacionadas utilizadas por Menéndez y Graham (2013), para Ecuador: Temperatura media anual, Temperatura media mensual diurna, Estacionalidad de la temperatura, Temperatura máxima del mes más caliente, Temperatura mínima del mes más frío, Precipitación anual, Precipitación del trimestre más caliente y Precipitación del trimestre más frío.

Las localidades de presencia fueron obtenidas de las colecciones indicadas en la

sección 4.1. Las capas ambientales tuvieron una resolución de cinco minutos. La extracción de valores bioclimáticos de cada localidad se hizo en el programa QGIS 2.2 (QGIS, 2016). Con los valores obtenidos se hizo un análisis de componentes principales (PCA) con el programa JMP (SAS, 2010). Se retuvo los componentes con autovalores > 1.

#### **4.5 Área del hábitat y análisis del estado de conservación**

Para este análisis se utilizaron mapas digitales de los ecosistemas andinos remanentes de Ecuador (MAE, 2013). Se sobrepusieron a estos mapas los puntos de registro de cada especie de musaraña con el fin de determinar su distribución en los ecosistemas andinos. Para delimitar las distribuciones de las especies en ecosistemas extensos o compartidos con otras especies, se aplicó la herramienta de distribución espacial elipsoidal de desviación estándar “spatial statistics tools” en el programa ArcGis 10.0 (ESRI, 2010). Posteriormente, se calculó el área total de los ecosistemas remanentes donde habita cada especie en base a estos elipses. Finalmente, se sobrepusieron las áreas protegidas del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Estado (PANE) y se calculó el área de los ecosistemas remanentes que habita cada especie dentro las áreas protegidas. En base a esta información, se calculó el área y el porcentaje del hábitat protegido y no protegido de cada especie.

Adicionalmente, se evaluó el estado de conservación de cada especie utilizando los criterios de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2012).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Relaciones filogenéticas

La matriz final tuvo 2266 pares de bases (pb). Se incluyó secuencias de 84 especímenes para CYTB (1105 pb), 11 especímenes para COI (657 pb) y 54 especímenes para Apo-B (504 pb). El programa PartitionFinder eligió cinco particiones como la mejor estrategia: (1) SYM + I + G para las primeras posiciones de CYTB y COI, (2) HKY + I para las segundas posiciones de CYTB y COI, (3) GTR + G para las terceras posiciones de CYTB y COI, (4) K80 + I para la primera posición del APO-B, y (5) HKY + I + G para la segunda y tercera posición del APO-B.

Los análisis de inferencia bayesiana y máxima verosimilitud mostraron árboles similares tanto para los genes mitocondriales combinados como por separado. Por consiguiente sólo se presenta la topología del árbol con los genes mitocondriales combinados (Fig. 3). Las relaciones filogenéticas fueron consistentes con los clados con altos soportes reportados por He *et al.* (2015). Se recuperaron los cinco grupos de especies definidos en la literatura (*sensu* Woodman y Timm, 1993) excepto por la ubicación de *C. gracilis*, previamente asignada al grupo *C. goldmani* (He *et al.*, 2015), que forma parte del clado *C. thomasi* (Fig. 3). Además, hubo un soporte bajo (pp = 0.60 y bootstrap <50) para un clado en el que *C. niausa* (previamente asignada al grupo *C. thomasi*) es hermana del grupo *C. nigrescens*.

Los soportes tanto para los grupos de especies de *Cryptotis* como para las relaciones filogenéticas entre estos grupos fueron bajos (pp < 0.80 y bootstrap < 50) con excepción del grupo *C. parvus* (pp = 0.97 y bootstrap = 100). La filogenia muestra una politomía entre los clados *C. thomasi* + *C. nigrescens*, *C. mexicanus*, *C. goldmani* y una especie no descrita del extremo sur de la provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador.

Para la filogenia con el gen nuclear Apo-B, bajo los criterios de inferencia

bayesiana y máxima verosimilitud (Fig. 4), existió poca resolución filogenética, pero se puede rescatar algunos clados individuales parafiléticos pertenecientes al grupo *C. goldmani* como también al grupo *C. parvus*, por ende la topología del árbol del gen nuclear fue poco informativo en relación con la de los genes mitocondriales; de manera que la filogenia no pudo ser conjunta entre los genes mitocondriales y nucleares.

A continuación se describe las relaciones filogénicas entre las especies de los principales grupos de *Cryptotis* recuperados en las filogenias.

### 5.1.1 Grupo *Cryptotis parvus*:

Las poblaciones de la especie *C. parvus* del Atlántico y del centro de los Estados Unidos de América, forman dos clados distintos, aunque hermanos entre sí (pp = 0.99 y bootstrap = 98). Por otra parte, *C. tropicalis* de Guatemala es hermana a ambos clados.

### 5.1.2 Grupo *Cryptotis thomasi*:

El grupo *C. thomasi* (pp = 0.80 y bootstrap < 50) se encuentra conformado por *C. equatoris* y *C. osgoodi*, las cuales son secuencialmente hermanas de *C. gracilis* del centro de Costa Rica (pp = 0.99 y bootstrap = 80) y *Cryptotis montivagus*.

### 5.1.3 Grupo *Cryptotis nigrescens*:

Las poblaciones de *C. merriami* de Zacapa (Guatemala) se encontraron más estrechamente relacionadas a *C. mayensis* de Yucatán y Campeche, México (pp = 1 y bootstrap = 98) que a las poblaciones de *C. merriami* de Alta Verapaz (Guatemala). Las poblaciones de Alta Verapaz de *C. merriami* son hermanas del clado *C. mayensis* + *C. merriami* de Zacapa (pp = 0.98 y bootstrap = 83). *Cryptotis nigrescens* del noroccidente de Costa Rica es hermana de *C. merriami* de Alta Verapaz + *C. mayensis* + *C. merriami* de Zacapa (pp = 0.85 y bootstrap = 83). Finalmente, *C. niausa* es hermana del resto de especies que conforman este grupo (pp = 0.60 y bootstrap < 50).

#### 5.1.4 Grupo *Cryptotis mexicanus*:

Tiene dos clados con alto soporte ( $pp > 0.95$  y  $bootstrap > 98$ ). El primer clado está compuesto por *C. magnus* y su especie hermana *C. phillipsii* y se distribuye al sur occidente de México. En el segundo subgrupo, *C. mexicanus* es hermana de *C. obscurus*, y ambas especies son hermanas de *C. nelsoni*. Este segundo subgrupo se encuentra principalmente al suroriente y centro-sur de México.

#### 5.1.5 Grupo *Cryptotis goldmani*:

Se encuentra conformado por dos clados. En el primero, la especie *C. golmani* es hermana de *C. peregrinus* y ambas son hermanas de *C. alticola*. En el segundo clado, *C. oreoryctes* es hermana de *C. mam*, y ambas especies son hermanas de *C. lacertosus* (Fig. 3). El primer clado se distribuye al occidente y suroriente del México, mientras que el segundo clado está al centro y sur de Guatemala.

### 5.2 Distancias genéticas

Las distancias genéticas  $p$  no corregidas entre las especies de Ecuador (*C. equatoris*, *C. montivagus*, *C. niausa* y *C. osgoodi*) se presentan en la Tabla 2. Para el gen mitocondrial CYTB, las distancias tuvieron un rango de 3 a 12.1 % a nivel interespecífico y de 0 a 1.5 % a nivel intraespecífico. Mientras que las distancias genéticas de *Cryptotis* en América se muestran en la Tabla 3, siendo a nivel interespecífico desde 1.4 a 2.1 %, en el caso de *C. mayensis* y *C. merriami*, hasta 16.1 a 16.3 % entre *C. magnus* y *C. parvus*; mientras a nivel intraespecífico de 0 a 1.58 %.

### 5.3 Morfometría de *Cryptotis*

El análisis de componentes principales con los promedios de las medidas craneo-dentales y mandibulares para las especies de *Cryptotis* dio como resultado dos componentes principales (CP1 y CP2) que explican en conjunto el 85 % de la varianza

total (Tabla 4: Fig. 5). El CP1 tiene cargas altas para la altura de la mandíbula (ACA) y medidas de la longitud rostral (LHMx); el CP2 tiene cargas altas para la Ancho del rostro (AU1 y AU3) (Tabla 4). La proyección de las especies de *Cryptotis* sobre el CP1 y el CP2 muestra segregación entre algunos de los grupos mientras que otros se encuentran entremezclados (Fig. 5). El grupo *C. parvus* está separado de los otros grupos, mientras que el grupo *C. mexicanus* se separa de *C. goldmani* y *C. thomasi* y se entremezcla con *C. nigrescens*. Hay solapamiento entre las especies del grupo *C. thomasi* y *C. goldmani* y provisionalmente con el grupo *C. nigrescens*, tomando en cuenta a *C. niausa* como miembro de *C. nigrescens*. Los miembros de *C. thomasi* y *C. goldmani* presentan rostros angostos (AU1 y AU3) y en la mayoría de sus especies para ambos grupos rostros alargados (LHMx), con mandíbulas altas (ACA) (Anexo 1). La especie *Cryptotis* sp. está separada morfométricamente de los otros grupos de especies (Fig. 5), sin embargo, molecularmente estuvo en cierto grado relacionada con el grupo *C. nigrescens*.

#### 5.4 Morfometría de las especies de Ecuador y Perú

Dos componentes principales (CP) explican en conjunto el 69 % de la varianza total (Tabla 5). El CP1 (60.5 % de la variación explicada) tiene cargas altas para las medidas de longitud de la placa zigomática (PZ) y la longitud del primer molar inferior (Lm1). El CP2 (8.4 % de la variación explicada) tiene cargas altas para la medida de la longitud palatal (LP) (Tabla 5). La proyección de los individuos sobre el CP1 y el CP2 (Fig. 6) muestra alto solapamiento entre las seis especies; sin embargo hay separación entre algunos pares de especies (e.g., *C. osgoodi* vs. *C. niausa*).

El CP1 separa a las especies *C. niausa* y *Cryptotis* sp., del resto de especies por tener la placa zigomática (PZ) y el primer molar inferior (Lm1) más largo (prueba *t*, todos los valores  $p < 0.002$ ) y a *C. osgoodi* por tener estas medidas más cortas (prueba *t*, todos los valores  $p < 0.02$ ); mientras que el CP2, separa a *Cryptotis* sp. del resto de especies por

tener una larga región palatal (prueba  $t$ , todos los valores  $p < 0.02$ ).

## Sistemática

### *Cryptotis equatoris* (Thomas, 1912)

*Blarina equatoris* Thomas, 1912: 409. Holotipo British Museum 99.9.9.3. Un ejemplar macho colectado el 17 de diciembre de 1898 por Perry O. Simons. Localidad tipo: Sinche, Guaranda, provincia de Bolívar a 4000 m., Ecuador.

[*Cryptotis*] *equatoris*: Thomas, 1921f:354. Se usó la combinación de ambos nombres.

**Nombre común sugerido.** Musaraña ecuatoriana.

**Diagnosis.** Esta especie se encuentra entre las especies medianas de *Cryptotis* en Ecuador. Se caracteriza por: (1) Cuerpo pequeño con un promedio de 74.5 mm (rango 63.8 a 86 mm;  $n = 8$ ); (2) cola larga entre las especies de musarañas de este análisis, la cual representa el 49 % de la medida de cabeza cuerpo ( $n = 8$ ); (3) cráneo LCB proporcionalmente pequeño con un promedio de 28.7 % ( $n = 8$ ) en relación con la longitud de cabeza y cuerpo (CC); (4) LHMx de longitud mediana con promedio de 8.12 mm (rango 7.86 a 8.35 mm;  $n = 9$ ); (5) rostro IO ancho, con promedio 5.63 mm (rango 5.33 a 5.94 mm;  $n = 9$ ); (6) región palatal ancha en AM2 con promedio 6.18 mm (rango 2.6 a 6.41 mm;  $n = 9$ ); (7) placa zigomática ancha con promedio 2.24 mm (rango 2.16 a 2.35 mm;  $n = 9$ ); (8) mandíbula larga en relación con la longitud del cráneo (LM/LCB = 33.6 %;  $n = 9$ ); (9) el U4 es reducido a menos de la mitad del U3 ubicado internamente en la hilera de los unicúspides, de manera que no es visible lateralmente en el cráneo; (10) hilera de los unicúspides LHU pequeña, con el 12.4 % en relación con LCB ( $n = 9$ ).

**Generalidades.** De mediano tamaño para el género (CC = 74.5 mm) (Tabla 6). La cola de esta especie es larga (49.4 % de CC). Las extremidades son cortas y posee vibrisas en la base de las uñas de los dedos de las manos. El pelo del dorso es corto con

un promedio de 5.9 mm. *Cryptotis equatoris* tiene el rostro corto ( $LP/LCB = 43.7 \% \pm 0.7$ ) y la región palatal ancha ( $AM2/AC = 60.7 \% \pm 2.2$ ). La apertura nasal es angosta. Se destaca la región interorbital por ser particularmente ancha ( $IO/AC = 55.9 \% \pm 1.8$ ) con dos forámenes separados en el dorso del cráneo. La bóveda craneana es redondeada. Existe un foramen en la parte posterior de la foseta articular, presente por lo general en uno de los lados del cráneo. El canal sinus se encuentra bien marcado en los dos lados del cráneo. El proceso anterior del petromastoideo es largo y angosto. El proceso paroccipital es pequeño. El borde posterior de la placa zigomática se ubica sobre el diminuto mesostilo del M3. La hilera de los unicúspides es corta ( $LHU/LCB = 12.6 \% \pm 0.2$ ). El M3 es complejo y bien desarrollado con protocono, paracono, parastilo y mesostilo conspicuos, metacono reducido e hipocono ausente.

**Variación.** El foramen del borde posterior del proceso timpánico está en la mayoría de los especímenes ausente (en algunos individuos es imperceptible y solamente se encuentra en uno de los dos petromastoideos). El borde anterior de la placa zigomática se ubica sobre el metastilo del M1 y ligeramente sobre la metacresta. El borde posterior del hueso palatino llega hasta el cingulo posterior del M3 y por lo general no lo sobrepasa. U4 es reducido a menos de la mitad del U3 y por lo general se encuentra internamente a la hilera de los unicúspides, de manera que no es visible lateralmente en el cráneo (en la mayoría de los casos); por lo tanto, está cubierto por el parastilo del P4 (Fig. 7A) y se encuentra separando al U3 del P4 (en algunos individuos estas piezas dentales se encuentran en contacto).

**Coloración.** La coloración general del pelaje es negra y puede también variar a marrón-oscuro (Fig. 8A). El pelaje tiene dos franjas marcadas de coloración: en el pelaje dorsal las tres cuartas partes inferiores son de color Medium Neutral Gray (Color 84) y los ápices de color Sepia (Color 219), mientras que no existe mucha variación en la región

ventral que es de color Dark Neutral Gray (Color 83) en la parte inferior y con los ápices también de color Sepia. La cola es negra con grandes escamas, cubierta de pelos cortos marrón-oscuros o negros, al igual que las extremidades. La pigmentación en las piezas dentales es rojo oscuro intenso.

**Comparación con otras especies.** La placa zigomática *C. equatoris* es ancha (PZ = 2.24 mm; PZ/LCB = 10.5 %;  $n = 9$ ) y le identifica de las otras especies de este estudio (prueba  $t$ , todos los valores  $p < 0.01$ .) con excepción de *Cryptotis* sp. (Fig. 9A).

*Cryptotis equatoris* es más similar externamente a *C. osgoodi*. Sin embargo, las extremidades y cola de *C. equatoris* presentan menos pelos; la mandíbula es más larga (LM = 7.1, LM/LCB = 34 %;  $n = 9$ ; frente a 6.8 mm, LM/LCB = 33.6 %;  $n = 12$ ; en *C. osgoodi*;  $t = 5.7$ ,  $df = 19$ ,  $p < 0.001$ ); el proceso coronoide es más alto (APC = 4.5 mm; APC/LM = 64 %,  $n = 9$ , frente a 4.3 mm; APC/LM = 64 %;  $n = 12$  en *C. osgoodi*;  $t = 3.2$ ,  $df = 19$ ,  $p < 0.005$ ) y está orientado hacia el lado labial de la mandíbula; el cóndilo articular es más largo (ACA = 4 mm; ACA/LM = 57 %;  $n = 9$ ; frente a 3.8 mm; ACA/LM = 56 %;  $n = 12$ ; en *C. osgoodi*;  $t = 4.2$ ,  $df = 19$ ,  $p < 0.001$ ). Finalmente, el valle coronoide de la mandíbula de *C. equatoris* es más alto que *C. osgoodi* (AVC = 3 mm; AVC/LM = 42 %;  $n = 9$ ; frente a 2.7 mm; AVC/LM = 41 %;  $n = 12$ ; en *C. osgoodi*;  $t = 5.4$ ,  $df = 19$ ,  $p < 0.001$ ).

*Cryptotis equatoris* puede diferenciarse de *C. montivagus* por poseer un pelaje más oscuro; los unicúspides son más cortos (LHU = 2.64 mm; LHU/LCB = 12.6 %;  $n = 9$ ; frente a 2.88 mm; LHU/LCB = 13.8 %;  $n = 12$ ; en *C. montivagus*;  $t = 5.9$ ,  $df = 19$ ,  $p < 0.001$ ); el rostro es más ancho (IO = 5.63 mm; IO/AC = 55 %;  $n = 9$ ; frente a 5.23 mm; IO/AC = 51 %;  $n = 12$ ; en *C. montivagus*;  $t = -7.7$ ,  $df = 19$ ,  $p < 0.001$ ). La pigmentación de las piezas dentales es más oscura que la mostrada por *C. montivagus*. El borde posterior de los incisivos inferiores de *C. equatoris* no alcanza el cingulo del P4.

*Cryptotis equatoris* se puede diferenciar de *C. niausa* debido a que el pelaje del

cuerpo de *C. niausa* es de coloración más clara. Las extremidades y la cola de *C. equatoris* presentan pelos más cortos. La placa zigomática es más ancha (PZ = 2.2 mm; PZ/LCB = 10.5 %;  $n = 9$ ; frente a 1.9 mm; PZ/LCB = 8.4 %;  $n = 15$  en *C. niausa*;  $t = 3.4$ ,  $df = 22$ ,  $p < 0.002$ ). El U4 de *C. equatoris* es menor al 50 % del tamaño que tiene el U3, mientras que el U4 de *C. niausa* es mayor al 50 % del U3.

*Cryptotis equatoris* se diferencia de *C. peruviansis* por tener aberturas nasales más angostas. La caja craneana es más angosta en promedio (AC = 10.26 mm frente a 11.04 mm en *C. peruviansis*;  $t = -6.1$ ,  $df = 9$ ,  $p < 0.001$ ). El cingulo posterior del P4, M1 y M2 es conspicuamente arqueado, lo cual no es notorio en *C. peruviansis*. Los unicuspides son delgados a comparación de *C. peruviansis* que tiene cada unicúspide ancho.

Finalmente, *C. equatoris* se diferencia de *Cryptotis* sp. por tener pelaje más oscuro. El cráneo es más corto en promedio (LCB = 21.29 mm; LCB/CC = 28.7 %;  $n = 8$ ; frente a 22.43 mm; LCB/CC = 26.3 %;  $n = 7$  en *Cryptotis* sp.;  $t = -8.9$ ,  $df = 15$ ,  $p < 0.001$ ) y el rostro es más ancho (AM2 = 6.18 mm; AM2/AC = 60.7 %;  $n = 8$ ; frente a 5.9 mm; AM2/AC = 55.4 %;  $n = 8$  en *Cryptotis* sp. nov;  $t = 4.5$ ,  $df = 11$ ,  $p < 0.001$ ). Los unicuspides son cortos y angostos en *C. equatoris*, de modo que la hilera de los unicuspides es más corta con relación a *Cryptotis* sp. (LHU = 2.64 mm; LHU/LCB = 12.6 %;  $n = 8$ ; frente a 2.97 mm; LHU/LCB = 13.2 %;  $n = 8$  en *Cryptotis* sp.;  $t = -9.2$ ,  $df = 10$ ,  $p < 0.001$ ). La mandíbula es más corta (LM = 7.1 mm; frente a 7.4 mm en *Cryptotis* sp.;  $t = -4.9$ ,  $df = 15$ ,  $p < 0.001$ ), sin embargo, en proporción con el cráneo es más grande LM/LCB = 33.6 %;  $n = 9$  en *C. equatoris* y LM/LCB = 32.9 %;  $n = 8$  en *Cryptotis* sp.

**Distribución y ecología.** Se conoce de nueve localidades en los bosques de las estribaciones occidentales de las provincias de Carchi, Pichincha y Bolívar, de 1800 a los 3100 m. (Fig. 10). En el bosque protector Mindo-Nambillo, la vegetación se compone de

árboles cubiertos por numerosas epifitas como bromelias, orquídeas y musgo. La vegetación arbórea se encuentra representada por *Clusia crenata*, *Clusia alata*, *Clusia lineata* (Clusiaceae), *Weinmannia pinnata* (Cunoniaceae), *Sapium* sp., *Croton magdalenensis*, *Hyeronima alchorneoides*, *Hyeronima macrocarpa* (Euphorbiaceae), *Nectandra laurel*, *Persea mutisii*, *Ocotea* sp. (Lauraceae), *Dicksonia sellowiana* (Dicksoniaceae), *Billia colombiana* (Hippocastanaceae), *Brunellia acostae*, *B. tomentosa* (Brunelliaceae), *Miconia theaezans*, *M. oblonga*, *M. brevitheca* (Melastomataceae), *Ruagea* sp., *R. tomentosa* (Meliaceae), *Turpinia occidentalis* (Staphyleaceae), *Cyathea* sp. (Cyatheaceae), *Cornus peruvianus* (Cornaceae), y *Ficus cuatrecasana* (Moraceae) (Freire *et al.*, 2002). También habita bosques de *Polylepis*.

**Estado de conservación.** Esta especie se distribuye dentro de tres ecosistemas (Tabla 7), desde el centro al noroccidente de los Andes de Ecuador (Fig. 10). El 53 % del hábitat de esta especie se encontró dentro del PANE (Tabla 8), siendo la segunda especie con el menor porcentaje de su hábitat protegido. Este porcentaje está dentro de siete áreas protegidas, entre las que se destacan: la Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas, el Bosque Protector Mindo-Nambillo y la Reserva Ecológica Los Ilinizas.

Cinco de las nueve localidades de registro pertenecieron al Bosque Siempreverde Montano Alto de la Cordillera Occidental de los Andes (25 % del área total del hábitat remanente); tres localidades se ubicaron en Bosque Siempreverde Montano de la Cordillera Occidental de los Andes (73 % del área total del hábitat remanente); y uno al Herbazal de Páramo (2 % del hábitat remanente).

Debido a que más del 50 % de su hábitat se encuentra dentro de las áreas naturales protegidas, sin embargo, el área total de su hábitat remanente tiene alrededor de 3524 km<sup>2</sup> (menor a 5000 km<sup>2</sup> [UICN, 2012]), con una distribución restringida y con la continua fragmentación del hábitat; por lo que se sugiere que esta especie sea categorizada como

En Peligro (EN) según la UICN (EN B1a).

***Cryptotis montivagus* (Anthony, 1921)**

*Blarina montivaga* Anthony, 1921:5. Holotipo AMNH 47200. Piel con esqueleto de una hembra colectada el 15 de enero de 1921 por H.E. Anthony. Localidad tipo: Bestión, provincia del Azuay, al sur de Ecuador sobre los 3048 m.

[*Cryptotis*] *montivaga*: Cabrera, 1925: 134. Primera asignación de los nombres combinados.

**Nombre común sugerido.** Musaraña montana.

**Diagnosis.** Presenta denticiones poco pigmentadas y de color rosado-oscuro; incisivos inferiores con el borde posterior del incisivo que alcanza el cingulo posterior del P4; las características diagnósticas de esta especie son: (1) Cuerpo mediano con un promedio de 78.2 mm (rango 67.6 a 86 mm;  $n = 10$ ); (2) cola corta (41 % de CC,  $n = 10$ ); (3) cráneo proporcionalmente pequeño con un promedio de 27 % ( $n = 10$ ) de la medida de CC; (4) LHMx de longitud mediana en promedio de 8.18 mm (rango 7.65 a 8.44 mm;  $n = 12$ ); (5) rostro angosto IO con promedio 5.23 mm; IO/AC = 24.7 % (rango 5.13 a 5.50 mm;  $n = 12$ ); (6) región palatal angosta en AM2, en promedio 5.94 mm (rango 5.45 a 6.22 mm;  $n = 12$ ); (7) placa zigomática angosta en promedio, con 1.87 mm (rango 1.53 a 2.1 mm;  $n = 12$ ); (8) mandíbula larga en relación con la longitud del cráneo LCB (LM = 32.7 %;  $n = 12$ ); (9) el U4 es visible lateralmente en el cráneo y se encuentra en línea con los otros unicúspides previniendo el contacto entre el U3 y el P4; (10) La hilera de los unicúspides es larga (Fig. 9B) en relación con LCB (LHU = 13.8 %;  $n = 12$ ).

**Generalidades.** La cola es corta y varía de 25 a 39 mm (Tabla 6), con un promedio de 41 % en relación con CC, con escamas poco visibles y cubierta por largos pelos en la cual se nota un mechón de pelos largos al final de la cola. El cráneo presenta dos

forámenes dorsales de tamaño similar y separados entre sí, ubicados a los lados de la articulación de los huesos frontales. El proceso anterior del petromastoideo es corto y angosto. El foramen del borde posterior del proceso timpánico es mediano y ancho, varía de tamaño entre ejemplares y se encuentra en ambos procesos timpánicos del cráneo. El proceso paroccipital es notorio, pero no prominente. La placa zigomática es angosta con relación al LCB ( $PZ/LCB = 9 \% \pm 0.7$ ) con el borde anterior verticalmente orientado sobre la metacresta del M1 y el borde posterior sobre la unión del M2 y el M3. El borde posterior del hueso palatino se encuentra alejado de los últimos molares. El M3 es complejo con protocono, paracono, parastilo, mesostilo conspicuos, metacono reducido e hipocono. La región protoconal del M1 es pronunciada lingualmente en menor o igual distancia que la región hipoconal. La mandíbula es larga ( $LM = 6.91$  mm). El proceso coronoide es de mediano tamaño ( $APC/ML = 65.7 \% \pm 3.9$ ) orientado hacia el lado labial de la mandíbula. El cóndilo articular es alto ( $ACA/ML = 59.4 \% \pm 3.4$ ). El borde posterior de los incisivos inferiores (promedio 4.7 mm), alcanza el cingulo posterior del P4.

**Variación.** El U4 cercano al 50 % del tamaño del U3, pudiendo variar de tamaño entre ejemplares.

**Coloración.** Las tres cuartas partes inferiores del pelo dorsal es de color Ligth Neutral Gray (Color 85) (Smithe, 1975) y la tercera parte superior es de color Vandyke Brown (Color 121). En el vientre la coloración del pelo no varía mucho con el dorso y se mantiene el Ligth Neutral Gray (Color 85) y en los ápices varía al Dark Brownish Olive (Color 129). La cola es de una coloración marrón-grisácea. El dorso de las manos de color marrón-amarillento y cubiertas por largos pelos de color marrón-plateado. La pigmentación en las denticiones es de un tono rosado oscuro y se encuentra en los conos, estilos, crestas de los molares y en las cúspides de los unicúspides y los incisivos

**Comparación con otras especies.** La región interorbital de *C. montivagus* es la

más angosta entre todas las especies de Ecuador y Perú (IO= 5.2 mm; prueba *t*, todos los valores  $p < 0.001$ ) con excepción de *C. osgoodi*. El pelo del dorso es más largo que las otras especies con un promedio de 7.5 mm (prueba *t*, todos los valores  $p < 0.04$ ). El P4 es notablemente más largo que las otras especies ecuatorianas y desde una vista oclusal, presenta una forma cuadrada por un desarrollado protocono (Fig. 7B).

La apariencia general del pelaje es grisácea con tonos marrón-oscuros (Fig. 8B) semejante a *C. niausa*, especie con la cual es similar externamente. Sin embargo, *C. montivagus* no tiene tonalidades amarillentas en el pecho. El cráneo es mediano con rostro más corto (LP= 9.29 mm; LP/LCB = 44 %;  $n = 12$ ; frente a 9.91 mm; LP/LCB = 44 %;  $n = 15$  en *C. niausa*;  $t = 5.9$ ,  $df = 25$ ,  $p < 0.001$ ), aunque igual en proporción; y angosto (AM2= 5.92 mm; AM2/AC = 58 %;  $n = 12$ ; frente a 6.16 mm; AM2/AC = 58 %;  $n = 15$  en *C. niausa*,  $t = 3.5$ ,  $df = 25$ ,  $p = 0.002$ ). Además, la pigmentación de las denticiones de *C. montivagus* es de tonalidades más clara hasta el rosado, mientras que en *C. niausa* son rojizos muy oscuros.

*Cryptotis montivagus* se diferencia de *C. osgoodi* por poseer una cola más corta en relación a CC (C/CC = 39.5 %;  $n = 12$ ; frente a 41 %;  $n = 12$  en *C. osgoodi*;  $t = 8.6$ ,  $df = 16$ ,  $p = 0.04$ ); el cráneo es más largo (LCB = 21.15; LCB/CC = 27 %;  $n = 10$ ; frente a 20.06 mm; LCB/CC = 26.2 %;  $n = 7$  en *C. osgoodi*;  $t = 5.2$ ,  $df = 22$ ,  $p < 0.001$ ); caja craneana más ancha (AC = 10.26 frente a 9.78 mm en *C. osgoodi*;  $t = 5.1$ ,  $df = 22$ ,  $p < 0.001$ ) pero con el rostro más angosto (IO/AC = 51 %  $\pm$  1.3;  $n = 12$  frente a 55.1 %  $\pm$  1.8;  $n = 12$  en *C. osgoodi*); placa zigomática de igual longitud pero más angosta en relación con LCB (PZ = 9 %  $\pm$  0.7;  $n = 12$  frente a 9.6 %  $\pm$  0.7;  $n = 12$  en *C. osgoodi*); el P4 es de forma más alargada. La pigmentación de las piezas dentales de *C. montivagus* son de tonalidades más claras.

*Cryptotis montivagus* puede diferenciarse de *Cryptotis* sp., por tener menos pelos

en la cola. El cráneo es más corto (LCB= 21.15; LCB/CC = 27 %;  $n = 10$ ; frente a 22.43 mm; LCB/CC = 27 %;  $n = 7$  en *Cryptotis* sp.;  $t = -8.1$ ,  $df = 18$ ,  $p < 0.001$ ) y angosto (AC= 10.28 frente a 10.65 mm en *Cryptotis* sp.;  $t = -5.3$ ,  $df = 18$ ,  $p < 0.001$ ); la mandíbula es más corta (LM= 6.9 mm; LM/LCB = 32.7 %;  $n = 12$ ; frente a 7.4 mm; LM/LCB = 32.9 %;  $n = 8$  en *Cryptotis* sp.;  $t = -5.1$ ,  $df = 18$ ,  $p < 0.001$ ). Los unicúspides son más angostos que los de *Cryptotis* sp..

Finalmente, *C. montivagus* se diferencia de *C. peruviansis* por poseer una cola más larga en proporción de la medida de cabeza cuerpo ( $48 \% \pm 0.2$ ;  $n = 12$  de CC; frente a  $37 \% \pm 0.5$ ;  $n = 1$  en *C. peruviansis*). Además, el cráneo de *C. montivagus* en general es más angosto (AC= 10.26 frente a 11.04 mm en *C. peruviansis*;  $t = -6.4$ ,  $df = 12$ ,  $p < 0.001$ ).

**Distribución y ecología.** Se ha registrado en nueve localidades en las provincias de Chimborazo, Azuay y Loja, al sur de Ecuador. Pocos de estos registros fueron obtenidos en bosque montano de las vertientes occidentales de los Andes (Barnett, 1999). La mayoría de registros corresponden a bosques montanos altos y zonas arbustivas. Esta especie habita desde los 2400 hasta los 4100 m., en zonas de vegetación achaparrada. En el Parque Nacional Cajas, la vegetación está representada por los géneros *Baccharis* (*alpinum*), *Diplostephium* (*hartwegii*) y *Chuquiraga*. La vegetación herbácea se encuentra representada por *Gentianella diffusa* (Gentianaceae), *Baccharis genistelloides*, *Castilleja pumila* (Scrophulariaceae) y *Viola* (Gramineaceae). Además, existen remanentes boscosos donde predomina el árbol de *Polylepis* (Barnett 1999).

**Estado de conservación.** La distribución de esta especie se ubicó en cuatro ecosistemas andinos (Tabla 7) y un quinto, clasificado por el MAE como “sin información”, en la provincia de Loja. El 63 % del hábitat remanente (Tabla 8) de *C. montivagus* se encontró protegido en 10 áreas naturales del PANE (Fig. 11) entre las que

se destacan: el Parque Nacional Sangay, el Parque Nacional Cajas y el Parque Nacional Podocarpus.

Cinco de las 10 localidades de esta especie pertenecieron al ecosistema de Arbustal Siempreverde y Herbazal del Páramo, que representa el 9 % del hábitat total remanente para esta especie; dos localidades son de registros históricos, donde ahora son áreas intervenidas; y el resto de localidades pertenecieron al Bosque Siempreverde Montano del Catamayo-Alamor (6 % de su hábitat total remanente), al Herbazal de Páramo (74 % del hábitat total remanente) y al Herbazal y Arbustal Siempreverde Subnival del Páramo (3 % del hábitat total remanente de esta especie). La localidad 9 “sin información” (Fig. 11), según la clasificación del MAE (2013), corresponde a un ejemplar colectado en la localidad de Cerro de Arcos en la provincia de Loja, aunque perteneció realmente al Arbustal Siempreverde y Herbazal del Páramo.

Más de la mitad de su hábitat (63 %), se encuentra dentro de áreas naturales protegidas, sin embargo, se sugiere que sea categorizada como una especie Vulnerable (VU) según la UICN (VU B1a), por disponer de alrededor de 6566 <sup>km<sup>2</sup></sup> (menor a 20.000 <sup>km<sup>2</sup></sup>), sin conocerse el estado de las poblaciones actuales.

#### ***Cryptotis niausa* Moreno y Albuja, 2014**

Holotipo MEPN 9627. Especímen en piel cráneo y esqueleto en buenas condiciones, colectado en diciembre del 2001 por Luis Albuja y Pablo Moreno. Localidad tipo: Papallacta, provincia de Napo, Ecuador.

**Nombre común sugerido.** Musaraña ratón ciega.

**Diagnosis.** Especie grande de *Cryptotis* con: (1) longitud de cabeza-cuerpo (CC) con un promedio de 81 mm (rango 74 a 89 mm;  $n = 9$ ) (2) cola corta (42 % de CC  $n = 9$ ); (3) cráneo grande en LCB con promedio de 22.66 mm (rango 21.95 a 23.7 mm;  $n =$

15); (4) LHMx con promedio 8.5 mm (rango 8.08 a 9 mm;  $n = 15$ ); (5) la placa zigomática es angosta en relación con la longitud del cráneo (8.4 % de LCB); (3) el U4 es generalmente reducido; el protocono del P4 es poco alargado lingualmente; los hipoconos del M1 y M2 son desarrollados lingualmente; (5) rostro IO ancho con promedio 5.5 mm (rango 5.2 a 5.85 mm;  $n = 15$ ); (6) región platal ancha en AM2, en promedio 6.2 mm (rango 5.86 a 6.46 mm;  $n = 15$ ); (7) placa zigomática angosta con promedio de 1.9 mm (rango 1.3 a 2.2 mm;  $n = 15$ ); (8) Mandíbula con el cóndilo articular ACA alto con un promedio de 4.4 mm (rango 4 a 4.7 mm;  $n = 15$ ); (9) el U4 es de tamaño pequeño pero visible lateralmente en el cráneo, alineado con los otros unicúspides e impide el contacto entre el U3 y el P4; (10) hilera de los unicúspides LHU pequeña, con el 12.2 % en relación con LCB ( $n = 15$ ).

**Generalidades.** Esta especie tiene un cuerpo grande (Tabla 6), cuya longitud de cabeza-cuerpo (CC) fluctúa entre los 74 y los 89 mm. Extremidades y cola, cubiertas de pelos blanquecinos; el pelo es largo y de coloración marrón-grisácea, con un ligero color amarillento en la garganta y pecho. Los pelos tienen forma ensortijada y con una longitud promedio de 6.9 mm. El cráneo es grande que representa el 30 % de CC ( $n = 9$ ). El borde posterior del palatino está muy separado del cíngulo posterior de los terceros molares superiores y ligeramente arqueado. El rostro moderadamente angosto ( $AM2/AC = 57.8 \% \pm 1.4$ ) con la apertura nasal estrecha. La región interorbital angosta ( $IO/AC = 52.6 \% \pm 1.6$ ) con dos conspicuos forámenes dorsales ubicados en la región anterior de la articulación de los frontales (a menudo de tamaños desiguales y muy juntos). La placa zigomática es angosta con relación a LCB ( $PZ/LCB = 8.6 \% \pm 1$ ), el borde anterior de la placa zigomática se halla ligeramente anterior al metastilo del M1. El borde posterior de la placa zigomática se encuentra sobre la unión del M2 y el M3. Los unicúspides son angostos.

**Variación.** La única variación notoria en esta especie, es la coloración amarillenta del pecho, que en algunos ejemplares, esta coloración llega al cuello, y en otros ejemplares se encuentra en el pecho entre los brazos.

**Coloración.** La coloración general del pelaje es grisácea (Fig. 8C) y casi uniforme con el color del vientre. El pelo del dorso tiene aproximadamente el 90 % de color Light Neutral Gray (Color 85) y los ápices presentan por lo general una coloración Olive Brown (Color 29). El pelaje del vientre es de color Dark Neutral Gray (Color 83) casi en su totalidad y la porción apical presenta una coloración Clay Color (Color 26), acentuándose un color marrón amarillento en la garganta y pecho. Las extremidades están cubiertas de conspicuos pelos de color blanquecino. La cola es generalmente de color gris oscuro, cubierta de escamas poco visibles con cortos pelos de color gris blanquecino. La pigmentación de los dientes es rojiza bien acentuada (rojo oscuro a negro) y tiñe a los conos, estilos y crestas de los molares (Fig. 7C y D), así como también en las cúspides de los unicúspides y de los incisivos (Fig. 9C). Esta pigmentación disminuye su intensidad hacia las bases del protocono e hipocono.

**Comparación con otras especies.** Esta especie presenta un cráneo grande (LCB= 22.7 mm) que le diferencia de las otras musarañas de Ecuador y Perú (prueba *t*, todos los valores  $p < 0.001$ ) con excepción de *Cryptotis* sp. Las medidas LP en promedio 9.9 mm (LP/LCB = 44 %;  $n = 15$ ), LHMx en promedio 8.5 mm (LHMx/LCB = 38 %;  $n = 15$ ) y LM con 7.4 mm en promedio (LM/LCB = 32.6 %;  $n = 15$ ) son más grandes en comparación con *C. equatoris*, *C. montivagus*, *C. osgoodi* y *C. peruviansis* (prueba *t*, todos los valores  $p < 0.05$ ). La mandíbula es más alta en ACA en promedio 4.4 mm (ACA/LM = 59.5 %;  $n = 15$ ) que *C. equatoris*, *C. montivagus* y *C. osgoodi* (prueba *t*, todos los valores  $p < 0.001$ ), al igual que el proceso coronoide APC con un promedio de 4.67 mm (APC/LM = 63 %;  $n = 15$ ); prueba *t*, todos los valores  $p < 0.04$ ). El M2 es casi

del mismo tamaño que el M1 (Fig. 7C y D), lo cual no ocurre en las otras especies.

*Cryptotis niausa* es la especie más parecida externamente a *Cryptotis* sp. Sin embargo, se pueden diferenciar debido a que *C. niausa* tiene tonalidades más grisáceas en el pelaje (tonalidades rojizas en *Cryptotis* sp.). Por otro lado, la longitud craneana es más ancha y la hilera maxilar es más alargada en *C. niausa* (AM2= 6.16 y LHMx= 8.48 frente a AM2= 5.89 y LHMx= 8.32 mm en *Cryptotis* sp.; todos los valores  $p < 0.03$ ). La diferencia fundamental entre estas dos especies radica en los unicúspides que son más angostos y cortos en *C. niausa* (LHU= 2.79 mm; LHU/LCB = 12.2 %;  $n = 15$ ) frente a LHU= 2.97 mm; LHU/LCB = 13.2 %;  $n = 8$ ;  $t = -4.4$ ,  $df = 17.1$ ,  $p < 0.001$ ).

*Cryptotis niausa* se puede diferenciar de *C. osgoodi* por ser una especie más grande y presentar una coloración del pelo más clara. Las dimensiones del cráneo son más grandes en *C. niausa*, especialmente en su longitud (LCB = 22.66 mm; LCB/CC = 28 %;  $n = 10$ ; frente a 20.06 mm; LCB/CC = 26 %;  $n = 7$  en *C. osgoodi*;  $t = 10.4$ ,  $df = 25$ ,  $p < 0.001$ ) y su Ancho (AM2= 6.16 mm; AM2/AC= 57.8 %;  $n = 15$ ; frente a 5.81 mm; AM2/AC = 59 %;  $n = 12$  en *C. osgoodi*;  $t = 5.9$ ,  $df = 25$ ,  $p < 0.001$ ).

Finalmente, *C. niausa* se diferencia de *C. peruviansis* por ser una especie más grande y por tener un rostro más alargado (LP= 9.91 mm; LP/LCB = 44 %;  $n = 15$ ; frente a 9.34 mm; LP/LCB = 43 % al 45 %;  $n = 2$  en *C. peruviansis*;  $t = 2.8$ ,  $df = 15$ ,  $p 0.01$ ), y más angosto (AU3= 3.09 mm; AU3/AC = 28 %;  $n = 15$ ; frente a 3.4 mm; AU3/AC = 31 %;  $n = 2$ ; en *C. peruviansis*;  $t = -4.9$ ,  $df = 15$ ,  $p < 0.001$ ).

**Distribución y ecología.** Esta especie ha sido colectada en nueve localidades de la cordillera oriental de las provincias de Pichincha y Napo (Fig. 12) y en las cimas de los ramales oriental y occidental de la provincia del Carchi. Su rango altitudinal es de 2865 a 3910 m. Las temperaturas mínimas anuales en estos páramos son de 4 °C hasta 0 °C y como máximas anuales de 14 °C y 20 °C, con una pluviosidad de 1331–1458 mm (Voss,

2003). Esta especie habita principalmente la formación vegetal de Páramo Herbáceo (Valencia *et al.*, 1999), cubierta por una vegetación con dominancia de gramíneas que se entremezclan con algunos arbustos. La estructura vegetal está dominada por pajonal del género *Calamagrostis* aff. *intermedia* (Poaceae), asociados con plantas herbáceas como *Valeriana microphylla*, *Ranunculus praemorsus* (Valerianaceae), *Clinopodium nubigenum* (Lamiaceae), *Castilleja fissifolia*, *Bartsia alba* (Scrophulariaceae), y en los páramos de la provincia del Carchi, dominada por la especie de frailejón *Espeletia pycnophylla* e intercalada con pajonal (Valencia *et al.*, 1999).

Un registro provino de los bosques que limitan con los páramos, representados en su mayoría por *Polylepis panta* (Rosaceae), *Gynoxis acostae* (Asteraceae), *Escallonia myrtilloides* (Saxifragaceae) y *Brachiotum ledifolium* (Melastomataceae).

**Estado de conservación.** Las localidades de registro de esta especie provienen de tres ecosistemas altoandinos del norte de Ecuador (Tabla 7). El 62 % del área del hábitat remanente (Tabla 8) está dentro de seis áreas protegidas, siendo las principales: la Reserva Ecológica El Ángel, el Parque Nacional Cayambe-Coca, la Reserva Ecológica Antisana y la Reserva Biológica Colonso Chalupas.

Cinco de las nueve localidades de *C. niausa* se encontraron dentro del Rosetal Caulescente (frailejones) y Herbazal del Páramo (18 % del total del hábitat remanente); dos dentro del Herbazal de Páramo (76 % del total del hábitat remanente); una dentro del Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes (Fig. 12); y una última localidad recae en lo que en la actualidad son zonas intervenidas.

Esta especie internacionalmente no ha sido evaluada, para ubicarla dentro de alguna de las categorías de conservación de la UICN. Sin embargo, más de la mitad del hábitat de esta especie se encuentra en áreas protegidas; pero, el área total de su hábitat remanente es de 2566.3379 km<sup>2</sup> (menor a 5000 km<sup>2</sup>) es restringido según la UICN (2012), con

fragmentación del hábitat y poblaciones fluctuantes, lo que se sugiere que esta especie sea categorizada como En Peligro (EN) según la UICN (EN B1c).

***Cryptotis osgoodi* (Stone, 1914)**

*Blarina osgoodi* Stone, 1914:16. Holotipo A.N.S. Phila N° 12,732. Una hembra colectada el 12 de mayo de 1911 por Samuel N. Rhoads. Localidad tipo: Hacienda Garzón, en los alrededores del volcán Pichincha, provincia de Pichincha a 3200 m., Ecuador.

*C[ryptotis] osgoodi*: Tate, 1932: 225; combinación de los nombres.

**Nombre común sugerido.** Musaraña de Osgood.

**Diagnosis.** cráneo corto y angosto (con excepción de las medidas PZ, IO y Lm1); (1) cuerpo pequeño con un promedio de 76.7 mm (rango 70 a 83 mm;  $n = 7$ ); (2) cola corta en relación con CC ( $39.6 \% \pm 4.2$ ,  $n = 7$ ); (3) cráneo pequeño LCB ( $26.2 \%$  de CC  $n = 7$ ); (4) LHMx corta con un promedio de 7.73 mm (rango 7.15 a 8 mm;  $n = 12$ ); (5) ancho del rostro en IO con promedio de 5.35 mm (rango 4.9 a 5.65 mm;  $n = 12$ ); (6) región palatal angosta en AM2, con promedio de 5.81 mm (rango 5.51 a 5.97 mm;  $n = 12$ ); (7) placa zigomática mediana con promedio de 1.92 mm (rango 1.74 a 2.1 mm;  $n = 12$ ); (8) mandíbula es larga en promedio 6.75 mm (rango 6.6 a 7 mm;  $n = 12$ ); (9) el U4 es de tamaño mayor a la mitad del U3 e impide el contacto entre el U3 y el P4 de modo que es visible lateralmente en el cráneo; (10) hilera de los unicúspides LHU pequeña, con el 13 % en relación con LCB ( $n = 13$ ).

**Generalidades.** La cola esta cubierta de pelos cortos. Las patas son pequeñas y se encuentran cubiertas por escamas semicirculares y pelos cortos. El pelo del dorso es corto con un promedio de 6.1 mm. El rostro es alargado pero corto en relación con la longitud del cráneo ( $PL/LCB = 43.6 \% \pm 1.2$ ) y angosto en relación con el ancho del cráneo ( $AM2/AC = 59.5 \% \pm 2.0$ ). La apertura nasal es estrecha. La región interorbital es

ancha (IO/AC= 54.7 %  $\pm$  1.6) con dos forámenes dorsales separados. La bóveda craneana redondeada. El canal sinus se encuentra bien marcado en ambos lados del cráneo. El proceso anterior del petromastoideo es corto y angosto. El proceso paroccipital es diminuto. La placa zigomática es mediana (PZ/LCB= 9.5 %  $\pm$  0.7). El borde posterior de la placa zigomática se encuentra sobre el metacono del M3. La parte posterior del hueso palatino alcanza y sobrepasa ligeramente los bordes posteriores de los últimos molares (Fig. 7E). La hilera de los unicúspides es corta en relación con el LCB (LHU = 12.9 %). El M3 es complejo y bien desarrollado con protocono, paracono, parastilo y mesostilo conspicuos, metacono reducido pero visible e hipocono ausente en el cíngulo posterior. El elemento anterior del ectolopho del M1 es ligeramente más pequeño que el elemento posterior. La mandíbula es larga en relación con LCB (LM= 33.5 %  $\pm$  1.0). El proceso coronoide es corto (APC/LM= 64.1 %  $\pm$  1.8) y está orientado hacia el lado labial de la mandíbula. El cóndilo articular es corto (ACA/ML= 55.8  $\pm$  2.3). El borde posterior de los incisivos inferiores está en posición anterior al cíngulo posterior del P4.

**Variación.** El forámen del borde posterior del proceso timpánico es conspicuo y se encuentra en ambos procesos timpánicos. El borde anterior de la placa zigomática está sobre el parastilo del M2 o ligeramente hacia la precentrocresta del M2.

**Coloración.** No existe variación de color entre la parte ventral y la dorsal. La apariencia general del color de la piel en esta especie es de color marrón-oscuro hasta negro (Fig. 8D) con las tres cuartas partes basales del pelo de color Medium Neutral Gray (Color 84) y la parte apical de color Sepia (Color 219). La cola es de color marrón-oscuro a negro. Las patas se encuentran cubiertas por pelos cortos que varían de color marrón-oscuro a marrón-amarillento. La pigmentación de las piezas dentales es rojo oscuro.

**Comparación con otras especies.** *Cryptotis osgoodi* es similar a *C. equatoris*. Sin embargo, en proporción la cabeza de *C. osgoodi* es más pequeña (LCB/CC= 26 %  $\pm$  1.3

frente a  $29 \% \pm 2.8$  en *C. equatoris*;  $t = 2.17$ ,  $df = 11$ ,  $p < 0.05$ ); la cola es más corta en relación con la medida de cabeza-cuerpo ( $C/CC = 39.6 \%$  frente a  $49.4 \%$  en *C. equatoris*;  $t = 3.7$ ,  $df = 11$ ,  $p 0.004$ ) y presenta una menor cantidad de pelos. El cráneo es pequeño y redondeado, de menor tamaño que el de *C. equatoris* en LCB (20.1 frente a 21.3 mm en *C. equatoris*;  $t = 5.6$ ,  $df = 19$ ,  $p < 0.001$ ), LP (8.9 frente a 9.3 mm *C. equatoris*;  $t = 2.9$ ,  $df = 19$ ,  $p 0.009$ ), LHMx (7.7 frente a 8.12 mm *C. equatoris*;  $t = 3.9$ ,  $df = 19$ ,  $p 0.001$ ) y LM (6.8 frente a 7.1 mm *C. equatoris*;  $t = 5.7$ ,  $df = 19$ ,  $p < 0.001$ ); y más angosto en AM2 (5.8 frente a 6.2 mm *C. equatoris*;  $t = 5.6$ ,  $df = 19$ ,  $p < 0.001$ ). El foramen del borde posterior del proceso timpánico en *C. osgoodi* es corto y angosto, y está presente en los dos procesos timpánicos lo que le diferencia de *C. equatoris*, que cuando lo presenta se encuentra solamente en un solo proceso timpánico. El U4 está en línea con los otros unicuspides y no está oculto por el parastilo del P4 (Fig. 7E), a diferencia de *C. equatoris* (el último unicuspid se interna en el maxilar y no se alinea con los otros unicuspides y casi siempre está oculto por el P4).

*Cryptotis osgoodi* difiere de *C. peruviansis* por tener un cráneo más corto (LCB= 20.06 mm; LCB/CC= 26 %;  $n = 12$ ; frente a 21.63 mm; LCB/CC= 32 %;  $n = 1$  en *C. peruviansis*;  $t = -3.5$ ,  $df = 12$ ,  $p 0.004$ ) y angosto (AC = 9.78 mm frente a 11.04 mm en *C. peruviansis*;  $t = -5.7$ ,  $df = 12$ ,  $p < 0.001$ ); y una mandíbula más baja (APC = 4.32 mm; APC/LM = 64.1 %;  $n = 12$  frente a 4.64 mm; APC/LM = 65 %;  $n = 2$  en *C. peruviansis*;  $t = -2.8$ ,  $df = 12$ ,  $p 0.02$ ).

*Cryptotis osgoodi* se puede diferenciar fácilmente de *Cryptotis* sp. por tener tonalidades más oscuras en el pelaje. Por otra parte, las dimensiones a nivel del cráneo son más pequeñas en *C. osgoodi* (LCB= 20.06 mm; LCB/CC= 26 %;  $n = 12$ ; frente a LCB = 22.43 mm; LCB/CC = 26.3 %;  $n = 8$  en *Cryptotis* sp.;  $t = -10.4$ ,  $df = 18$ ,  $p < 0.001$ ).

**Distribución y ecología.** Los registros provienen de nueve localidades de las provincias de Pichincha, Napo y Tungurahua, en las estribaciones orientales y valles húmedos interandinos del norte y centro de Ecuador, entre los 1700 y 3400 m. (Fig. 13). El bosque nublado de las estribaciones orientales de la cordillera de los Llanganates presenta las características típicas del hábitat de esta especie con árboles cubiertos por abundantes líquenes, musgos y bromelias (Valencia *et al.*, 1999). En este tipo de hábitat sobresalen especies de árboles como *Cedrela montana* (Meliaceae), *Oreopanax* sp. (Araliaceae) y *Weinmannia* sp. (Cunoniaceae), y también de alisos *Alnus acuminata* (Betulaceae). La vegetación achaparrada está representada por *Gynoxys sodiroi*, *Baccharis prunifolia* (Asteraceae), *Escallonia myrtilloides* (Saxifragaceae), *Miconia salicifolia* (Melastomataceae), *Myrsine dependens* (Myrsinaceae), *Hesperomeles obtusifolia* (Rosaceae) y *Ageratina* sp. (Asteraceae) (Vargas *et al.*, 2000).

A pesar de que la mayoría de registros está en bosques nublados y montanos, también ha sido registrada en las zonas altas de la cordillera andina donde la vegetación está compuesta por un mosaico de hábitats entre pajonales de *Calamagrostis intermedia* (Poaceae), conjuntamente con bambú enano *Neurolepis aristata* (Poaceae) y plantas arbustivas como: *Escallonia myrtilloides* (Saxifragaceae), *Gynoxys fuliginosa* (Asteraceae), *Weinmannia mariquitae* (Cunoniaceae), *Hesperomeles obtusifolia* (Rosaceae) y *Diplostephium* sp. (Asteraceae).

**Estado de conservación.** Habita dentro de cuatro ecosistemas andinos en el centro de Ecuador y en los flancos de la cordillera oriental de los Andes (Fig. 13). El 72 % (Tabla 8) del hábitat remanente de esta especie se encontró dentro de nueve áreas protegidas, siendo la especie de musaraña ecuatoriana con mayor área de hábitat protegido (559,578.04 Ha). Entre las principales áreas protegidas están: el Parque Nacional Cayambe-Coca, Parque Nacional Sumaco-Napo-Galeras, Reserva Ecológica Antisana,

Reserva Biológica Colonso Chalupas, Parque Nacional Llanganates y la parte norte del Parque Nacional Sangay.

Tres de las nueve localidades de registro de *C. osgoodi* provienen del Bosque Siempreverde Montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (41 % del área total del hábitat remanente); tres del Bosque Siempreverde Montano Alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes (18 % del área total del hábitat remanente); y el resto del Herbazal y Arbustal Siempreverde del Páramo del Volcán Sumaco (0.05 % del área total del hábitat remanente), Herbazal del Páramo (41 % del área total del hábitat remanente) y de los remanentes aledaños a la ciudad de Quito.

Esta especie no ha sido evaluada internacionalmente por la UICN. El área total de su hábitat remanente de esta especie es de alrededor de 7796 km<sup>2</sup> (menor a 20.000 km<sup>2</sup>), por lo que se consideraría que esta especie se ubique en la categoría de Vulnerable (VU) siguiendo el criterio restricción en la distribución geográfica (VU B1a), aunque, el hábitat se encuentra en buena conservación, las poblaciones no se han estudiado a detalle.

### ***Cryptotis peruviansis* Vivar, Pacheco y Valqui, 1997**

Holotipo MUSM8373. Hembra subadulta colectada por Antonio Tovar, Michael y Thomas Valqui el 19 de febrero de 1992. Localidad tipo: Las Ashitas, departamento de Cajamarca, al norte del Perú a 3150 m.

**Nombre común sugerido.** Musaraña peruana.

**Diagnosis.** Es una especie pequeña de *Cryptotis* con proceso anterior de petromastoideo corto y ancho que se caracteriza por: (1) Cuerpo pequeño de 68 mm del holotipo que es el único ejemplar del que tiene esta medida; (2) cola larga con el 48 % de la proporción de CC ( $n = 1$ ); (3) cráneo LCB pequeño el cual representa el 32 % ( $n = 2$ ) de CC; (4) LHMx de longitud mediana con un promedio de 8.05 mm (rango 7.85 a 8.25

mm;  $n = 2$ ); (5) rostro IO ancho, con un promedio de 5.55 mm (rango 5.54 a 5.56 mm;  $n = 2$ ); (6) región palatal ancha en AM2 con un promedio de 6.28 mm (rango 6.10 a 6.45 mm;  $n = 2$ ), y además es más ancha la región palatal que las otras especies de este estudio a la altura del primer unicúspide (AU1) con un promedio de 2.8 mm (rango 2.62 a 2.98 mm;  $n = 2$ ) y también a altura del tercer unicúspide (AU3) con promedio 3.41 mm (rango 3.3 a 3.51 mm;  $n = 2$ ); (7) la placa zigomática es angosta con un promedio de 2.09 mm (rango 2.03 a 2.14 mm;  $n = 2$ ); (8) mandíbula larga en relación con LCB (33.1 %;  $n = 2$ ); (9) U4 pequeño, evitando el contacto entre U3 y P4; (10) LHU es pequeña que representa el 13 % respecto de LCB ( $n = 2$ ).

**Generalidades.** Especie pequeña (CC= 68 mm) (Tabla 6) con cola de longitud de 33 mm ( $n = 1$ ). Las extremidades traseras son de tamaño grande (P= 14 mm), cubierta de pelos cortos y pequeñas escamas. El pelo dorsal de aproximadamente 5-6 mm de largo. El cráneo es pequeño (LCB= 21.63 mm; Fig. 9E). El rostro es largo (LP/LCB = 43 % al 45 %) y angosto (AM2/AC = 56 % al 58 %). Las aberturas nasales son anchas y la región interorbital estrecha. La caja craneana es ancha con dos forámenes dorsales pequeños y posicionados anteriormente a la articulación del frontal con el nasal. El proceso anterior del petromastoideo es corto y ancho. El proceso paroccipital es pequeño. La placa zigomática es angosta con el borde anterior por encima del metastilo del M1 y el borde posterior sobre el M3. Dentición bulbosa. Los incisivos superiores presentan cúspides anchas. El U4 se encuentra en línea con los otros unicúspides, sin prevenir el contacto entre U3 y P4. El M3 complejo con protocono, paracono, parastilo y mesostilo conspicuo, metacono reducido e hipocono ausente. La mandíbula es larga (LM= 7.16 mm) y estrecha. El proceso coronoide es corto y angosto, el cual se junta a la mandíbula en un ángulo oblicuo y orientado hacia el lado labial de la mandíbula. El cóndilo articular es alto y ancho, presentando una muesca en el lado lingual, poco profunda entre las facetas

articulares. La muesca sigmoidea es poco profunda bajo el cóndilo articular. El proceso angular es largo y delgado. El borde posterior del incisivo inferior se extiende anterior al cingulo posterior del P4. El borde posterior de los incisivos inferiores no sobrepasa el cingulo posterior del P4.

**Variación.** El forámen del borde posterior del proceso timpánico está ausente según Vivar *et al.* (1997); sin embargo, en la revisión del holotipo (MUSM8373) se encontró presente en ambos procesos timpánicos. Los unicúspides son cortos y anchos, y el U4 es pequeño y triangular en vista oclusal (Fig. 7F). El cingulo posterior del P4, M1 y M2 no presenta un arco entre el metastilo y el hipocono y en un caso fue ligeramente arqueado de modo que casi es totalmente junta la una pieza dental con la otra.

**Coloración.** La coloración dorsal y lateral del pelaje es Dark Grayish Brown (Color 20 de Smithe, 1975). El pelaje ventral es ligeramente más pálido, sin una demarcación clara entre el dorso y el vientre. La dentición bulbosa con pigmentación oscura.

**Comparación con otras especies.** La región palatal es ancha ( $AU3 = 3.41$  mm;  $AU3/AC = 31$  %;  $n = 2$  y  $AU1 = 2.8$  mm;  $AU1/AC = 25.4$  %;  $n = 2$ ) en relación con las otras especies de Ecuador y Perú (prueba *t*, todos los valores  $p < 0.05$ ). *Cryptotis peruviansis* presenta el cingulo posterior de los molariformes sin una hendidura entre el metastilo e hipocono, de modo que no existen espacios entre la parte posterior de un molariforme y la pieza que le precede.

*Cryptotis peruviansis* se diferencia de *Cryptotis* sp. por tener un cráneo más pequeño ( $LCB = 21.63$  mm;  $LCB/CC = 32$  %;  $n = 2$ ; frente a  $22.43$  mm;  $LCB/CC = 26.3$  %;  $n = 8$  en *Cryptotis* sp.;  $t = 3.8$ ,  $df = 8$ ,  $p 0.005$ ) y ancho ( $AC = 11.04$  frente a  $10.65$  mm en *Cryptotis* sp.;  $t = -3.9$ ,  $df = 8$ ,  $p 0.005$ ); con unicúspides más cortos pero anchos ( $LHU = 2.73$  mm;  $LHU/LCB = 13$  %;  $n = 2$ ; frente a  $2.97$  mm;  $LHU/LCB = 13.2$  %;

$n = 2$  en *Cryptotis* sp.;  $t = 4.9$ ,  $df = 8$ ,  $p 0.001$ ).

**Distribución y ecología.** Esta especie hábitat el bosque de ecotono con los páramos, caracterizado por árboles y arbustos con abundantes epífitas y musgos en la cordillera oriental de los Andes del norte de Perú. Las especies comunes de arbustos incluyen representantes de los géneros *Gynoxus* (Asteraceae), *Monnina* (Polygalaceae), *Rapanea* (Myrsinaceae), *Miconia* (Melastomataceae), *Escallonia* (Grossulariaceae) y *Syphocampilus jelskii* (Campanulaceae). Existen también helechos arborescentes del género *Cyathea* y suros del género *Chusquea* (Poaceae), entremezclados con parches de especies de pajonal de *Calamagostis* y *Festuca*. El ambiente es frío y extremadamente húmedo. Habita también en el bosque nublado, donde existen árboles de *Podocarpus* (Vivar *et al.*, 1997).

**Estado de conservación.** Conocida para los bosques altoandinos del norte de Perú, en el ramal oriental de los Andes, desde los 2050 hasta 3150 m. (Woodman y Péfaur, 2008). *Cryptotis peruviensis* es la distribución más meridional de *Cryptotis* en América del Sur (Vivar *et al.*, 1997).

Esta especie es de análisis complementario a las especies ecuatorianas, por lo que no fue considerada para un análisis de estado de conservación actual, a demás, es conocida solamente por dos ejemplares usados para su descripción, por lo que se encuentra categorizada como con Datos Insuficientes (DD) debido a la ausencia de información sobre su distribución, amenazas y estado poblacional.

### ***Cryptotis* sp. nov.**

**Holotipo sugerido.** (Figs 8E y 9F) QCAZ 10956, Especímen adulto preparado como piel y cráneo, proveniente de Ecuador, Provincia de Zamora Chinchipe, Reserva

Privada Tapichalaca (-4.4913 -79.1263), 2541 m, colectado por Rolando Carpio y Mary Chambers el 7 de junio del 2007.

**Paratipos sugerido.** ECUADOR: Provincia Zamora Chinchipe, Estación Científica San Francisco, vía Loja-Zamora, Km 30 (-3.996389 -79.065278), 3140 m, QCAZ 3341, ejemplar adulto en alcohol; PERÚ: Departamento de Cajamarca, Santuario Nacional Tabaconas, Huascaray (-5.263 -79.294), 2800 m, número de campo MVC 026 (MUSA), ejemplar adulto como piel, cráneo y esqueleto; Departamento de Piura, Huancabamba, Minera Majaz (Rio Blanco), Campamento Nueva York (-4.914 -79.363), 2998 m, UNMSM 23794, 23458, 23453, 23452, 23454, 23456, ejemplares adultos en piel, cráneo y esqueleto.

**Diagnosis.** Esta especie de *Cryptotis* que tiene un forámen mentoniano muy reducido, se caracteriza por: (1) tamaño de cabeza y cuerpo grande con un promedio de 85.4 mm (rango 69 a 99 mm;  $n = 7$ ); (2) cola pequeña en relación al CC ( $36 \% \pm 5.7$ ;  $n = 7$ ); (3) LCB grande entre los *Cryptotis* de este estudio con el 26.3 % en relación con CC; (4) LHMx grande en promedio 8.32 mm (rango 8.2 a 8.4 mm;  $n = 8$ ); (5) rostro IO angosto, en promedio 5.54 mm (rango 5.41 a 5.62;  $n = 8$ ); (6) región palatal angosta en AM2, en promedio 5.9 mm (rango 5.81 a 6 mm;  $n = 8$ ); (7) la placa zigomática es ancha con relación a LCB ( $10 \% \pm 0.2$ ;  $n = 8$ ); (8) la altura del valle coronoide en la mandíbula es alto con promedio 3.27 mm (rango 3.1 a 3.46 mm;  $n = 8$ ); (9) la mandíbula es mediana en relación con LCB (33 %;  $n = 8$ ), con la altura del valle coronoide en la mandíbula alto en promedio 3.27 mm (rango 3.1 a 3.46 mm;  $n = 8$ ); (10) LHU larga, con el 13.2 % en relación de LCB ( $n = 8$ ), en promedio 2.97 mm (rango 2.92 a 3 mm;  $n = 8$ ), llegando a los 3 mm en los ejemplares del norte de Perú.

**Descripción.** Esta especie posee un cuerpo grande con un promedio CC= 85.4 mm (rango CC 69 a 99 mm;  $n = 7$ ) (Tabla 6). Las extremidades son cortas y en la punta

de los dedos se ubican garras alargadas y delgadas. La longitud del pelo en el dorso es de 6.8 mm. El borde anterior de la placa zigomática se sitúa entre el metastilo del M1 y el parastilo del M2. El cráneo es grande (LCB= 22.4 mm). El borde posterior del palatino está muy separado del cíngulo posterior de los terceros molares superiores (Fig. 7G). La región interorbital es estrecha con dos conspicuos forámenes dorsales junto a los huesos frontales, de tamaños desiguales y muy juntos. El U4 es pequeño, un poco menor al 50 % del tamaño del U3, no se encuentra visible lateralmente en el cráneo por encontrarse oculto por el parastilo del P4 e impide el contacto del P4 con el U3. Los cuatro unicúspides están alineados. Esta especie tiene el forámen mentoniano reducido y ubicado a la altura del hipofléxido del M1. El cíngulo posterior del P4, M1 y M2 comprendido entre el metastilo y el hipocono, no es arqueado de modo que no existe un espacio entre estas piezas dentales y las que le siguen.

**Variación.** La placa zigomática es ancha con relación a la longitud del cráneo (PZ/LCB = 10 %  $\pm$  0.2), llegando a los 2.47 mm en algunos ejemplares peruanos del sector de Cajamarca, aunque en los ejemplares ecuatorianos de Zamora-Chinchipe es más angosta (1.76 mm). El borde posterior de la placa zigomática en los ejemplares ecuatorianos se halla a la altura del metastilo del M2, mientras que en los ejemplares peruanos se ubica posterior al mesostilo del M3.

**Coloración.** En el dorso, el aspecto general del pelaje es de color Grayish Horn (Color 91) y los ápices son de tonalidades claras de coloración Mahogany Red (Color 132B). El dorso de la mano y el pie cubiertos por notorias escamas de coloración Natal Brown (Color 219A). El pelaje del vientre no tiene mayor diferencia con los lados y el dorso del cuerpo, sin embargo en los ápices se acentúa el color rojizo llegando a tener una tonalidad Kingfisher Rufous (Color 240) desde el mentón hasta la región anal. Las partes basales y mediales del pelo de todo el cuerpo son de color Dark Neutral Gray

(Color 83). Los dientes son poco pigmentados (Fig. 9F), característica que comparte con *C. montivagus*. Las denticiones de *Cryptotis* sp. nov. tienen una tonalidad rozado oscura, tiñendo los conos, estilos y crestas de los molariformes, así como también las cúspides de los unicúspides y de los incisivos. La pigmentación es menos marcada hacia las bases del protocono e hipocono.

**Comparación con otras especies.** La cola de esta nueva especie presenta pelos cortos diferenciándose de *C. montivagus* que tiene pelos largos. La hilera de los unicúspides es más larga (Fig. 9F) que *C. niausa* (LHU= 3 frente a 2.8 mm en *C. niausa*;  $t = -4.4$ ,  $df = 17$ ,  $p < 0.001$ ), siendo más alargados y anchos que todas las especies de Ecuador y Perú (prueba  $t$ , todos los valores  $p < 0.007$ ) con excepción de *C. montivagus* (Tabla 6). Por otro lado, en *Cryptotis* sp. nov., el borde posterior del P4, M1 y M2 entre el metastilo y el hipocono no es arqueado desde una vista oclusal (Fig. 7G), lo cual le diferencia de *C. niausa* (con arcos del cíngulo posterior visibles en estas piezas dentales). La mandíbula de *Cryptotis* sp. nov. es alta a la altura del valle coronoide, siendo mayor que en *C. niausa* (AVC= 3.27 frente a 3.1 mm en *C. niausa*;  $t = -3$ ,  $df = 22$ ,  $p 0.006$ ). El foramen mentoniano es reducido con un pequeño agujero, lo cual lo diferencia de *C. montivagus*, *C. niausa* y *C. peruvienis*, cuyos forámenes son muy conspicuos.

**Distribución y ecología.** Hasta el momento se conocen dos registros en localidades de las estribaciones orientales de la provincia de Zamora Chinchipe en Ecuador y dos localidades al norte de Perú (departamento de Piura y Cajamarca), ambas en las vertientes orientales de los Andes fronterizos con el Ecuador. El rango de distribución altitudinal va desde los 2541 a los 3140 m. El hábitat de esta especie en el Ecuador según Valencia *et al.* (1999), presenta temperaturas anuales promedio de 12 °C, y van desde los 4.2 °C hasta los 20 °C. El promedio anual de precipitaciones es de 2500 mm y posee una humedad relativa del 82.5 % (Ramírez *et al.*, 2009). En la Estación Científica San Francisco y la

Reserva de Tapichalaca, esta especie habita los bosques y arbustales que crecen en las laderas muy inclinadas y escarpadas donde la vegetación se caracteriza por una alta dominancia de árboles de hasta 10 m., de dosel como: *Purdiaea nutans*, *Calyptranthes pulchella*, *Clusia* spp., *Cybianthus marginatus*, *Ilex scopulorum*, *I. weberlingii*, *I. rimbachii*, *Myrcia* sp., *Weinmannia elliptica*, *W. fagaroides* y *W. loxensis*. En las zonas más cercanas al páramo, la vegetación reduce su tamaño con plantas como: *Morella pubescens*, *Myrsine andina*, *Hedyosmum* spp., *Licaria subsessilis*, *Meriania rigida*, *Miconia* spp., *Podocarpus oleifolius*, *Dioicodendron dioicum* y *Drimys granadensis* (Báez *et al.*, 2013).

**Estado de conservación.** Las localidades provenientes del sur de Ecuador (Fig. 14) pertenecieron al Bosque Siempreverde Montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes, siendo este ecosistema el único hábitat para esta especie. El 56 % de hábitat remanente (Tabla 8) de esta especie se encuentra preservado dentro de cinco áreas protegidas al sur de Ecuador, entre las que sobresalen el Parque Nacional Podocarpus y el Parque Nacional Yacuri.

Las localidades provenientes del norte de Perú presentan hábitats similares a los de las estribaciones orientales andinas del sur de Ecuador, a pesar de tener otro sistema de clasificación de sus ecosistemas.

Esta especie, obtuvo la menor cantidad de hábitat entre las especies de *Cryptotis* según este análisis. El área total de hábitat remanente es de alrededor de 1170 km<sup>2</sup> (menor a 5000 km<sup>2</sup>), sin embargo, no se dispone de mucha información de esta especie, lo que sugiere que, aunque, aún no sea determinada taxonómicamente, sea categorizada como Datos Insuficientes (DD) según la UICN.

## 5.5 Capacidad cavadora de las extremidades

*Cryptotis niausa* de poblaciones contemporáneas y fósiles presentaron mayores

valores para los índices epicóndilo humeral (IEH= 0.434) y epicóndilo-femoral (IEF= 0.273) (Tabla 9) en relación a los otros *Cryptotis* de Ecuador y Perú (todos los valores  $p < 0.04$ ).

El análisis de las dimensiones entre el ancho epicondilar, la longitud y el ancho inter-tubercular del húmero (Fig. 15) indicaron que *C. niausa* tanto fósil como actual, mostraron una mayor proporción de estas medidas con una mayor condición para cavar el suelo de los páramos. Con proporciones intermedias se encuentran *Cryptotis* sp. nov., y *C. montivagus*, que poseen húmeros largos pero con pequeños epicóndilos y tubérculos humerales (Tabla 10). *Cryptotis equatoris* y *C. osgoodi* tienen las menores proporciones entre todos los *Cryptotis* distribuidos en Ecuador.

De acuerdo al índice epicóndilo femoral (IEF), *C. niausa* fue la especie con una mayor capacidad cavadora entre los *Cryptotis* de Ecuador. Por otro lado, este índice se redujo en las especies que habitan los bosques andinos como *C. osgoodi* y *C. equatoris* (Fig. 16).

## 5.6 Registros fósiles del Pleistoceno tardío en Ecuador

Se identificaron cinco fémures, cuatro húmeros, ocho huesos pélvicos, dos incisivos superiores y un fragmento de maxilar con P4, M1 y M2 izquierdos completos. Los análisis morfológicos de los fósiles indicaron que corresponden a la especie *C. niausa*, debido a que el segmento anterior de la fosa mesopterigoidea de fósil es de forma arqueada (adentrada en el palatino), siendo *C. niausa* la única especie de Ecuador que presenta esta característica (Fig. 7C). Por otro lado, tanto el P4 del fósil como el de *C. niausa* presentan el protocono más expandido lingualmente (Fig. 7C y D), sin llegar a ser tan expandido como el de *C. montivagus*. Además, ambos poseen un parastilo del P4 reducido.

El M1 y M2 de *C. niausa* fósil al igual que el actual, no presentan modificaciones en su estructura. El elemento anterior del ectolofa del M1 es menor que el posterior, con

los protoconos e hipoconos alargados lingualmente (Fig. 7C y D). El M2 de *C. niausa* (fósil y actual) alcanza el mismo tamaño que el M1, mientras que el M2 en las otras especies es notoriamente menor que el M1.

Las dimensiones de los húmeros y fémures de los fósiles de *Cryptotis* del sector de Chalán se superponen con de *C. niausa*. Sin embargo, los fémures del fósil son ligeramente mayores (Tabla 10).

Este registro fósil demuestra que cerca de 41 mil años atrás, *C. niausa* se encontraba a 160 km más al sur de su distribución actual, que corresponde a los páramos de Papallacta y Antisana en las provincias de Napo y Pichincha (Fig. 17).

### **5.7 Envoltura ambiental**

En el análisis de componentes principales se obtuvieron dos componentes (CP1 y CP2) que representaron el 99 % de la varianza total. En el primer componente, la variable de temperatura media mensual diurna tuvo mayor valor. En el segundo componente, fue la variable de temperatura mínima del mes más frío (Tabla 11). Hubo solapamiento entre las envolturas ambientales de todas las especies de musarañas de Ecuador según el análisis del PCA (Fig. 18).

## 6 DISCUSIÓN

En este trabajo se utilizaron marcadores moleculares para elucidar las relaciones filogenéticas y determinar los límites de especies entre las poblaciones ecuatorianas pertenecientes al género *Cryptotis*, dando como resultado el descubrimiento de una nueva especie para la ciencia. Existió correspondencia entre la variación genética y la variación morfológica, lo que confirma que cada linaje antiguo obtenido en la filogenia representa una especie.

### 6.1 Delimitación de especies y relaciones evolutivas de las poblaciones

Los análisis moleculares y morfológicos de las poblaciones ecuatorianas de *Cryptotis*, determinaron que existen cinco especies en el Ecuador distribuidas en los páramos, zonas arbustivas y boscosas de los Andes. La distancia genética entre *C. equatoris* y *C. osgoodi* (3.4 %) se encuentra por encima del umbral de esta distancia encontrada en especies de *Cryptotis* reconocidas (He *et al.*, 2015) como *C. mayensis* y *C. merriami* (1.4 a 2.1 %); sumada, a las evidencias morfológicas a nivel craneal; por lo tanto, en este estudio se las categoriza como no conespecíficas sugiriendo que son especies distintas y no subespecies, como se las había categorizado anteriormente (Vivar *et al.*, 1997).

Las especies ecuatorianas *C. equatoris*, *C. montivagus* y *C. osgoodi* fueron asignadas al grupo *C. thomasi* en el cual también se encuentra incluida *C. gracilis* de Costa Rica y Panamá (previamente asignada al grupo *C. goldmani* por He *et al.* [2015] y Woodman y Timm [2017]). La distancia genética entre *C. equatoris* y *C. osgoodi* (3 a 3.6 %), determina, que son especies distintas y no subespecies, como eran consideradas anteriormente, ya que es similar a la encontrada entre *C. mexicanus* y *C. obscurus* de 3.17 a 4.7 % (Tabla 3). Estas especies presentan las características morfológicas clásicas del grupo *C. thomasi*: tamaños medianos y grandes con colas menores al 50 % de CC; a nivel

dental, poseen en proporción un mayor M1 en relación con el M2 (Woodman y Péfaur, 2008); el elemento anterior del ectolofo del M1 de las formas ecuatorianas es más pequeño que el elemento posterior. Por otra parte, los cuatro unicúspides superiores son visibles lateralmente en el cráneo, siendo esta característica compartida con las especies del grupo *C. nigrescens* (Woodman & Péfaur, 2008). Además, las especies distribuidas en el Ecuador presentan también características únicas en la forma del húmero para el grupo *C. thomasi*, como su forma encorvada y corta (Woodman y Péfaur, 2008) y el tubérculo teres y el epicóndilo medial sobresaliente (Woodman *et al.*, 2003).

En este estudio *C. niausa* se encuentra más cercanamente relacionada al grupo *C. nigrescens* (previamente asignada por Moreno y Albuja [2014] al grupo *C. thomasi* por su estructura cráneo-dental y mandibular). Sin embargo, debido a los bajos soportes que presenta su posición en la filogenia molecular, la longitud de su rama en la filogenia y la evidencia morfológica, se presume que esta especie representa un nuevo grupo de *Cryptotis* aún no descrito. Análisis moleculares que incluyan a la especie *C. thomasi* de Colombia, el cual dió el nombre al grupo *C. thomasi*, serían necesarios para asignar este binomen a uno de los clados obtenidos en la filogenia molecular de los *Cryptotis* de América.

Para la nueva especie de *Cryptotis* de Ecuador y Perú, no fue posible amplificar el fragmento del gen CYTB, por lo tanto no se obtuvo resolución entre las relaciones filogenéticas de esta especie con el resto de *Cryptotis* de América. Por consiguiente, es importante la implementación de esta secuencia en esta especie para elucidar sus relaciones filogenéticas y para ser asignada a uno de los grupos de *Cryptotis*.

Finalmente, se encontró que la especie *C. merriami* era parafilética, por lo que se esperaría que las poblaciones del norte y sur de Guatemala con respecto a las de la Serranía de las Minas no fueran conespecíficas. De igual manera, poblaciones de *C.*

*parvus* de la costa atlántica de Estados Unidos se diferenciaron molecularmente de las del centro de Estados Unidos. Sin embargo, debido a que en ambos casos no se ha encontrado diferencias morfológicas que corroboren los análisis genéticos, se las sigue considerando como parte de una misma especie (He *et al.* 2015).

## 6.2 Capacidad cavadora de las extremidades

Las características de los húmeros y los fémures de las especies de *Cryptotis* de Ecuador dieron algunas pistas sobre los hábitos de movilización y la capacidad cavadora en sus hábitats, debido a que mientras más cortos son los húmeros y los fémures y más anchas sean las estructuras de los extremos de estos dos huesos, mayor será la capacidad excavadora en estas especies de micromamíferos (Woodman y Gaffney, 2014).

Los húmeros presentaron la forma clásica de los sorícidos con hábitos excavadores (Fig. 19). Con húmeros largos, el tubérculo teres desarrollado y en posición medial en el cuerpo del húmero, epicóndilos lateral y medial anchos, procesos tuberculares de la cabeza del húmero expandidos lateralmente y el diámetro del cuerpo del húmero robusto (Bickelmann *et al.*, 2014; Woodman y Gaffney, 2014; He *et al.*, 2015), demostrando su adaptación de estas especies para habitar bajo la tierra.

Uno de los índices que señaló el grado de hábito excavador de las especies de *Cryptotis* de Ecuador es la relación entre el ancho epicondilar y la longitud del húmero (IEH), determinando que mientras mayor es este índice mayor será el grado del hábito excavador. De acuerdo a este índice, *C. niausa* es la especie con mayor capacidad cavadora. Por otro lado, el mayor tamaño de los tubérculos del húmero junto con el proceso pectoral que presenta *C. niausa*, indicaría un mayor desarrollo de las inserciones de los deltoides (Bickelmann *et al.*, 2014); por lo tanto *C. niausa* tendría músculos más fuertes que mueven el brazo e incrementan la fuerza para poder excavar.

La proporción entre el ancho inter-trocánter con la longitud del fémur, así mismo

fue mayor en *C. niausa* que en las otras especies encontradas en Ecuador. Esto indica que en la especie *C. niausa* los trocánteres son más robustos para la inserción de músculos fuertes que flexionan la cadera y rotan externamente al muslo (Sisson y Grossman, 1982); por lo tanto esta especie tendría una mayor estabilidad al momento de cavar.

La posible causa de que *C. niausa* tenga mayor capacidad cavadora en el húmero y el fémur pueda deberse a las adaptaciones que adquirió esta especie para cavar en el duro suelo de los páramos herbáceos (Moreno y Román, 2017). Por el contrario, *C. montivagus* presentaría una menor capacidad cavatoria debido a que el suelo de los páramos arbustivos y bosques montanos andinos en los que habita está cubierto por musgos y hojarasca, es decir un sustrato más suave por donde moverse. De igual manera, *C. equatoris* presentaría una menor capacidad de excavar debido a la consistencia del suelo de los bosques nublados y montanos andinos donde habita, el cual está compuesto en su mayoría por hojarasca en descomposición. Finalmente, *C. osgoodi* sería la especie con el hábito de movilización más ambulatorio entre las especies ecuatorianas, por ser una especie pequeña y delgada (Moreno y Albuja, 2014) que habita los bosques montanos de las estribaciones orientales de los Andes y valles interandinos en Ecuador, los cuales son ecosistemas con suelo blando o con galerías subterráneas naturales (Moreno y Román, 2017).

Este análisis también se convierte en otra evidencia más de que las especies reconocidas para Ecuador son válidas, por cuanto los húmeros y fémures presentan particulares adaptaciones a los hábitats de cada especie.

### **6.3 Registros fósiles de *Cryptotis***

Estos mamíferos a su llegada a Sudamérica en el Plioceno tardío (1.77 a 3.58 MA) se distribuyeron de forma amplia por los páramos y bosques nublados al norte de la cordillera de los Andes, incluyendo lo que actualmente es Ecuador (Quiroga-Carmona y

Molinari 2012; Quiroga-Carmona 2013). Posteriores aislamientos geográficos y ecológicos (Sauer, 1955; Nevo, 1982) provocarían que los antecesores de las musarañas se aislen simultáneamente en condiciones ecológicas distintas, adaptándose a vivir en ellas y con lo cual se formarían las especies actuales (He *et al.*, 2015).

Los registros fósiles de *C. niausa* (Chalán, provincia del Chimborazo) demuestran que en el Pleistoceno tardío (41 mil años atrás) esta especie vivía en un hábitat de gramíneas (similares a los páramos actuales), junto con mastodontes, perezosos gigantes y otra megafauna actualmente extinta. Estas estepas se encontraban a una altura menor (2800 m) de la que se encuentran los páramos en la actualidad (>3200 m), producto de los periodos interglaciares en los Andes del Pleistoceno, en donde las temperaturas también eran más bajas que en las zonas interandinas de la actualidad (Sauer, 1955). Esto se corrobora con los registrado por Sánchez *et al.* (2013), quien encontró fitolitos de gramíneas similares a los de los géneros de pajonal actual como principales componentes del suelo del Pleistoceno tardío.

Los hábitats altoandinos de los alrededores de Chalán actualmente están ocupados por *C. osgoodi* a 78 km al norte de Quebrada Chalán (Moreno y Albuja, 2014), mientras que a 66 km al sur de la misma localidad habita *C. montivagus* al sur de la provincia de Chimborazo (Lee *et al.*, 2011). Los motivos por los que *C. niausa* en la actualidad no haya sido registrado en la provincia del Chimborazo son aún desconocidos; sin embargo, la intensa actividad volcánica de esta era (Sauer, 1955) pudo haber cambiado drásticamente el clima en ciertos sectores de los Andes afectando de esta manera la supervivencia de esta especie. Por el contrario, al norte de Ecuador se pudieron prestar las condiciones idoneas para que esta especie pueda subsistir hasta la actualidad.

En promedio, la forma fósil de *C. niausa* presentó tubérculos más grandes con respecto a *C. niausa* actual, así como también un mayor índice epicóndilo-femoral; por

lo tanto se podría inferir que la forma fósil tenía una mayor fuerza en la flexión de los dedos del pie. Por otro lado, la mayor capacidad cavadora de *C. niausa* del pleistoceno podría deberse a que el suelo en esa época estaba constituido de materiales mucho más duros que en la actualidad, procedentes de la actividad volcánica.

#### **6.4 Relación entre la envoltura ambiental y especies**

No se encontró diferenciación en las variables bioclimáticas entre especies. Esto podría deberse a que por sus hábitos cavadores ocupan microhábitats andinos con sus propias micro-variables. Por lo tanto es necesario realizar estudios más detallados para medir dichas variables y poder encontrar una relación entre las diferentes especies ecuatorianas.

#### **6.5 Aspectos biogeográficos y estado de conservación**

El análisis de distribución geográfica de *C. niausa* indicaría que existen zonas al límite sur de su distribución que podrían solaparse con la distribución de *C. osgoodi*, por lo cual ambas especies podrían ser simpátricas. Por otra parte, la presencia de *C. osgoodi* en los páramos arbustivos del centro de Ecuador, indicaría que posiblemente esta especie está siendo desplazada hacia hábitats herbáceos debido a la competencia que exista dentro de la misma especie en las zonas boscosas de las estribaciones orientales.

Finalmente, las distribuciones de *C. montivagus* y *Cryptotis* sp. nov., podrían estar solapándose en las zonas boscosas y arbustivas de las zonas altas de la cordillera oriental de los Andes en el Parque Nacional Podocarpus.

Los resultados biogeográficos indican que el hábitat de *C. equatoris* está fragmentado en algunos sitios de su distribución, lo que determinaría que es una especie En Peligro (EN) siguiendo los criterios de UICN; sin embargo, se desconoce su estado poblacional a pesar de ser una especie pequeña y, por tanto, con presumible poco

requerimiento de hábitat.

*Cryptotis montivagus*, dispone de gran extensión de hábitat, pero es continuamente fragmentado, lo que determinaría que esta especie se encuentre dentro de la categoría de Vulnerable (VU); y, a pesar de que existan algunos registros actuales, no se conoce con exactitud su estado poblacional.

*Cryptotis niausa*, aunque es bastante común en algunos sitios de su distribución como la Reserva Ecológica de El Ángel, donde se pudo capturar siete individuos en tres noches de muestreo, aún se desconoce su estado poblacional, por lo que se consideraría una especie En Peligro (EN).

*Cryptotis osgoodi*, a pesar de tener un hábitat bastante conservado, tiene una distribución bastante restringida naturalmente, se sugiere ubicarla en la categoría de Vulnerable (VU); a pesar de que, habita en pequeñas quebradas forestadas junto a centros poblados (como en la localidad de Tambillo, cercana a Quito), cultivos y pastizales, sin embargo, no se conoce su estado poblacional.

*Cryptotis* sp. nov., se encuentra dentro de zonas bastante conservadas y amplias, sin embargo, se desconce su completa distribución en Ecuador y en Perú; además, de su estado poblacional y amenazas, por lo que se sugiere que sea contemplada como especie en la categoría de Datos Insuficientes (DD).

La escases de información referente a las poblaciones de cada especie, es una prioridad en investigación, para posteriormente determinar el área vital que necesita una especie para que sus poblaciones sean saludables y viables a lo largo del tiempo; con esta información se determine el ámbito hogareño y requerimientos ecológicos de estas especies pequeñas, las cuales deberían ser pequeños también de manera natural, pudiendo recategorizarse a futuro las categorías de conservación.

## 7 LITERATURA CITADA

- Alexander, L. F. 1996. A Morphometric Analysis of Geographic Variation within *Sorex monticolus* (Insectivora: Soricidae). The University of Kansas, Natural History Museum, Miscelaneus Publications 88: 1–54.
- Arellano, E., González-Cozátl, F. X., Rogers, D. S. 2005. Molecular Systematics of Middle American Harvest mice *Reithrodontomys* (Muridae), estimated from mitochondrial cytochrome b gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 37 (2): 529–540.
- Báez, S., Santiana, J., Guevara, J. 2013. BsAn02 Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes. Pp. 126–128. *En*: Ministerio del Ambiente de Ecuador 2012. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas de Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente de Ecuador. Quito.
- Baker, R. J., Bradley, R. D. 2006. Speciation in Mammals and the Genetic Species Concept. *Journal of Mammalogy* 87 (4): 643–662.
- Barnett, A. A. 1992. Notes on the ecology of *Cryptotis montivaga* Anthony, 1921 (Insectivora: Soricidae), a high-altitude shrew from Ecuador. *Mammalia* 56: 587–592.
- Barnett, A. A. 1999. Small Mammals of the Cajas Plateau, Southern Ecuador: Ecology and Natural History. *Bulletin of the Florida Museum of Natural History* 42: 161–217.
- Bickelmann, C., Jiménez, R. Richardson, M. K., Sánchez-Villagra, M. R. 2014. Humerus Development in Moles (Talpidae, Mammalia): *Acta Zoologica* 95: 283–289.
- Bilton, D. T., Jaarola, M. 1996. Isolation and purification of vertebrate DNAs. *En*: J. P., Kimmel, A. R. (Ed). *Species Diagnostics Protocols: PCR and other Nucleic Acid*

Methods. Methods in Molecular Biology, Volumen 50, Humana Press Inc., Totowa, USA, 25–37 pp.

Blois, J. L., Arbogast, B. S. 2006. Conservation Genetics of the Sonoma tree vole (*Arborimus pomo*) based on Mitochondrial and Amplified fragment length Polymorphism Markers. Journal of Mammalogy 87: 950–960.

Brito, J., Camacho, M. A., Vallejo, A. F. 2016. MammaliaWebEcuador. Version 2016.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica de Ecuador. <<http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/mamiferos/MamiferosEcuador/>>, (Fecha de acceso: 9-04-2017)

Cabrera, A. 1925. Genera Mammalium. Insectivora. Galeopithecina. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, 232 pp.

Choate, J. R. 1970. Systematics and Zoogeography of Middle American shrews of the Genus *Cryptotis*. University of Kansas Publications, Museum of Natural History 19: 195–317.

Choate, J. R., Fleharty, E. D. 1974. *Cryptotis goodwini*. Mammalian Species 44:1–3

Dubey, S., Salamin, N., Ohdachi, S. D., Barriere, P., Vogel, P. 2007. Molecular Phylogenetics of Shrews (Mammalia: Soricidae) reveal timing of transcontinental colonizations. Molecular Phylogenetics and Evolution 44: 126–137.

Esposti, M. D., De Vries, S., Crimi, M., Ghelli, A., Patarnello, T., Meyer, A. 1993. Mitochondrial Cytochrome B: Evolution and Structure of the Protein. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Bioenergetics 1143 (3): 243–271.

ESRI (Environmental Systems Research Institute) 2010. ArcGIS Desktop Geographic Information System. Versión 10.0 California, USA. ArcGIS y ArcMap son propiedad de ESRI y se usan aquí bajo licencia. Todos los derechos reservados. Recuperado de <http://www.esri.com>

- Ferreira, E. C., Gontijo, C. M., Cruz, I. I., Melo, N. M., Silva, A. M. 2010. Alternative PCR protocol using a single primer set for assessing DNA quality in several tissues from a large variety of mammalian species living in areas endemic for leishmaniasis. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 105 (1): 895–898.
- Freire, E., Neal, D., Morales, C., Endara, E. Fernández, D., Suárez, D. 2002. Inventario en el Rescate Botánico, dentro del Derecho de Vía del Oleoducto de Crudos Pesados (OCP), en el sector de Mindo. En *Resumen Congreso Latinoamericano de Botánica*. Cartagena-Colombia.
- Guevara, L., Cervantes, F. A. 2013. Molecular Systematics of small-eared shrews (Soricomorpha, Mammalia) Within *Cryptotis mexicanus* Species Group from Mesoamérica. *Acta Theriologica* 59: 233–242.
- Guevara, L., Sánchez-Cordero, V., León-Paniagua, L., Woodman, N. 2014. A new species of small-eared shrew (Mammalia, Eulipotyphla, *Cryptotis*) from the Lacadonia rain forest, México. *Journal of Mammalogy* 95: 739–753.
- He, K., Woodman, N., Boaglio, S., Roberts, M., Supekar, S., Maldonado, J. 2015. Molecular Phylogeny Supports Repeated Adaptation to Burrowing within Small-Eared Shrews Genus of *Cryptotis* (Eulipotyphla, Soricidae); *PLoS ONE* 10 (10): 1–13.
- Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G., Jarvis, A. 2005. Very High Resolution Interpolated Climate Surfaces for Global Land Areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965–1978.
- Hutchinson, S. J. 2010. Phylogeography Of *Cryptotis parva* In The United States Using Morphometrics And Population Genetics. Master Thesis. Department of Biology and Marine Biology. University of North Carolina, Wilmington.

- Hutterer, R. 1993. Order Insectivora. *En*: D.E. Wilson and D.M Reeder (eds.), Mammal species of the World, 2<sup>nd</sup> edition, 69–130. Smithsonian Institution Press.
- Hutterer, R. 2005. Order Soricomorpha. 2:745–752. *En*: Mammal Species of the World, Third Edition (D. E. Wilson and D. M. Reeder, eds.). Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD. 2 Volumes, 2141 pp.
- IUCN. 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-2. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 14 September 2017.
- IUCN. 2012. Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN).
- Irwin, D. M., Kocher, T. D., Wilson, A. C. 1991. Evolution of the Cytochrome B Gene of Mammals. *Journal of Molecular Evolution* 32 (2): 128–144.
- Jansa, S. A., Voss, R. S. 2003. Phylogenetic Studies on Didelphid Marsupials I. Introduction and Preliminary Results from Nuclear IRBP Gene Sequences. *Journal of Mammalian Evolution* 7 (1): 43–77.
- Kearse, M., Moir, R., Wilson, A., Stones-Havas, S., Cheung, M., Sturrock, S., Buxton, S., Cooper, A., Markowitz, S., Duran, C., Thierer, T., Ashton, B., Meintjes, P., Drummond, A. 2012. Geneious Basic: An Integrated and Extendable Desktop Software Platform for the Organization and Analysis of Sequence Data. *Bioinformatics applications note* 28 (12): 1647–1649.
- Lanfear, R. B., Calcott, S.Y., Ho, W., Guindon, S. 2012. PartitionFinder: Combined Selection of Partitioning Schemes and Substitution Models for Phylogenetic Analyses. *Molecular Biology Evolution* 29 (6): 1695–1701.
- Lee, T., Boada, C., Scott, A., Burneo, S., Hanson, J., 2011, Small mammals of Sangay National Park, Chimborazo Province and Morona Santiago Province, Ecuador: Occasional Papers of Museum Texas, Tech University 305, 1–14.

- Leyden, J. J. 2004. Paleoecology of Southern Saskatchewan Bison: Changes in Diet and Environment as Inferred Through Stable Isotope Analysis of Bone Collagen. Master Thesis. Department of Archaeology University of Saskatchewan of Saskatoon, Canada.
- Maddison, W. P., Maddison, D. R. 2014. Mesquite: A Modular System for Evolutionary Analysis. Versión 3.01. <http://mesquiteproject.org>.
- Menéndez-Guerrero, P. A., Graham, C. H. 2013. Evaluating Multiple Causes of Amphibian Declines of Ecuador Using Geographical Quantitative Analyses. *Ecography* 36: 001–014.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE), 2013, Sistema de Clasificación de los Ecosistemas de Ecuador Continental: Quito, Subsecretaría de Patrimonio Natural, Quito, 235 pp.
- Moreno, P. A., Albuja, L. 2014. Una Nueva Especie de Musaraña del Género *Cryptotis* Pomel 1848 (Mammalia: Soricomorpha: Soricidae) de Ecuador y Estatus Taxonómico de *Cryptotis equatoris* Thomas (1912). *Papéis Avulsos de Zoologia* 54: 403–418.
- Moreno, P. A., Román, J. L. 2017. Musarañas del Género *Cryptotis* (Eulipotyphla: Soricidae) en el Pleistoceno Tardío de los Andes Ecuatorianos. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 69 (2): 421 – 432.
- Nevo, E. 1982. Speciation in Subterranean Mammals. *Mechanisms of Speciation*. New York. 191–218.
- Peregrino-Uriarte A. B., Pacheco-Aguilar, R., Varela-Romero, A., Yepiz-Plascencia, G. 2007. Diferencias en los genes 16SrRNA y Citocromo C Oxidasa subunidad I de las lisas *Mugil cephalus* y *Mugil curema* y los robalos *Centropomus viridis* y *Centropomus robalito*. *Ciencias Marinas* 33 (1): 95–104.

- Pine, R. H., Woodman, N. Timm, R. M. 2002. Rediscovery of Enders's small eared shrew, *Cryptotis endersi* (Insectivora: Soricidae), With a Redescription of the Species. *Mammalia Biology* 67: 372–377.
- Quantum GIS Development Team Las Palmas. 2016. Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project.
- Quiroga-Carmona, M. 2013. Una Nueva Especie de Musaraña del Género *Cryptotis* (Soricomorpha: Soricidae) de la Serranía del Litoral en el Norte de Venezuela. *Mastozoología Neotropical* 20 (1): 123–137.
- Quiroga-Carmona, M., DoNascimento, C. 2016. A New Species of Small-Eared Shrew of the Genus *Cryptotis* Pomel, 1848 (Mammalia, Eulipotyphla, Soricidae) From the Easternmost Mountains of the Venezuelan Andes. *Mammalian Biology* 81: 1–12.
- Quiroga-Carmona, M., Molinari, J. 2012. Description of a New Shrew of the Genus *Cryptotis* (Mammalia: Soricomorpha: Soricidae) From the Sierra de Aroa, an Isolated Mountain Range in Northwestern Venezuela, with Remarks on Biogeography and Conservation. *Zootaxa* 3441: 1–20.
- Quiroga-Carmona, M., Woodman, N. 2015. A New Species of *Cryptotis* (Mammalia, Eulipotyphla, Soricidae) From the Sierra de Perijá, Venezuelan-Colombian Andes. *Journal of Mammalogy* 96(4): 800 – 809.
- Rambaut, A., Drummond, A. 2007. TRACER. MCMC trace analysis tool, Version 1.4. University of Oxford. <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/tracer>.
- Ramírez-Pulido J., Castillo-Morales, A., Salame-Méndez, A., Castro-Campillo, A. 2004. Características Morfológicas y Morfométricas de Cinco Especies de *Cryptotis* (Mammalia: Soricomorpha). *Acta Zoológica Mexicana* 20 (2): 9–37.
- Ramírez, S., Meza-Ramos, P., Yáñez-Muños, M., Reyes, J. 2009. Asociaciones Interespecíficas de Anuros en Cuatro Gradientes Altitudinales de la Reserva

- Biológica Tapichalaca, Zamora-Chinchipec, Ecuador. División de Herpetología, Sección Vertebrados del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Laboratorios IASA. Boletín técnico 8, Serie Zoológica 4 (5): 35–49.
- Ronquist, F., Teslenko, M., van der Mark, P., Ayres, D. L., Darling, A., Höhna, S., Larget, B., Liu, L., Suchard, M. A., Huelsenbeck, J. P. 2012. MrBayes 3.2: Efficient Bayesian Phylogenetic Inference and Model Choice Across a Large Model Space. *Systematic Biology* 61 (3): 539–542.
- Sánchez, M. V., Genise, J., Bellosi, E., Román Carrión, J. L., Cantil, L. 2013. Dung Beetle Brood Balls from Pleistocene Highland Palaeosols of Andean Ecuador: A Reassessment of Sauer's *Coprinsphaera* and Their Palaeoenvironments: *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 386: 257–274.
- SAS, Institute. User guide. 2010. Cary. Version 9.01. <http://www.jmp.com/>. 2010.
- Sauer, W. 1955. *Coprinsphaera ecuadoriensis* un Fósil Singular del Pleistoceno: Boletín del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Central de Quito 1 (2): 123–129.
- Shafer, B. A., Stewart, D. T. 2007. Phylogenetic Relationships Among Nearctic Shrews of the Genus *Sorex* (Insectivora, Soricidae) Inferred from Combined Cytochrome B and inter-SINE Wngerprint Data Using Bayesian Analysis. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44: 192–203.
- Sisson, S., Grossman, J. D. 1982. Anatomía de los Animales Domésticos: Salvat, Barcelona, 952 pp.
- Smithe, F. B. 1975. Naturalist`s color guide. New York: American Museum of Natural History.
- SPSS. 2009. PASW statistics 18.0. Version 18.0. Environmental System Research Institute: Armonk, New York.

- Tate, G. H. H. 1932. The Distribution of South American shrews. *Journal of Mammalogy* 12: 248–256.
- Thermo Scientific ®. 2008. NanoDrop 1000 Spectrophotometer V3.7 User's Manual. Thermo Fisher Scientific Inc.USA. Wilmington, 128 pp.
- Tirira, D. (ed). 2011. Libro Rojo de los Mamíferos de Ecuador. 2ª edición. Fundación Mamíferos y Conservación, Pontificia Universidad Católica de Ecuador y Ministerio del Ambiente de Ecuador. Publicación Especial sobre los Mamíferos de Ecuador 8. Quito.
- Valencia, R., Cerón, C., Palacios, W., Sierra, R. 1999. Las Formaciones Naturales de la Sierra de Ecuador. *En*: R. Sierra (Ed). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF – BIRF y Ecociencia. Quito, Ecuador. 79–108 pp.
- Vargas, H., Neill, D., Asanza, M., Freire, A., Narváez, E. 2000. Vegetación y Flora del Parque Nacional Llanganates *En*: Vázquez, M.A., Larrea, M., Suárez, L. (eds). 2000. Biodiversidad en el Parque Nacional Llanganates: Un Reporte de las Evaluaciones Ecológicas y Socioeconómicas Rápidas. Ecociencia, Ministerio del Ambiente, Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, Herbario Nacional de Ecuador, Instituto Internacional de Reconstrucción Rural. Quito.
- Vertino-Bell, A., Ren, J., Black, J. D., Lau, J. T. Y. 1994. Developmental Regulation of  $\beta$ -Galactoside  $\alpha$  2,6-Sialyltransferase in Small Intestine Epithelium. *Developmental Biology* 165 (1): 126–136.
- Vivar, E., Pacheco, V., Valqui, M. 1997. A New Species of *Cryptotis* (Insectivora: Soricidae) from Northern Peru. *American Museum Novitates* 3202:1–15.

- Voss, R. S. 2003. A New Species of *Thomasomys* (Rodentia: Muridae) from Eastern Ecuador, with Remarks on Mammalian Diversity and Biogeography in the Cordillera Oriental. *American Museum Novitates* 3421: 1–47.
- Woodman, N. 1996. Taxonomic Status of the Enigmatic *Cryptotis avia* (Mammalia: Insectivora: Soricidae), With Comments on the Distribution of the Colombian Small-Eared shrew, *Cryptotis colombiana*. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 109: 409–418.
- Woodman, N. 2002. A New Species of Small-Eared Shrew from Colombia and Venezuela (Mammalia: Soricomorpha: Soricidae: Genus *Cryptotis*). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 115: 249–272.
- Woodman, N. 2003. A new Small-Eared Shrew of the *Cryptotis nigrescens*- Group from Colombia (Mammalia: Soricomorpha: Soricidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 116: 853–872.
- Woodman, N. 2010. Two New Species of Shrews (Soricidae) from the Western Highlands of Guatemala. *Journal of Mammalogy* 91: 566–579.
- Woodman, N., Timm, R. M. 1993. Intraspecific and Interspecific Variation in the *Cryptotis nigrescens* Species Complex of Small-Eared Shrews (Insectivora: Soricidae), with the Description of a New Species from Colombia. *Fieldiana Zoology, New Series* 74: 1–30.
- Woodman, N., Timm, R. M. 1999. Geographic Variation and Evolutionary Relationships Among Broad-Clawed Shrews of the *Cryptotis goldmani*- Group (Mammalia: Insectivora: Soricidae). *Fieldiana: Zoology, New Series* 1497: 1–30.
- Woodman, N., Timm, R. M. 2000. Taxonomy and Evolutionary Relationships of Phillips' Small-Eared Shrew, *Cryptotis phillipsii* (Schaldach, 1966), from Oaxaca, Mexico

- (Mammalia: Insectivora: Soricidae). Proceedings of the Biological Society of Washington 113: 339–355.
- Woodman, N., Gaffney, S. 2014. Can They Dig it? Functional Morphology and Degrees of Semifossoriality Among some American Shrews (Mammalia, Soricidae): Journal of Morphology 275: 745–759.
- Woodman, N., Péfaur, J.E. 2007 (2008). Order Soricomorpha Gregory, 1910. Pp. 177–187 *En*: Gardner, A. L. (ed.), Mammals of South America. Volume I: Marsupials, Xenarthrans, Shrews and Bats. University Chicago Press, Chicago, USA.
- Woodman, N., Stabile, F. 2015. Variation in the Myosoricinae Hand Skeleton and its Implications for Locomotory Behavior (Eulipotyphla: Soricidae): Journal of Mammalogy 96 (1): 159–171.
- Woodman, N., Timm, R. M. 2017. A New Species of Small-Eared Shrew in the *Cryptotis thomasi* Species Group from Costa Rica (Mammalia: Eulipotyphla: Soricidae). Mammal Research 62: 89–101.
- Woodman, N., Cuartas-Calle, C. A., Delgado-V, C. A. 2003. The Humerus of *Crptotis colombiana* and its Bearing on the Phylogenetic Relationships of the species (Soricomorpha: Soricidae). Journal of Mammalogy 84: 832–839.
- Yannic, G., Basset, P., Hausser, J. 2008. A New Perspective on the Evolutionary History of Western European *Sorex araneus* Group Revealed by Paternal and Maternal Molecular Markers. Molecular Phylogenetics and Evolution 47: 237–250.
- Zwickl, D. J. 2006. Genetic Algorithm Approaches for the Phylogenetic Analysis of Large Biological Sequence Datasets Under the Maximum Likelihood Criterion. Tesis de Doctoral. Texas, Estados Unidos, University of Texas, Austin, 115 pp.

## 8 TABLAS

Tabla 1. Especímenes y secuencias del Genbank usados en el análisis filogenético.

Especie	Nº de Museo	No. de acceso al Genbank			Fuente
		CYTB	COI	Apo-B	
<i>Blarina carolinensis</i>	AR98	JF912171	-	-	Pfau <i>et al.</i> 2011
<i>B. carolinensis</i>	TK164126	JF912173	-	-	Pfau <i>et al.</i> 2011
<i>B. hylophaga</i>	KK766	JF912177	-	-	Pfau <i>et al.</i> 2011
<i>B. hylophaga</i>	KK767	JF912178	-	-	Pfau <i>et al.</i> 2011
<i>B. brevicauda</i>	BIOUG HLC 16008	-	JF435951	-	No publicado
<i>B. brevicauda</i>	HLC16216	-	JF435950	-	No publicado
<i>B. brevicauda</i>	UOG:FN050	-	JQ350476	-	Garipey <i>et al.</i> 2012
<i>B. brevicauda</i>	USNM:MAMM:569100	KT876835	-	KT876764	He <i>et al.</i> 2015
<i>B. brevicauda</i>	USNM:MAMM:569118	KT876836	-	KT876765	He <i>et al.</i> 2015
<i>B. brevicauda</i>	USNM:MAMM:570202	KT876837	-	KT876766	He <i>et al.</i> 2015
<i>Cryptotis alticola</i>	UNAM:CNMA:44765	KF551854	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. alticola</i>	UNAM:CNMA:44766	KF551855	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. alticola</i>	UNAM:CNMA:44768	KF551856	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. equatoris</i>	MECN698	-	-	X	En este estudio
<i>C. equatoris</i>	QCAZ14772	X	-	X	En este estudio
<i>C. equatoris</i>	QCAZ3409	-	-	X	En este estudio
<i>C. equatoris</i>	QCAZ4319	-	-	X	En este estudio
<i>C. equatoris</i>	QCAZ5721	-	-	X	En este estudio
<i>C. equatoris</i>	MECN2801	X	X	X	En este estudio
<i>C. equatoris</i>	MEPN10096	X	X	X	En este estudio
<i>C. goldmani</i>	LAF1595	AB175138	-	DQ630189	No publicado
<i>C. goldmani</i>	LAF1596	AB175136	-	KT876768	No publicado
<i>C. goldmani</i>	LAF1599	AB175137	-	-	No publicado
<i>C. gracilis</i>	USNM:MAMM:568678	KT876838	-	KT876767	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. lacertosus</i>	USNM:MAMM:569368	KT876839	-	KT876769	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. lacertosus</i>	USNM:MAMM:569420	KT876840	-	KT876770	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. lacertosus</i>	USNM:MAMM:569431	KT876841	-	KT876771	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. lacertosus</i>	USNM:MAMM:569442	KT876842	-	KT876772	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. lacertosus</i>	USNM:MAMM:569443	KT876843	-	KT876773	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. lacertosus</i>	USNM:MAMM:569503	KT876844	-	KT876774	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. magnus</i>	LAF1514	AB175139	-	-	No publicado
<i>C. magnus</i>	LAF1515	AB175141	-	DQ630186	No publicado; Dubey <i>et al.</i> 2007
<i>C. magnus</i>	LAF1550	AB175140	-	-	No publicado
<i>C. mam</i>	USNM:MAMM:569554	KT876845	-	KT876775	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. mam</i>	USNM:MAMM:569555	KT876846	-	KT876776	He <i>et al.</i> 2015

**Tabla 1.** Continuación.

<b>Especie</b>	<b>Nº de Museo</b>	<b>CYTB</b>	<b>COI</b>	<b>Apo-B</b>	<b>Fuente</b>
<i>C. mam</i>	USNM:MAMM:570248	KT876847	-	KT876777	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. mam</i>	USNM:MAMM:570256	KT876848	-	KT876778	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. mam</i>	USNM:MAMM:570257	KT876849	-	KT876779	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. mam</i>	USNM:MAMM:570313	KT876850	-	KT876780	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. mam</i>	USNM:MAMM:570314	KT876851	-	KT876781	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. mam</i>	USNM:MAMM:570337	KT876852	-	KT876782	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. mam</i>	USNM:MAMM:570340	KT876853	-	KT876783	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. mayensis</i>	ROM:MAM:96535 FN30563	KT876854		KT876784	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. mayensis</i>	UNAM:CNMA:46150	KF551857	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. mayensis</i>	UNAM:CNMA:46151	KF551858	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. mayensis</i>	UNAM:CNMA:46152	KF551859	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. merriami</i>	USNM:MAMM:570108	KT876855	-	KT876785	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. merriami</i>	USNM:MAMM:570112	KT876856	-	KT876786	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. merriami</i>	USNM:MAMM:570122	KT876857	-	KT876787	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. merriami</i>	USNM:MAMM:570125	KT876860	-	KT876790	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. merriami</i>	USNM:MAMM:570132	KT876858	-	KT876788	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. merriami</i>	USNM:MAMM:57049	KT876859		KT876789	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. mexicanus</i>	CAF1510	AB127979	-	-	No publicado
<i>C. mexicanus</i>	LAF1509	AB175142	-	-	No publicado
<i>C. mexicanus</i>	LAF1511	AB175143	-	-	No publicado
<i>C. mexicanus</i>	LACM:LAF1506	KT876861		KT876791	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. mexicanus</i>	UNAM:CNMA:41951	KF551836	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. mexicanus</i>	UNAM:CNMA:43051	KF551837	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. mexicanus</i>	UNAM:CNMA:43059	KF551838	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. mexicanus</i>	UNAM:CNMA:43061	KF551839	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. montivagus</i>	MECN88	-	-	X	En este estudio
<i>C. montivagus</i>	MEPN12499	X	X	X	En este estudio
<i>C. montivagus</i>	MEPN12508	X	X	X	En este estudio
<i>C. nelsoni</i>	UNAM:CNMA:41961	KF551840	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. nelsoni</i>	UNAM:CNMA:41964	KF551841	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. nelsoni</i>	UNAM:CNMA:41965	KF551842	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. nelsoni</i>	UNAM:CNMA:41969	KF551843	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. nelsoni</i>	UNAM:CNMA:41970	KF551844	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. niausa</i>	MECN3713	X	X	-	En este estudio
<i>C. niausa</i>	MEPN12569	X	-	-	En este estudio

**Tabla 1.** Continuación.

<b>Especie</b>	<b>Nº de Museo</b>	<b>CYTB</b>	<b>COI</b>	<b>Apo-B</b>	<b>Fuente</b>
<i>C. nigrescens</i>	MEPN2690	-	-	X	En este estudio
<i>C. nigrescens</i>	KU:143389	KT876862	-	KT876792	He <i>et al.</i> 2015
<i>Cryptotis</i> sp. nov.	QCAZ10956	-	X	X	En este estudio
<i>C. obscurus</i>	UNAM:CNMA:42285	KF551846	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. obscurus</i>	UNAM:CNMA:44637	KF551845	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. oreoryctes</i>	USNM:MAMM:569854	KT876863	-	KT876793	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. oreoryctes</i>	USNM:MAMM:569877	KT876864	-	KT876794	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. oreoryctes</i>	USNM:MAMM:569878	KT876865	-	KT876795	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. osgoodi</i>	MECN1109	-	-	X	En este estudio
<i>C. osgoodi</i>	QCAZ8935	-	X	-	En este estudio
<i>C. osgoodi</i>	QCAZ8946	X	X	-	En este estudio
<i>C. parvus</i>	ANSHC8192	AB175135		LC124843	No publicado
<i>C. parvus</i>	-	AF395483	-	DQ630180	Brant y Orti, 2002
<i>C. parvus</i>	-	AF395484	-		Brant y Orti, 2002
<i>C. parvus</i>	USNM:MAMM:568660	KT876866	-	KT876796	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. parvus</i>	USNM:MAMM:569083	KT876867	-	KT876797	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. parvus</i>	USNM:MAMM:570487	KT876868	-	KT876798	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. parvus</i>	USNM:MAMM:570510	KT876869	-	KT876799	He <i>et al.</i> 2015
<i>C. peregrinus</i>	UNAM:CNMA:45582	KF551848	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. peregrinus</i>	UNAM:CNMA:45583	KF551849	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. peregrinus</i>	UNAM:CNMA:45584	KF551847	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. phillipsii</i>	UNAM:CNMA:44699	KF551850	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. phillipsii</i>	UNAM:CNMA:44723	KF551853	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. phillipsii</i>	UNAM:CNMA:44724	KF551852	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. phillipsii</i>	UNAM:CNMA:44728	KF551851	-	-	Guevara y Cervantes, 2013
<i>C. tropicalis</i>	USNM:MAMM:570435	KT876870	-	KT876800	He <i>et al.</i> 2015

**Tabla 2.** Distancias genéticas  $p$  no corregidas del gen CYTB entre cuatro especies del grupo *Cryptotis thomasi* y *C. niausa*. Se muestra el promedio, la desviación estándar ( $\pm$ ) y el rango (debajo de la diagonal). El número de individuos comparados se muestra arriba de la diagonal ( $n$ ).

	<i>C. montivagus</i>	<i>C. osgoodi</i>	<i>C. equatoris</i>	<i>C. niausa</i>	<i>C. gracilis</i>
<i>C. montivagus</i>	0.94 ( $n = 2$ )	( $n = 3$ )	( $n = 5$ )	( $n = 4$ )	( $n = 3$ )
<i>C. osgoodi</i>	9.6 $\pm$ 0.002 9.4 – 9.7	0	( $n = 4$ )	( $n = 3$ )	( $n = 2$ )
<i>C. equatoris</i>	9.6 $\pm$ 0.003 9.1 – 9.9	3.4 $\pm$ 0.003 3 – 3.6	1.15 $\pm$ 0.002 0.9 – 1.3 ( $n = 3$ )	( $n = 5$ )	( $n = 4$ )
<i>C. niausa</i>	11.3 $\pm$ 0.0009 11.2 – 11.4	10.7 $\pm$ 0.0005 10.68 – 10.75	11.4 $\pm$ 0.005 10.8 – 12.1	1.5 ( $n = 2$ )	( $n = 3$ )
<i>C. gracilis</i>	11.9 $\pm$ 0.003 11.7 – 12.1	8.6	8 $\pm$ 0.009 7.5 – 9.1	10.5 $\pm$ 0.001 10.4 – 10.6	0

**Tabla 3.** Distancias genéticas  $p$  no corregidas del gen CYTB entre especies del género *Cryptotis* de América. Se muestra el promedio, la desviación estándar ( $\pm$ ), el rango y número de individuos comparados entre paréntesis.

	<i>C. alticola</i>	<i>C. equatoris</i>	<i>C. goldmani</i>	<i>C. gracilis</i>	<i>C. lacertosus</i>	<i>C. magnus</i>	<i>C. mam</i>	<i>C. mayensis</i>	<i>C. merriami</i> (Zacapa)	<i>C. merriami</i> (Alta Verapaz)
<i>C. alticola</i>	0.85 $\pm$ 0.005 0.18 – 1.2 (3)									
<i>C. equatoris</i>	11.7 $\pm$ 0.0008 11.6 – 11.8 (6)	1.15 $\pm$ 0.002 0.9 – 1.3 (3)								
<i>C. goldmani</i>	10 $\pm$ 0.001 9.9 – 10.2 (6)	11.4 $\pm$ 0.008 10.42 – 12.2 (6)	0 (3)							
<i>C. gracilis</i>	12.3 $\pm$ 0.004 12 – 12.8 (4)	8 $\pm$ 0.009 7.5 – 9.1 (4)		0						
<i>C. lacertosus</i>	12.1 $\pm$ 0.002 12 – 12.4 (9)	12.1 $\pm$ 0.003 11.5 – 12.6 (9)	11.7 $\pm$ 0.002 11.5 – 11.9 (9)	10.8 $\pm$ 0.002 10.5 – 11.03 (7)	0.78 $\pm$ 0.003 0.09 – 1.2 (6)					
<i>C. magnus</i>	14 $\pm$ 0.002 13.8 – 14.3 (9)	12.7 $\pm$ 0.002 12.4 – 12.9 (6)	14.8 $\pm$ 0.001 14.7 – 14.9 (6)		13.7 $\pm$ 0.003 13.1 – 14.3 (9)	0.68 $\pm$ 0 (3)				
<i>C. mam</i>	13.5 $\pm$ 0.002 13.3 – 13.9 (12)	12.6 $\pm$ 0.003 12.1 – 13.2 (12)	13.2 $\pm$ 0.0009 13.1 – 13.3 (12)	11.8 $\pm$ 0.002 11.5 – 12.03 (10)	5.15 $\pm$ 0.002 4.6 – 5.7 (15)	15 $\pm$ 0.002 14.7 – 15.4 (12)	0.36 $\pm$ 0.002 0.09 – 0.8 (9)			
<i>C. mayensis</i>	12.1 $\pm$ 0.002 11.9 – 12.3 (7)	10.6 $\pm$ 0.002 10.3 – 10.8 (7)	9.8 $\pm$ 0.003 9.5 – 10.2 (7)	11.2 $\pm$ 0.001 11.03 – 11.3 (4)	12.7 $\pm$ 0.002 12.3 – 13.03 (10)	13.2 $\pm$ 0.004 12.4 – 13.8 (7)	13 $\pm$ 0.003 12.6 – 13.7 (13)	0.6 $\pm$ 0.002 0.27 – 1 (4)		
<i>C. merriami</i> (Zacapa)	12.2 $\pm$ 0.004 11.9 – 12.7 (5)	10.4 $\pm$ 0.004 9.8 – 11 (5)	10 (5)	11.8 (3)	12.7 $\pm$ 0.004 12 – 13.3 (8)	12.4 $\pm$ 0.004 11.8 – 12.9 (5)	12.8 $\pm$ 0.004 12.4 – 13.6 (11)	1.7 $\pm$ 0.002 1.4 – 2.1 (6)	0.09 $\pm$ 0.0001 0 – 0.18 (2)	
<i>C. merriami</i> (Alta Verapaz)	12.6 $\pm$ 0.002 12.4 – 12.9 (7)	10.6 $\pm$ 0.002 10.3 – 10.8 (7)	10.2 $\pm$ 0.001 10.2 – 10.4 (7)	11.3 (5)	12.9 $\pm$ 0.002 12.6 – 13.2 (10)	12.4 $\pm$ 0.004 11.8 – 12.9 (5)	13.9 $\pm$ 0.003 13.3 – 14.3 (7)	5.5 $\pm$ 0.002 5.3 – 5.7 (8)	5.7 $\pm$ 0.001 5.6 – 5.8 (6)	0.003 $\pm$ 0.0005 0 – 0.09 (4)
	<i>C. mexicanus</i>	<i>C. montivagus</i>	<i>C. nelsoni</i>	<i>C. niausa</i>	<i>C. nigrescens</i>	<i>C. obscurus</i>	<i>C. oreoryctes</i>	<i>C. osgoodi</i>	<i>C. parvus</i> Atlántico	<i>C. parvus</i> Centro EEUU
<i>C. mexicanus</i>	1.58 $\pm$ 0.009 0.68 – 3.8 (8)									
<i>C. montivagus</i>	12.2 $\pm$ 0.009 11.6 – 12.5 (10)	0.94 (2)								
<i>C. nelsoni</i>	5.9 $\pm$ 0.004 5.2 – 6.8 (13)	11.6 $\pm$ 0.003 11.4 – 12.3 (7)	0.23 (5)							
<i>C. niausa</i>	12.8 $\pm$ 0.007 11.3 – 13.6 (10)	11.3 $\pm$ 0.0009 11.2 – 11.4 (4)	11.3 $\pm$ 0.005 10.9 – 12.43 (7)	1.5 (2)						

Tabla 3. Continuación.

	<i>C. mexicanus</i>	<i>C. montivagus</i>	<i>C. nelsoni</i>	<i>C. niausa</i>	<i>C. nigrescens</i>	<i>C. obscurus</i>	<i>C. oreoryctes</i>	<i>C. osgoodi</i>	<i>C. parvus Atlántico</i>	<i>C. parvus Centro EEUU</i>
<i>C. nigrescens</i>	13.2 ± 0.005 12.9 – 14.1 (9)	12.7 (3)	12.4 ± 0.003 12.2 – 12.9 (6)	13.4 ± 0.003 13.2 – 13.6 (3)	0					
<i>C. obscurus</i>	3.9 ± 0.005 3.17 – 4.7 (10)	11.5 ± 0.003 11.1 – 11.8 (4)	5.1 ± 0.004 4.8 – 6 (7)	12.4 ± 0.0005 12.3 – 12.4 (4)	13.6 ± 0.002 13.5 – 13.7 (3)	3 (2)				
<i>C. oreoryctes</i>	11.7 ± 0.006 10.6 – 12.7 (11)	13.1 ± 0.003 12.8 – 13.5 (5)	11.5 ± 0.009 10.6 – 13.4 (8)	11.9 ± 0.002 11.7 – 12.2 (5)	11.9 ± 0.002 11.7 – 12.2 (5)	12.5 ± 0.004 11.9 – 13 (5)	0.66 ± 0.004 (3) 0.18 – 0.9			
<i>C. osgoodi</i>	12.3 ± 0.003 11.9 – 12.6 (9)	9.6 ± 0.002 9.4 – 9.7 (3)	11.2 ± 0.004 11 – 11.8 (6)	10.7 ± 0.0005 10.68 – 10.75 (3)	12.7 (2)	12.1 ± 0.004 11.8 – 12.3 (3)	13.4 ± 0.001 13.3 – 13.5 (4)	0		
<i>C. parvus (Atlántico)</i>	13.4 ± 0.009 11.8 – 14.9 (11)	13.2 ± 0.004 12.8 – 13.8 (5)	11.7 ± 0.01 10.2 – 14.5 (8)	12.3 ± 0.007 11.3 – 13.3 (9)	13.8 ± 0.006 13.5 – 14.5 (4)	14.6 ± 0.007 13.9 – 15.6 (5)	13.9 ± 0.003 13.7 – 14.5 (6)	11.5 ± 0.005 11.2 – 12.1 (4)	0.2 ± 0.002 0 – 0.5 (3)	
<i>C. parvus (Centro EEUU)</i>	13.6 ± 0.004 12.7 – 14.3 (12)	13.5 ± 0.002 13.2 – 13.7 (6)	12.3 ± 0.003 12 – 13.7 (9)	12 ± 0.007 11.3 – 13.1 (6)	13.5 ± 0.004 13.3 – 14.1 (5)	14.1 ± 0.003 13.8 – 14.5 (6)	14.8 ± 0.001 14.7 – 14.9 (7)	12.7 ± 0.002 12.4 – 12.9 (5)	2.8 ± 0.004 2.3 – 3.4 (7)	0
	<i>C. peregrinus</i>	<i>C. phillipsii</i>	<i>C. tropicalis</i>							
<i>C. peregrinus</i>	0.78 ± 0.005 0.09 – 1.18 (3)									
<i>C. phillipsii</i>	13.2 ± 0.0008 13 – 13.3 (7)	1.03 ± 0.004 0.27 – 1.36 (4)								
<i>C. tropicalis</i>	11 ± 0.003 10.8 – 11.3 (4)	14.7 ± 0.001 14.6 – 14.8 (5)	0							
	<i>C. alticola</i>	<i>C. equatoris</i>	<i>C. goldmani</i>	<i>C. gracilis</i>	<i>C. lacertosus</i>	<i>C. magnus</i>	<i>C. mam</i>	<i>C. mayensis</i>	<i>C. merriami (Zacapa)</i>	<i>C. merriami (Alta Verapaz)</i>
<i>C. mexicanus</i>	12.5 ± 0.004 11.5 – 13.3 (11)	11.9 ± 0.007 10.8 – 12.9 (11)	12.1 ± 0.003 11.8 – 12.4 (11)	12.3 (2)	12.3 ± 0.006 10.9 – 13.3 (14)	11.9 ± 0.004 11.3 – 12.4 (11)	11.8 ± 0.006 10.9 – 13.1 (16)	11.2 ± 0.004 10.4 – 11.9 (12)	10.8 ± 0.004 10 – 11.4 (10)	10.4 ± 0.004 9.7 – 10.9 (12)
<i>C. montivagus</i>	11.6 ± 0.0009 11.5 – 11.7 (5)	9.6 ± 0.003 9.1 – 9.9 (5)	10.7 ± 0.003 10.4 – 10.9 (10)	11.9 ± 0.003 11.7 – 12.1 (3)	12.3 ± 0.006 11.9 – 12.7 (10)	13.4 ± 0.002 13.2 – 13.7 (5)	13 ± 0.002 12.8 – 13.4 (11)	11.2 ± 0.001 11.1 – 11.4 (6)	10.9 ± 0.003 10.6 – 11.1 (4)	11.1 ± 0.002 10.9 – 11.3 (6)
<i>C. nelsoni</i>	12.6 ± 0.005 12.6 – 13.6 (8)	10.4 ± 0.008 9.4 – 12.2 (8)	10.9 ± 0.0009 10.8 – 11.1 (8)	12 (2)	12.3 ± 0.006 11.9 – 12.7 (10)	10.8 ± 0.001 10.6 – 11.1 (8)	10.9 ± 0.007 10.4 – 12.7 (14)	11.1 ± 0.004 10.6 – 12.1 (9)	10.5 ± 0.006 10 – 11.9 (7)	10.4 ± 0.007 10 – 11.8 (9)
<i>C. niausa</i>	12.7 ± 0.002 12.4 – 12.8 (5)	11.4 ± 0.005 10.8 – 12.1 (5)	13.6 ± 0.005 13.2 – 14.1 (5)	10.5 ± 0.001 10.4 – 10.6 (3)	11.6 ± 0.002 11.3 – 11.9 (8)	12.1 ± 0.001 11.9 – 12.2 (5)	12.1 ± 0.002 11.9 – 12.5 (11)	10.6 ± 0.001 10.5 – 10.7 (6)	10.5 ± 0.002 10.2 – 10.7 (4)	10.3 ± 0.003 10.1 – 10.6 (6)

Tabla 3. Continuación.

	<i>C. alticola</i>	<i>C. equatoris</i>	<i>C. goldmani</i>	<i>C. gracilis</i>	<i>C. lacertosus</i>	<i>C. magnus</i>	<i>C. mam</i>	<i>C. mayensis</i>	<i>C. merriami</i> (Zacapa)	<i>C. merriami</i> (Alta Verapaz)
<i>C. nigrescens</i>	14.4 ± 0.001 14.2 – 14.5 (4)	12.2 ± 0.008 11.3 – 12.9 (4)	12.4 (3)	11.9 (2)	14.6 ± 0.002 14.4 – 14.9 (7)	14.2 ± 0.001 14 – 14.3 (4)	14.7 ± 0.002 14.6 – 15.2 (10)	9.5 ± 0.003 9.1 – 9.8 (5)	9.1 ± 0.003 8.8 – 9.3 (3)	10.2 ± 0.0006 10.2 – 10.3 (5)
<i>C. obscurus</i>	13.5 ± 0.001 13.3 – 13.7 (5)	12.1 ± 0.002 11.8 – 12.3 (5)	11.7 ± 0.004 11.3 – 12 (5)	11.3 ± 0.004 11 – 11.5 (3)	12.5 ± 0.003 12.1 – 12.9 (8)	10.9 ± 0.001 10.6 – 11.3 (5)	12.3 ± 0.004 11.9 – 13 (11)	11.6 ± 0.002 11.4 – 11.9 (6)	11.7 ± 0.002 11.5 – 11.9 (4)	10.8 ± 0.002 10.7 – 11 (6)
<i>C. oreoryctes</i>	13 ± 0.0006 12.9 – 13.1 (6)	12.8 ± 0.003 12.5 – 13.3 (6)	12 ± 0.001 11.8 – 12 (6)	13.9 ± 0.001 13.8 – 14 (4)	5.5 ± 0.003 4.9 – 6.1 (9)	13.9 ± 0.004 13.6 – 14.7 (6)	2.5 ± 0.003 2.1 – 3.1 (12)	12.6 ± 0.002 12.3 – 12.9 (7)	12.5 ± 0.003 12.1 – 12.8 (5)	13.2 ± 0.0004 13.2 – 13.3 (7)
<i>C. osgoodi</i>	11.3 (4)	3.4 ± 0.003 3 – 3.6 (4)	10.5 (4)	8.6 (2)	12.2 ± 0.002 11.9 – 12.4 (7)	12.5 ± 0.003 12.4 – 12.9 (4)	13.1 ± 0.002 12.9 – 13.5 (10)	10.5 ± 0.0009 10.4 – 10.6 (5)	10.1 ± 0.004 9.8 – 10.4 (3)	10.1 ± 0.004 9.8 – 10.4 (3)
<i>C. parvus</i> Atlántico	13 ± 0.002 12.8 – 13.3 (6)	12.1 ± 0.007 11.1 – 13.2 (6)	9.6 ± 0.006 9 – 10.4 (6)	13.5 ± 0.01 12.8 – 14.7 (4)	13.2 ± 0.006 12.5 – 14.2 (9)	13.9 ± 0.01 12.9 – 15.2 (6)	14.1 ± 0.003 13.8 – 14.9 (12)	13.2 ± 0.006 12.4 – 14.2 (11)	12.4 ± 0.005 11.8 – 13.3 (5)	13.1 ± 0.006 12.6 – 14 (7)
<i>C. parvus</i> Centro EEUU	12.8 ± 0.004 12.4 – 13.4 (7)	12.8 ± 0.01 11.1 – 13.6 (7)	11.9 ± 0.001 11.8 – 12 (7)	13.8	14.1 ± 0.003 13.8 – 14.7 (10)	16.2 ± 0.001 16.1 – 16.3 (7)	15.5 ± 0.004 14.8 – 16.3 (13)	13.2 ± 0.003 12.7 – 13.6 (8)	12 ± 0.004 11.8 – 12.9 (6)	12.4 ± 0.003 12.2 – 13 (8)
<i>C. peregrinus</i>	10.6 ± 0.0006 10.5 – 10.7 (6)	12 ± 0.004 11.5 – 12.6 (6)	1.5 ± 0.001 1.4 – 1.6 (6)	9.9 ± 0.006 9.5 – 10.5 (4)	11.9 ± 0.001 11.7 – 12.1 (9)	14.5 ± 0.003 14.3 – 14.9 (6)	12.9 ± 0.002 12.6 – 13.1 (12)	11.1 ± 0.002 10.8 – 11.3 (7)	11.1 ± 0.003 10.8 – 11.5 (5)	11.9 ± 0.0006 11.9 – 12 (7)
<i>C. phillipsii</i>	14.6 ± 0.002 14.2 – 14.9 (7)	13.5 ± 0.003 12.9 – 14 (7)	13.1 ± 0.002 12.9 – 13.3 (7)	14 ± 0.003 13.8 – 14.3 (5)	12.7 ± 0.003 12.2 – 13.2 (10)	7.2 ± 0.002 7.01 – 7.5 (7)	13.4 ± 0.002 13 – 13.8 (13)	12.9 ± 0.002 12.6 – 13.2 (8)	12.8 ± 0.003 12.5 – 13.1 (6)	12.1 ± 0.002 11.8 – 12.3 (8)
<i>C. tropicalis</i>	12.9 ± 0.0005 12.8 – 12.9 (4)	11.9 ± 0.006 11.2 – 12.4 (4)	11.1 (4)	12.5 (2)	13.7 ± 0.001 13.6 – 13.9 (7)	15 ± 0.001 14.9 – 15.2 (4)	14.6 ± 0.001 14.4 – 14.8 (10)	12.3 ± 0.002 12.1 – 12.5 (5)	11.9 ± 0.003 11.7 – 12 (3)	12.4 ± 0.0005 12.4 – 12.5 (5)
	<i>C. mexicanus</i>	<i>C. montivagus</i>	<i>C. nelsoni</i>	<i>C. niausa</i>	<i>C. nigrescens</i>	<i>C. obscurus</i>	<i>C. oreoryctes</i>	<i>C. osgoodi</i>	<i>C. parvus</i>	
<i>C. peregrinus</i>	12.8 ± 0.006 11.6 – 13.3 (11)	10.8 ± 0.003 10.5 – 11.2 (5)	11.5 ± 0.004 11.3 – 12.4 (8)	11.9 ± 0.003 11.5 – 12.2 (5)	12.8 ± 0.001 12.6 – 12.9 (4)	12.2 ± 0.002 12 – 12.5 (5)	12.9 ± 0.002 12.6 – 13.2 (6)	11.2 ± 0.003 10.9 – 11.5 (4)	11.9 ± 0.005 11.3 – 13.1 (10)	
<i>C. phillipsii</i>	11.9 ± 0.004 11.1 – 12.6 (12)	12.8 ± 0.002 12.4 – 13.1 (6)	11.3 ± 0.008 10.6 – 12.9 (9)	12.2 ± 0.002 11.9 – 12.4 (6)	14.5 ± 0.003 14.1 – 14.8 (5)	11.9 ± 0.006 11.2 – 12.7 (6)	13.6 ± 0.004 13.2 – 14.2 (7)	12.9 ± 0.002 12.8 – 13.2 (5)	15.6 ± 0.006 14.8 – 16.8 (11)	
<i>C. tropicalis</i>	12.7 ± 0.003 12.2 – 13.2 (9)	12.1 ± 0.001 11.9 – 12.1 (3)	11.2 ± 0.007 10.9 – 12.5 (6)	12.2 ± 0.002 12 – 12.3 (3)	12.4 (2)	12.7 ± 0.003 12.5 – 12.9 (3)	14.6 ± 0.002 14.4 – 14.8 (4)	11.5 (2)	8.2 ± 0.002 7.9 – 8.5 (8)	

**Tabla 4.** Componentes con las cargas de las variables de las 16 medidas de 22 *Cryptotis* de América. Se muestra el autovalor de los componentes CP1 y CP2, así como el porcentaje de varianza de los dos primeros componentes con mayor aporte. LCB = Longitud cóndilo basal, AC = Ancho craneana, PZ = Ancho de la placa zigomática, IO = Ancho interorbital, AU1 = Ancho palatal a través de los primeros unicúspides, AU3 = Ancho palatal a través de los terceros unicúspides, AM2 = Ancho palatal a través de los segundos molares, LP = Longitud palatal, LHMx = Longitud de la hilera maxilar, LHU = Longitud de la hilera de los unicúspides, Lm1 = Longitud del primer molar inferior, LM = Longitud mandibular, APC = Altura del proceso coronoide, AVC = Altura del valle coronoide, ACA = Altura del cóndilo articular, LHM = Longitud de la hilera mandibular.

	Componente 1	Componente 2
<b>Autovalor</b>	120.222	160.592
<b>% varianza</b>	75.14	10.04
<b>LCB</b>	0.261	-0.302
<b>AC</b>	0.270	-0.077
<b>PZ</b>	0.198	0.436
<b>IO</b>	0.252	-0.105
<b>AU1</b>	0.204	<b>0.477</b>
<b>AU3</b>	0.153	<b>0.506</b>
<b>AM2</b>	0.256	0.046
<b>LP</b>	0.272	-0.229
<b>LHMx</b>	<b>0.274</b>	-0.167
<b>LHU</b>	0.250	0.034
<b>Lm1</b>	0.258	0.071
<b>LM</b>	0.262	-0.149
<b>APC</b>	0.233	0.254
<b>AVC</b>	0.271	-0.025
<b>ACA</b>	<b>0.277</b>	-0.121
<b>LHM</b>	<b>0.274</b>	-0.165

**Tabla 5.** Componentes principales con las cargas de las variables de las regresiones (Reg) entre 13 medidas craneales y la longitud cóndilo basal (LCB) de especies de *Cryptotis* de Ecuador y Perú. Se muestra el autovalor de los componentes CP1 y CP2, así como el porcentaje de varianza de los dos componentes. AC = Ancho craneana, PZ = Ancho de la placa zigomática, IO = Ancho interorbital, AU3 = Ancho palatal a través de los terceros unicúspides, AM2 = Ancho palatal a través de los segundos molares, LP = Longitud palatal, LHU = Longitud de la hilera de los unicúspides, Lm1 = Longitud del primer molar inferior, LM = Longitud mandibular, APC = Altura del proceso coronoide, AVC = Altura del valle coronoide, ACA = Altura del cóndilo articular, LHM = Longitud de la hilera mandibular.

MEDIDAS	Componente 1	Componente 2
<b>Autovalor</b>	7.865	8.487
<b>% varianza</b>	60.5	8.5
<b>Reg_PZ</b>	<b>0.944</b>	-0.082
<b>Reg_Lm1</b>	<b>0.918</b>	-0.016
<b>Reg_AU3</b>	0.887	-0.306
<b>Reg_AM2</b>	0.878	-0.248
<b>Reg_IO</b>	0.873	-0.194
<b>Reg_LHU</b>	0.838	0.005
<b>Reg_APC</b>	0.785	-0.058
<b>Reg_AVC</b>	0.715	0.264
<b>Reg_AC</b>	0.697	-0.367
<b>Reg_LHM</b>	0.677	0.272
<b>Reg_LM</b>	0.619	0.310
<b>Reg_ACA</b>	0.602	0.141
<b>Reg_LP</b>	0.561	<b>0.711</b>

**Tabla 6.** Veinte y una medidas corporales, craneales y mandibulares de seis especies de *Cryptotis* de Ecuador y Perú. Se muestran los promedios, seguidos por la desviación estándar ( $\pm$ ), el rango y el tamaño de la muestra entre paréntesis. Abreviaturas: CC = Medida de cabeza-cuerpo, C = Largo de la cola, LCB = Longitud cóndilo basal, AC = Ancho craneana, PZ = Ancho de la placa zigomática, IO = Ancho interorbital, AU1 = Ancho palatal a través de los primeros unicúspides, AU3 = Ancho palatal a través de los terceros unicúspides, AM2 = Ancho palatal a través de los segundos molares, LP = Longitud palatal, LHMx = Longitud de la hilera maxilar, LHU = Longitud de la hilera de los unicúspides, Lm1 = Longitud del primer molar inferior, LM = Longitud mandibular, APC = Altura del proceso coronoide, AVC = Altura del valle coronoide, ACA = Altura del cóndilo articular, LHM = Longitud de la hilera mandibular, P = Largo de la pata, O = Orificio auditivo, Pelo = Longitud del pelo en la mitad del dorso.

	<i>C. equatoris</i>	<i>C. montivagus</i>	<i>C. niausa</i>	<i>C. osgoodi</i>	<i>C. peruviensis</i>	<i>Cryptotis sp. nov.</i>
<b>CC =</b>	74.5 $\pm$ 6.2 63.8 – 86 (n = 8)	78.2 $\pm$ 5.6 67.6 – 86 (n = 10)	81 $\pm$ 4.3 74 – 89 (n = 9)	76.7 $\pm$ 5 70 – 83 (n = 7)	68	85.43 $\pm$ 9 69 – 99 (n = 7)
<b>C =</b>	36.2 $\pm$ 2.0 33.7 – 40 (n = 8)	32 $\pm$ 4.2 25 – 39 (n = 10)	34 $\pm$ 2.4 29.8 – 37 (n = 9)	30.3 $\pm$ 2.8 26 – 33 (n = 7)	33	30 $\pm$ 2.6 25 – 33 (n = 7)
<b>LCB =</b>	21.29 $\pm$ 0.3 21 – 21.95 (n = 9)	21.15 $\pm$ 0.4 20.7 – 22 (n = 12)	22.66 $\pm$ 0.7 21.95 – 23.7 (n = 15)	20.06 $\pm$ 0.6 18.5 – 20.97 (n = 12)	21.63 $\pm$ 0.4 21.38 – 21.88 (n = 2)	22.43 $\pm$ 0.3 21.95 – 22.78 (n = 8)
<b>AC =</b>	10.26 $\pm$ 0.4 9.75 – 10.85 (n = 9)	10.26 $\pm$ 0.2 9.74 – 10.55 (n = 12)	10.68 $\pm$ 0.3 10.30 – 11.35 (n = 15)	9.78 $\pm$ 0.3 9.15 – 10.25 (n = 12)	11.04 $\pm$ 0.1 11 – 11.08 (n = 2)	10.65 $\pm$ 0.1 10.45 – 10.83 (n = 8)
<b>PZ =</b>	2.24 $\pm$ 0.1 2.16 – 2.35 (n = 9)	1.87 $\pm$ 0.2 1.53 – 2.1 (n = 12)	1.9 $\pm$ 0.3 1.3 – 2.2 (n = 15)	1.92 $\pm$ 0.1 1.74 – 2.1 (n = 12)	2.09 $\pm$ 0.1 2.03 – 2.14 (n = 2)	2.14 $\pm$ 0.3 1.76 – 2.47 (n = 8)
<b>IO =</b>	5.63 $\pm$ 0.1 5.33 – 5.94 (n = 9)	5.23 $\pm$ 0.1 5.13 – 5.5 (n = 12)	5.5 $\pm$ 0.2 5.2 – 5.85 (n = 15)	5.35 $\pm$ 0.2 4.9 – 5.65 (n = 12)	5.55 $\pm$ 0.1 5.54 – 5.56 (n = 2)	5.54 $\pm$ 0.1 5.41 – 5.62 (n = 8)

Tabla 6. Continuación.

	<i>C. equatoris</i>	<i>C. montivagus</i>	<i>C. niausa</i>	<i>C. osgoodi</i>	<i>C. peruviensis</i>	<i>Cryptotis sp. nov.</i>
<b>AU1 =</b>	2.59 ± 0.1 2.5 – 2.74 (n = 9)	2.6 ± 0.1 2.45 – 2.8 (n = 12)	2.5 ± 0.3 1.8 – 2.8 (n = 15)	2.46 ± 0.1 2.3 – 2.6 (n = 12)	2.8 ± 0.3 2.62 – 2.98 (n = 2)	2.55 ± 0.1 2.41 – 2.71 (n = 8)
<b>AU3 =</b>	3.05 ± 0.2 2.8 – 3.35 (n = 9)	3.03 ± 0.2 2.75 – 3.25 (n = 12)	3.0 ± 0.2 2.5 – 3.23 (n = 15)	2.93 ± 0.2 2.7 – 3.15 (n = 12)	3.41 ± 0.2 3.3 – 3.51 (n = 2)	3.06 ± 0.1 2.94 – 3.11 (n = 8)
<b>AM2 =</b>	6.18 ± 0.2 6 – 6.41 (n = 9)	5.94 ± 0.2 5.45 – 6.22 (n = 12)	6.2 ± 0.2 5.86 – 6.46 (n = 15)	5.81 ± 0.1 5.51 – 5.97 (n = 12)	6.28 ± 0.3 6.10 – 6.45 (n = 2)	5.9 ± 0.1 5.81 – 6 (n = 8)
<b>LP =</b>	9.31 ± 0.2 9 – 9.65 (n = 9)	9.29 ± 0.3 8.68 – 9.78 (n = 12)	9.91 ± 0.3 9.22 – 10.29 (n = 15)	8.86 ± 0.4 8 – 9.5 (n = 12)	9.34 ± 0.4 9.08 – 9.60 (n = 2)	10.07 ± 0.1 9.87 – 10.26 (n = 8)
<b>LHMx =</b>	8.12 ± 0.2 7.86 – 8.35 (n = 9)	8.18 ± 0.3 7.65 – 8.44 (n = 12)	8.5 ± 0.3 8.08 – 9 (n = 15)	7.73 ± 0.3 7.15 – 8 (n = 12)	8.05 ± 0.3 7.85 – 8.25 (n = 2)	8.32 ± 0.1 8.2 – 8.4 (n = 8)
<b>LHU =</b>	2.64 ± 0.1 2.5 – 2.75 (n = 9)	2.88 ± 0.2 2.65 – 3.1 (n = 12)	2.76 ± 0.3 2 – 3.07 (n = 15)	2.61 ± 0.2 2.2 – 2.9 (n = 12)	2.73 ± 0.2 2.62 – 2.83 (n = 2)	2.97 ± 0.1 2.92 – 3 (n = 8)
<b>Lm1 =</b>	2.05 ± 0.1 1.99 – 2.1 (n = 9)	1.96 ± 0.1 1.8 – 2.05 (n = 12)	2.0 ± 0.1 1.72 – 2.15 (n = 15)	1.93 ± 0.1 1.87 – 2.05 (n = 12)	1.91 ± 0.1 1.85 – 1.97 (n = 2)	1.97 ± 0.1 1.83 – 2.04 (n = 8)
<b>LM =</b>	7.1 ± 0.2 6.98 – 7.58 (n = 9)	6.91 ± 0.2 6.5 – 7.25 (n = 12)	7.4 ± 0.3 6.73 – 8 (n = 15)	6.75 ± 0.1 6.6 – 7 (n = 12)	7.16 ± 0.1 7.1 – 7.21 (n = 2)	7.4 ± 0.2 7.2 – 7.75 (n = 8)
<b>APC =</b>	4.54 ± 0.2 4.21 – 4.67 (n = 9)	4.53 ± 0.2 3.95 – 4.9 (n = 12)	4.67 ± 0.1 4.5 – 4.85 (n = 15)	4.32 ± 0.2 4.1 – 4.6 (n = 12)	4.64 ± 0.2 4.52 – 4.75 (n = 2)	4.69 ± 0.1 4.5 – 4.83 (n = 8)
<b>AVC =</b>	2.98 ± 0.1 2.87 – 3.1 (n = 9)	2.94 ± 0.1 2.7 – 3.16 (n = 12)	3.1 ± 0.3 2.75 – 3.8 (n = 15)	2.74 ± 0.1 2.53 – 2.92 (n = 12)	3.02 ± 0.1 3 – 3.04 (n = 2)	3.27 ± 0.1 3.1 – 3.46 (n = 8)
<b>ACA =</b>	4.04 ± 0.2 3.8 – 4.24 (n = 9)	4.09 ± 0.2 3.7 – 4.5 (n = 12)	4.4 ± 0.2 4 – 4.7 (n = 15)	3.77 ± 0.2 3.5 – 4 (n = 12)	4.1 ± 0.1 4.08 – 4.11 (n = 2)	4.32 ± 0.2 4 – 4.56 (n = 8)
<b>LHM =</b>	6.59 ± 0.0 6.50 – 6.64 (n = 9)	6.48 ± 0.2 6.1 – 6.85 (n = 12)	6.73 ± 0.2 6.34 – 7.02 (n = 15)	6.17 ± 0.2 5.85 – 6.5 (n = 12)	6.51 ± 0.3 6.27 – 6.75 (n = 2)	6.67 ± 0.1 6.52 – 6.8 (n = 8)
<b>P =</b>	13.6 ± 1.1 12.7 – 16 (n = 8)	13.6 ± 1.7 11.8 – 18 (n = 10)	13.3 ± 0.8 12 – 15 (n = 9)	13.1 ± 0.7 12 – 14 (n = 7)	14	14.9 ± 0.6 14 – 16 (n = 7)

**Tabla 6.** Continuación.

	<i>C. equatoris</i>	<i>C. montivagus</i>	<i>C. niausa</i>	<i>C. osgoodi</i>	<i>C. peruviansis</i>	<i>Cryptotis sp. nov.</i>
<b>O =</b>	6.2 ± 0.1 5 – 7 (n = 7)	6.5 ± 0.5 6 – 7 (n = 5)	6.7 ± 0.3 6.2 – 7 (n = 6)	7 ± 1.3 5 – 10 (n = 6)	-	3.76 ± 1.2 3 – 5 (n = 3)
<b>Pelo =</b>	5.9 ± 0.6 5.1 – 6.6 (n = 7)	7.5 ± 0.5 6.6 – 8 (n = 10)	6.9 ± 0.8 6 – 8.35 (n = 11)	6.1 ± 0.4 5.7 – 7 (n = 7)	-	6.8

**Tabla 7.** Área de los hábitats remanentes (MAE, 2013) para las especies de *Cryptotis* Ecuador. Se muestran los ecosistemas de Ecuador donde se han realizado colectas de cada especie.

Especie	Ecosistema (MAE, 2013)	Total remanente	Porcentaje de cada ecosistema
<i>C. equatoris</i>	Herbazal de Páramo.	5,496.3	2
	Bosque Siempreverde Montano Alto de la Cordillera Occidental de los Andes.	89,338.66	25
	Bosque Siempreverde Montano de la Cordillera Occidental de los Andes.	257,531.49	73
<i>C. montivagus</i>	Herbazal y Arbustal Siempreverde Subnival del Páramo.	22,711.32	3
	Herbazal de Páramo.	483,789.76	74
	Arbustal Siempreverde y Herbazal del Páramo.	62,155.26	9
	Bosque Siempreverde Montano del Catamayo-Alamor.	38,566.53	6
	Sin información.	49,400.13	8
<i>C. niausa</i>	Rosetal Caulescente y Herbazal del Páramo.	46,396.44	18
	Herbazal de Páramo.	196,240.28	76
	Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes.	13,997.07	5
<i>C. osgoodi</i>	Herbazal y Arbustal Siempreverde del Páramo del Volcán Sumaco.	393.03	0.05
	Herbazal de Páramo.	318,614.59	41
	Bosque Siempreverde Montano Alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes.	137,914.62	18
	Bosque Siempreverde Montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes.	322,686.52	41
<i>Cryptotis sp. nov.</i>	Bosque siempreverde Montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes.	116,956.26	10

**Tabla 8.** Hábitat remanente total y porcentaje dentro de las áreas protegidas de Ecuador.

<b>Especies</b>	<b>Hábitat total remanente (Ha)</b>	<b>Hábitat total protegido (Ha)</b>	<b>% protegido</b>
<i>C. equatoris</i>	352,366.45	186,822.15	53
<i>C. montivagus</i>	656,623.00	413,998.14	63
<i>C. niausa</i>	256,633.79	159,370.40	62
<i>C. osgoodi</i>	779,608.76	559,578.04	72
<i>Cryptotis sp. nov.</i>	116,956.26	65,238.87	56
<b>TOTAL</b>	<b>2,162,188.25</b>	<b>1,385,007.61</b>	<b>64</b>

**Tabla 9.** Índice epicóndilo humeral (IEH), e Índice epicóndilo femoral (IEF), de las especies de *Cryptotis* con distribución en Ecuador.

<b>Especies</b>	<b>IEH</b>	<b>IEF</b>	<b>Promedio IEH</b>	<b>Promedio IEF</b>
<i>C. montivagus</i>	0.380	0.243	0.401	0.251
<i>C. montivagus</i>	0.434	0.244		
<i>C. montivagus</i>	0.389	0.242		
<i>C. montivagus</i>	0.382	0.275		
<i>C. montivagus</i>	0.392	0.239		
<i>C. montivagus</i>	0.430	0.267		
<i>C. niausa</i>	0.454	0.268	0.434	0.273
<i>C. niausa</i>	0.427	0.277		
<i>C. niausa</i>	0.493	0.292		
<i>C. niausa</i>	0.453	0.276		
<i>C. niausa</i>	0.449	0.265		
<i>C. niausa</i>	0.435	0.278		
<i>C. niausa</i>	0.450	0.261		
<i>C. niausa</i> fósil	0.427	0.273		
<i>C. niausa</i> fósil	0.414	0.273		
<i>C. niausa</i> fósil	0.396	0.294		
<i>C. niausa</i> fósil	0.379	0.250		
<i>C. equatoris</i>	0.413	0.228	0.405	0.239
<i>C. equatoris</i>	0.406	0.231		
<i>C. equatoris</i>	0.398	0.258		
<i>C. osgoodi</i>	0.413	0.235	0.423	0.255
<i>C. osgoodi</i>	0.441	0.274		
<i>C. osgoodi</i>	0.411	0.262		
<i>C. osgoodi</i>	0.447	0.246		
<i>C. osgoodi</i>	0.403	0.257		
<i>Cryptotis</i> sp. nov.	0.405	0.266	0.417	0.260
<i>Cryptotis</i> sp. nov.	0.432	0.267		
<i>Cryptotis</i> sp. nov.	0.418	0.255		
<i>Cryptotis</i> sp. nov.	0.408	0.253		
<i>Cryptotis</i> sp. nov.	0.421	0.258		

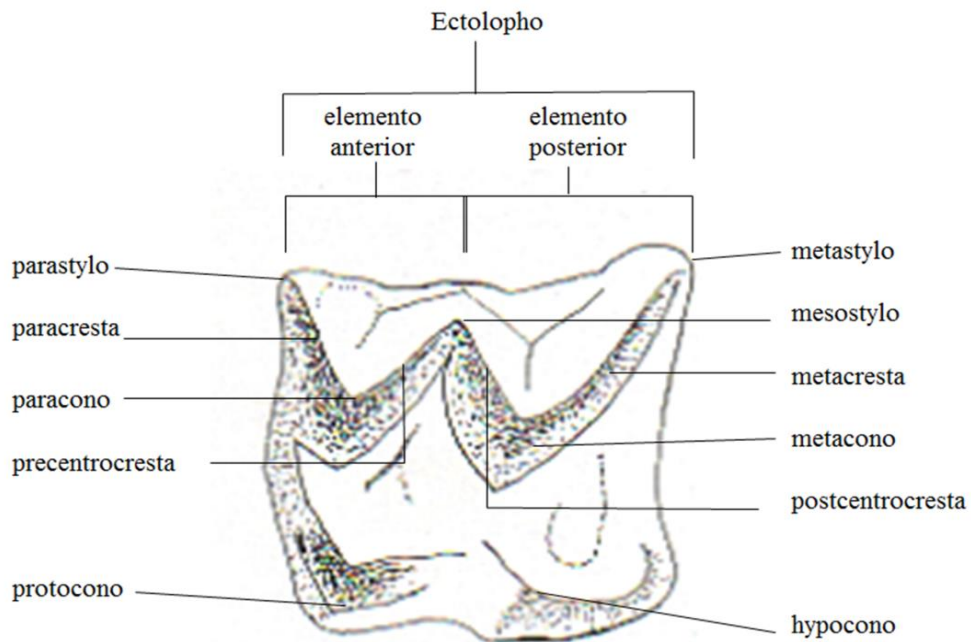
**Tabla 10.** Nueve medidas de los húmeros y fémures de *Cryptotis* de Ecuador. Se muestra el promedio, la desviación estándar ( $\pm$ ), el rango de cada variable y el número de muestras entre paréntesis. Abreviaturas: LH = Longitud del húmero, LCDP = Longitud de la cresta delto pectoral, AEH = Ancho epicondilar del húmero, DMH = Diámetro medio-lateral del húmero, LF = Longitud del fémur; AEF = Ancho epicondilar del fémur, DMF = Diámetro medio-lateral del fémur.

Medidas (mm)	<i>C. equatoris</i>	<i>C. montivagus</i>	<i>C. niausa</i>	<i>C. niausa</i> (fósil)	<i>C. osgoodi</i>	<i>Cryptotis sp. nov.</i>
<b>LH</b>	8.16 $\pm$ 0.1 8.10 – 8.21 ( <i>n</i> = 3)	8.40 $\pm$ 0.2 8.23 – 8.67 ( <i>n</i> = 6)	8.58 $\pm$ 0.4 7.75 – 9.11 ( <i>n</i> = 7)	8.75 $\pm$ 0.4 8.23 – 9.16 ( <i>n</i> = 4)	7.97 $\pm$ 0.0 7.92 – 8.0 ( <i>n</i> = 5)	8.68 $\pm$ 0.2 8.50 – 8.91 ( <i>n</i> = 5)
<b>LCDP</b>	3.98 $\pm$ 0.0 3.95 – 4 ( <i>n</i> = 3)	3.96 $\pm$ 0.3 3.55 – 4.35 ( <i>n</i> = 6)	4.26 $\pm$ 0.2 3.77 – 4.56 ( <i>n</i> = 7)	4.21 $\pm$ 0.2 4.06 – 4.50 ( <i>n</i> = 4)	3.73 $\pm$ 0.1 3.58 – 3.90 ( <i>n</i> = 5)	3.90 $\pm$ 0.1 3.82 – 4.10 ( <i>n</i> = 5)
<b>AEH</b>	3.36 $\pm$ 0.1 3.25 – 3.49 ( <i>n</i> = 3)	3.37 $\pm$ 0.2 3.13 – 3.7 ( <i>n</i> = 6)	3.87 $\pm$ 0.1 3.81 – 3.96 ( <i>n</i> = 7)	3.72 $\pm$ 0.2 3.61 – 3.95 ( <i>n</i> = 4)	3.20 $\pm$ 0.1 3.01 – 3.30 ( <i>n</i> = 5)	3.62 $\pm$ 0.1 3.49 – 3.89 ( <i>n</i> = 5)
<b>DMH</b>	0.80 $\pm$ 0.0 0.79 – 0.81 ( <i>n</i> = 3)	0.90 $\pm$ 0.1 0.83 – 0.99 ( <i>n</i> = 6)	1 $\pm$ 0.0 0.96 – 1.02 ( <i>n</i> = 7)	1.06 $\pm$ 0.1 1 – 1.14 ( <i>n</i> = 4)	0.78 $\pm$ 0.0 0.76 – 0.80 ( <i>n</i> = 5)	0.82 $\pm$ 0.1 0.70 – 0.95 ( <i>n</i> = 5)
<b>Inter-tubercular</b>	2.36 $\pm$ 0.0 2.33 – 2.39 ( <i>n</i> = 3)	2.50 $\pm$ 0.2 2.32 – 2.82 ( <i>n</i> = 6)	2.64 $\pm$ 0.1 2.56 – 2.75 ( <i>n</i> = 7)	2.81 $\pm$ 0.2 2.63 – 3.04 ( <i>n</i> = 4)	2.35 $\pm$ 0.1 2.26 – 2.49 ( <i>n</i> = 5)	2.61 $\pm$ 0.1 2.50 – 2.85 ( <i>n</i> = 5)
<b>LF</b>	9.13 $\pm$ 0.2 8.89 – 9.29 ( <i>n</i> = 3)	9.30 $\pm$ 0.5 8.34 – 9.70 ( <i>n</i> = 6)	9.53 $\pm$ 0.4 8.9 – 10.15 ( <i>n</i> = 7)	9.87 $\pm$ 0.4 9.53 – 10.27 ( <i>n</i> = 4)	8.68 $\pm$ 0.1 8.56 – 8.75 ( <i>n</i> = 5)	9.88 $\pm$ 0.2 9.51 – 10.10 ( <i>n</i> = 5)
<b>AEF</b>	2.18 $\pm$ 0.1 2.10 – 2.29 ( <i>n</i> = 3)	2.34 $\pm$ 0.1 2.26 – 2.59 ( <i>n</i> = 6)	2.61 $\pm$ 0.0 2.55 – 2.65 ( <i>n</i> = 7)	2.69 $\pm$ 0.1 2.53 – 2.81 ( <i>n</i> = 4)	2.21 $\pm$ 0.1 2.05 – 2.36 ( <i>n</i> = 5)	2.57 $\pm$ 0.1 2.50 – 2.70 ( <i>n</i> = 5)
<b>DMF</b>	0.84 $\pm$ 0.1 0.79 – 0.92 ( <i>n</i> = 3)	0.97 $\pm$ 0.1 0.90 – 1.06 ( <i>n</i> = 6)	1.05 $\pm$ 0.0 1.02 – 1.08 ( <i>n</i> = 7)	1.05 $\pm$ 0.1 0.97 – 1.14 ( <i>n</i> = 4)	0.78 $\pm$ 0.0 0.70 – 0.83 ( <i>n</i> = 5)	1.04 $\pm$ 0.1 0.96 – 1.10 ( <i>n</i> = 5)
<b>Inter-trocánter</b>	2.33 $\pm$ 0.1 2.25 – 2.39 ( <i>n</i> = 3)	2.36 $\pm$ 0.1 2.25 – 2.45 ( <i>n</i> = 6)	2.70 $\pm$ 0.1 2.63 – 2.77 ( <i>n</i> = 7)	2.67 $\pm$ 0.1 2.6 – 2.82 ( <i>n</i> = 4)	2.15 $\pm$ 0.1 2.0 – 2.30 ( <i>n</i> = 5)	2.69 $\pm$ 0.1 2.60 – 2.85 ( <i>n</i> = 5)

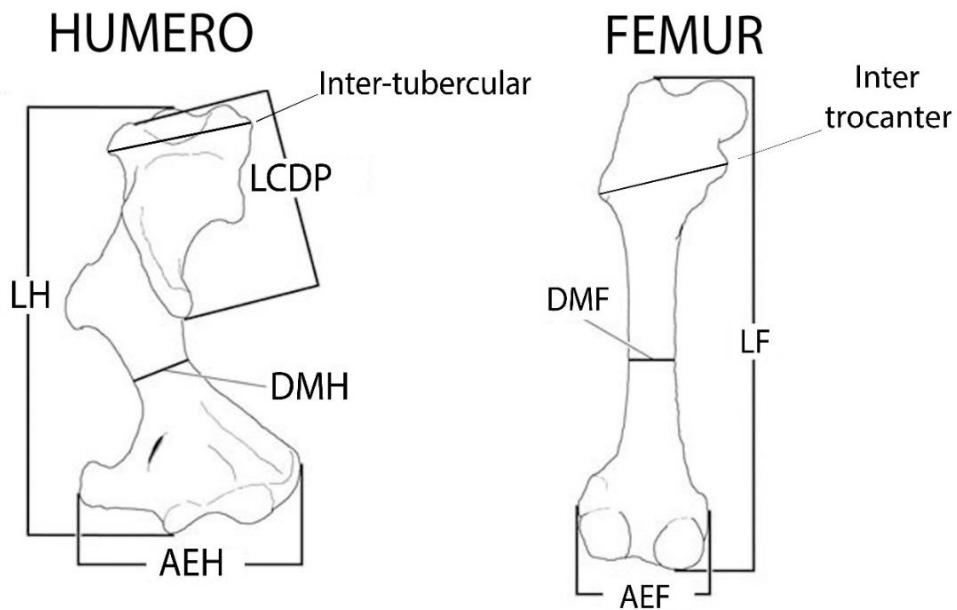
**Tabla 11.** Análisis de componentes principales (PCA) de las ocho variables bioclimáticas de cinco especies de *Cryptotis*. Los dos componentes principales explicaron el 99 % de la varianza total.

<b>VARIABLES BIOCLIMÁTICAS</b>	<b>COMPONENTE 1 (CP1)</b>	<b>COMPONENTE 2 (CP2)</b>
<b>Autovalor</b>	<b>6.292</b>	<b>1.626</b>
<b>Varianza explicada ( %)</b>	<b>79</b>	<b>20</b>
<b>Temperatura media mensual diurna</b>	-.998	-.058
<b>Precipitación del trimestre más frío</b>	.972	.215
<b>Precipitación anual</b>	.972	.108
<b>Temperatura máxima del mes más caliente</b>	-.931	.366
<b>Precipitación del trimestre más caliente</b>	.903	.426
<b>Temperatura media anual</b>	-.877	.480
<b>Temperatura estacional</b>	.822	.550
<b>Temperatura mínima del mes más frío</b>	-.529	.847

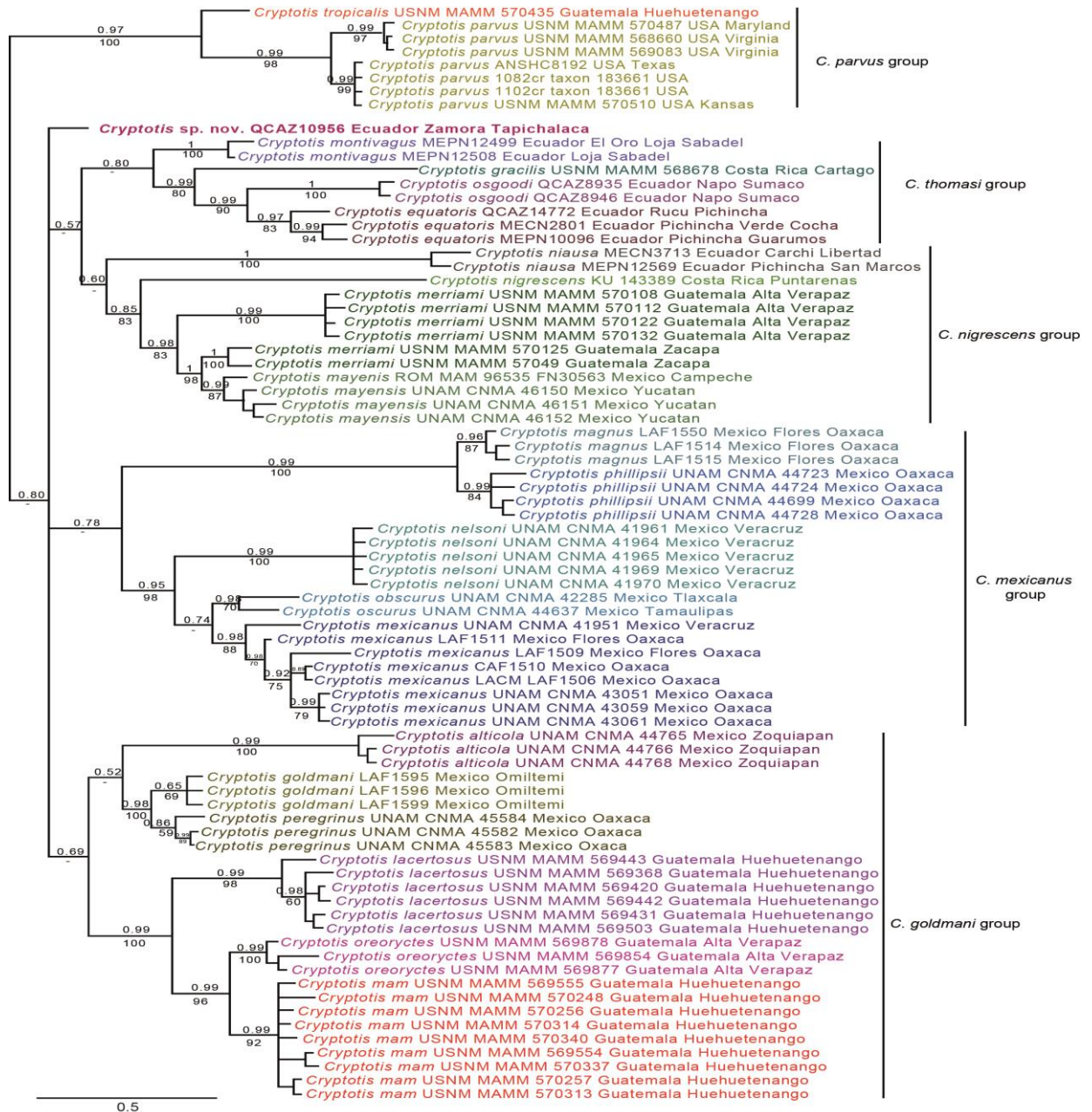
## 9. FIGURAS



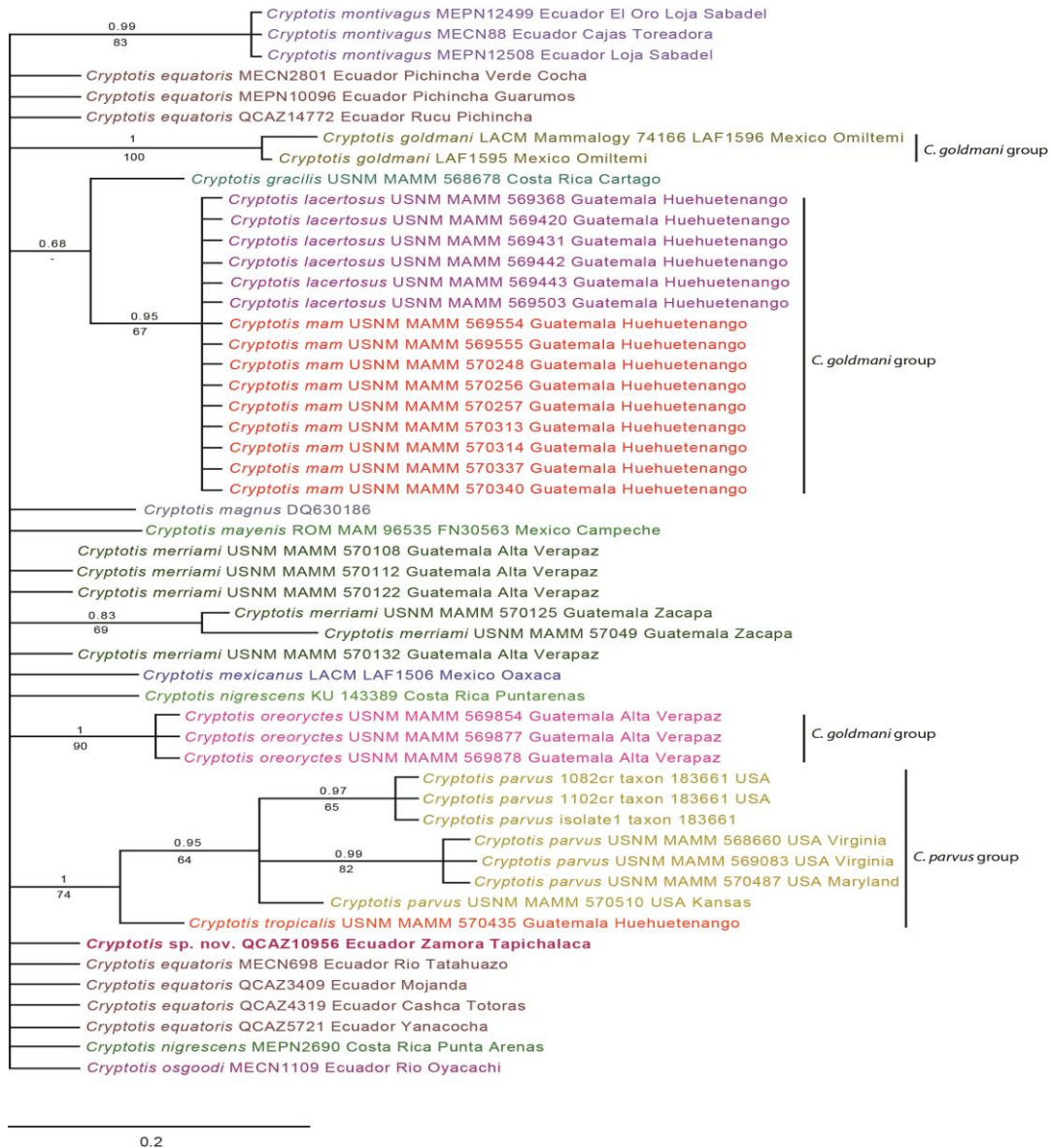
**Figura 1.** Molar 1 (M1) izquierdo de una musaraña del género *Cryptotis* donde se muestra la terminología dental (Choate y Fleharty, 1974).



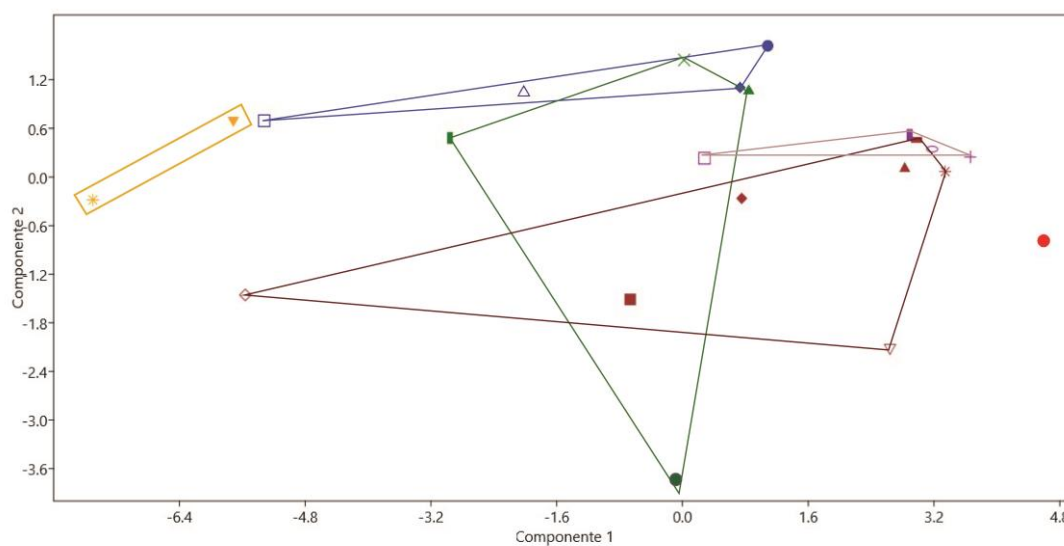
**Figura 2.** Nueve medidas humerales y femorales para ejemplares pertenecientes al género *Cryptotis* de Ecuador (Modificado de Woodman y Gaffney, 2014). Abreviaturas: LH = Longitud del húmero; LCDP = Longitud de la cresta deltopectoral; AEH = Ancho epicondilar del húmero; DMH = Diámetro medio-lateral del húmero; LF = Longitud del fémur; AEF = Ancho epicondilar del fémur; DMF = Diámetro medio-lateral del fémur.



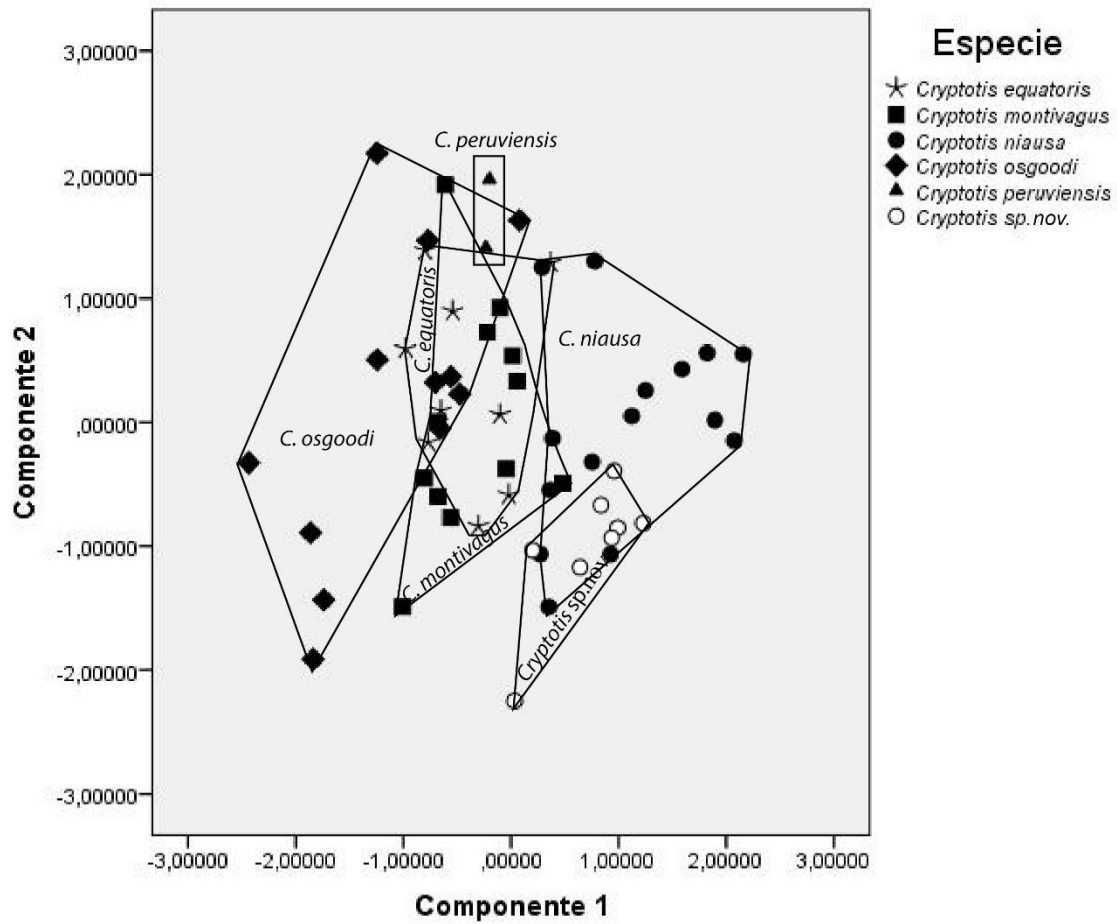
**Figura 3.** Filograma consenso resultante del análisis bajo el criterio de inferencia bayesiana de los genes combinados CYTB y COI que representa las relaciones dentro del género *Cryptotis*. Se muestra los valores de las probabilidades posteriores sobre las ramas y los valores bootstrap debajo de las ramas, el número de museo de cada individuo, su localidad y la escala (sustituciones por sitio) en la parte inferior del filograma. Los colores representan los diferentes clados obtenidos en este estudio. Los valores de bootstrap y las probabilidades posteriores faltantes indican valores por debajo de 50 (bootstrap) o 0.5 (probabilidades posteriores). No se muestra el grupo externo.



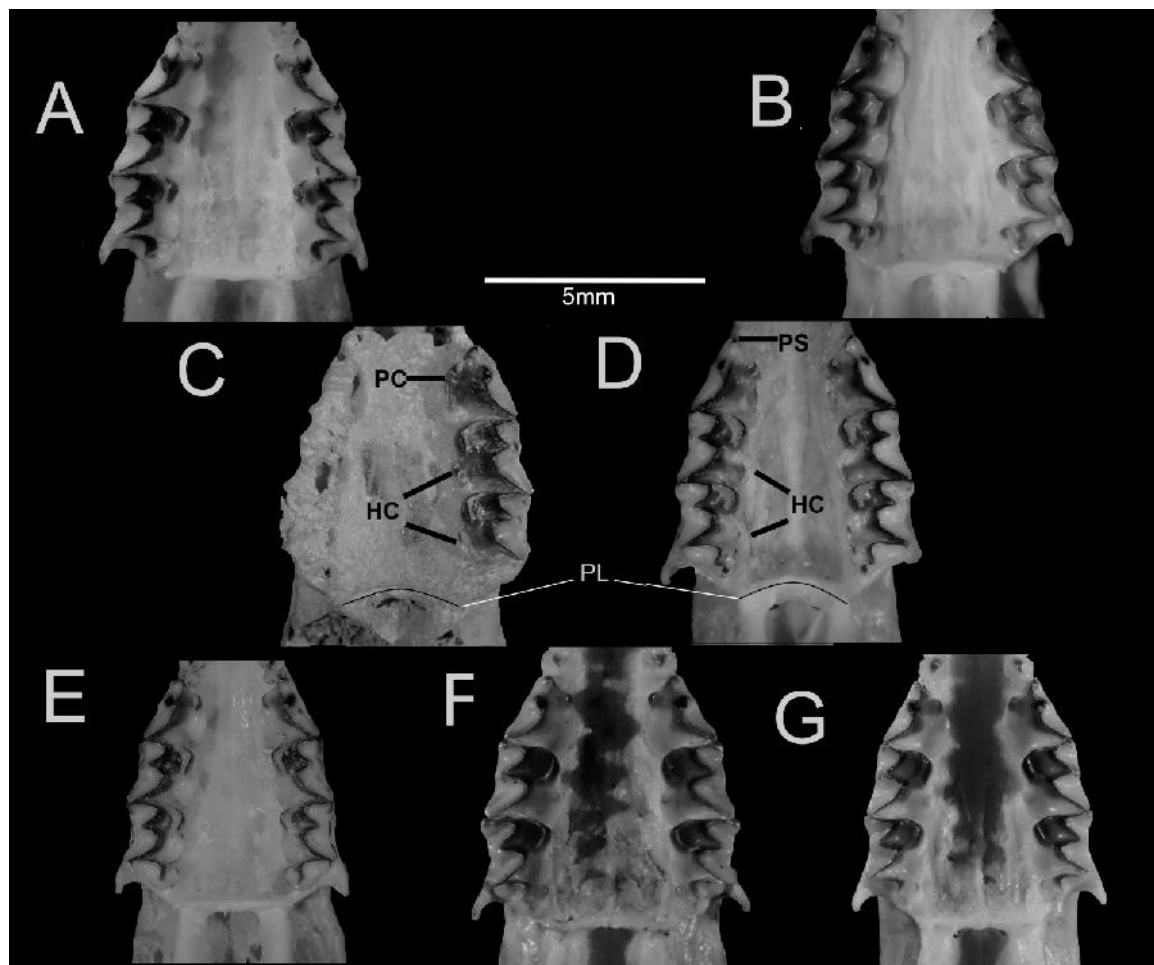
**Figura 4.** Filograma consenso resultante del análisis bajo el criterio de inferencia bayesiana del gen Apo-B que representa las relaciones dentro del género *Cryptotis*. Se muestra los valores de las probabilidades posteriores sobre las ramas y los valores bootstrap debajo de las ramas, el número de museo de cada individuo, su localidad y la escala (sustituciones por sitio) en la parte inferior del filograma. Los valores de bootstrap y las probabilidades posteriores faltantes indican valores por debajo de 50 (bootstrap) o 0.5 (probabilidades posteriores) No se muestra el grupo externo. Los colores representan a los clados identificados en la filogenia del ADN mitocondrial (ver Figura 2).



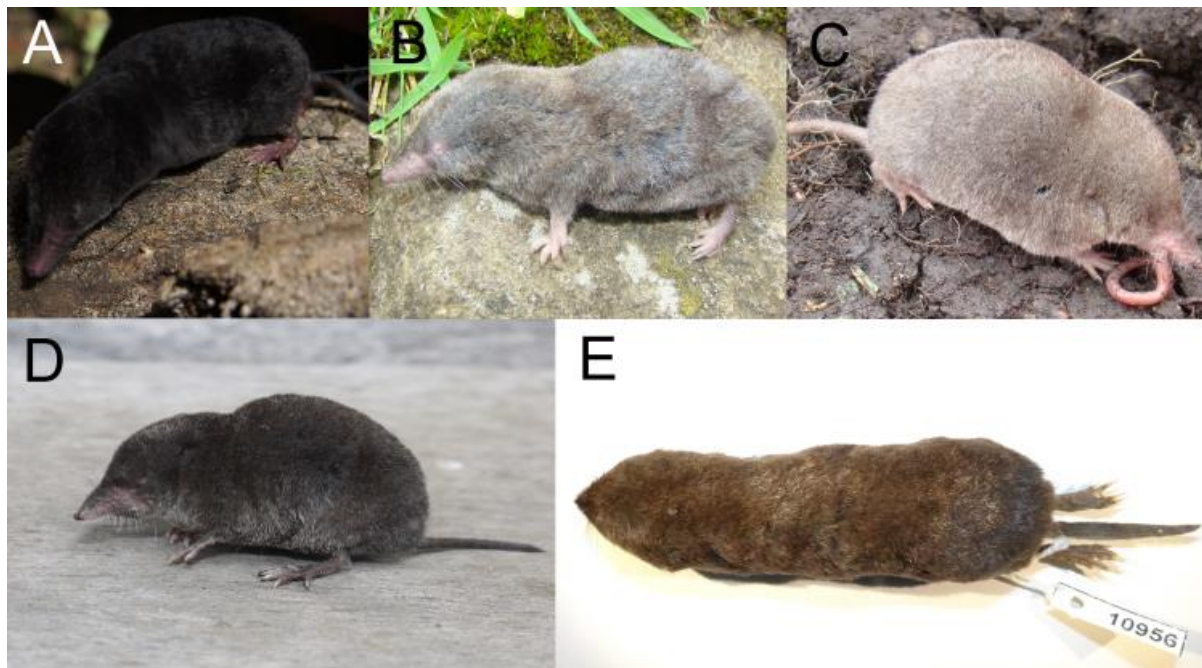
**Figura 5.** Análisis de Componentes Principales de los promedios de 16 medidas cráneo-dentales y mandibulares de 22 especies pertenecientes a los cinco grupos del género *Cryptotis*. En color naranja está el grupo *C. parvus*: *C. parvus* (estrella), *C. orophilus* (triángulo sólido invertido). En azul el grupo *C. mexicanus*: *C. mexicanus* (cuadrado vacío), *C. obscurus* (triángulo vacío), *C. nelsoni* (punto sólido), *C. phillipsii* (rombo sólido). En verde el grupo *C. nigrescens*: *C. nigrescens* (barra vertical), *C. merriami* (equis) *C. colombianus* (triángulo sólido) y *C. niausa* (punto sólido). En lila el grupo *C. goldmani*: *C. goodwini* (ovalado horizontal), *C. oreoryctes* (signo más), *C. mam* (cuadrado vacío), *C. lacertosus* (barra vertical sólida). En café el grupo *C. thomasi*: *C. thomasi* (triángulo invertido vacío), *C. equatoris* (estrella), *C. montivagus* (cuadrado sólido), *C. osgoodi* (rombo sólido), *C. gracilis* (rombo vacío), *C. peruviensis* (triángulo sólido), *C. endersi* (barra horizontal). *Cryptotis* sp. nov. (círculo rojo) no se encuentra asignada a ninguno de los cinco grupos establecidos.



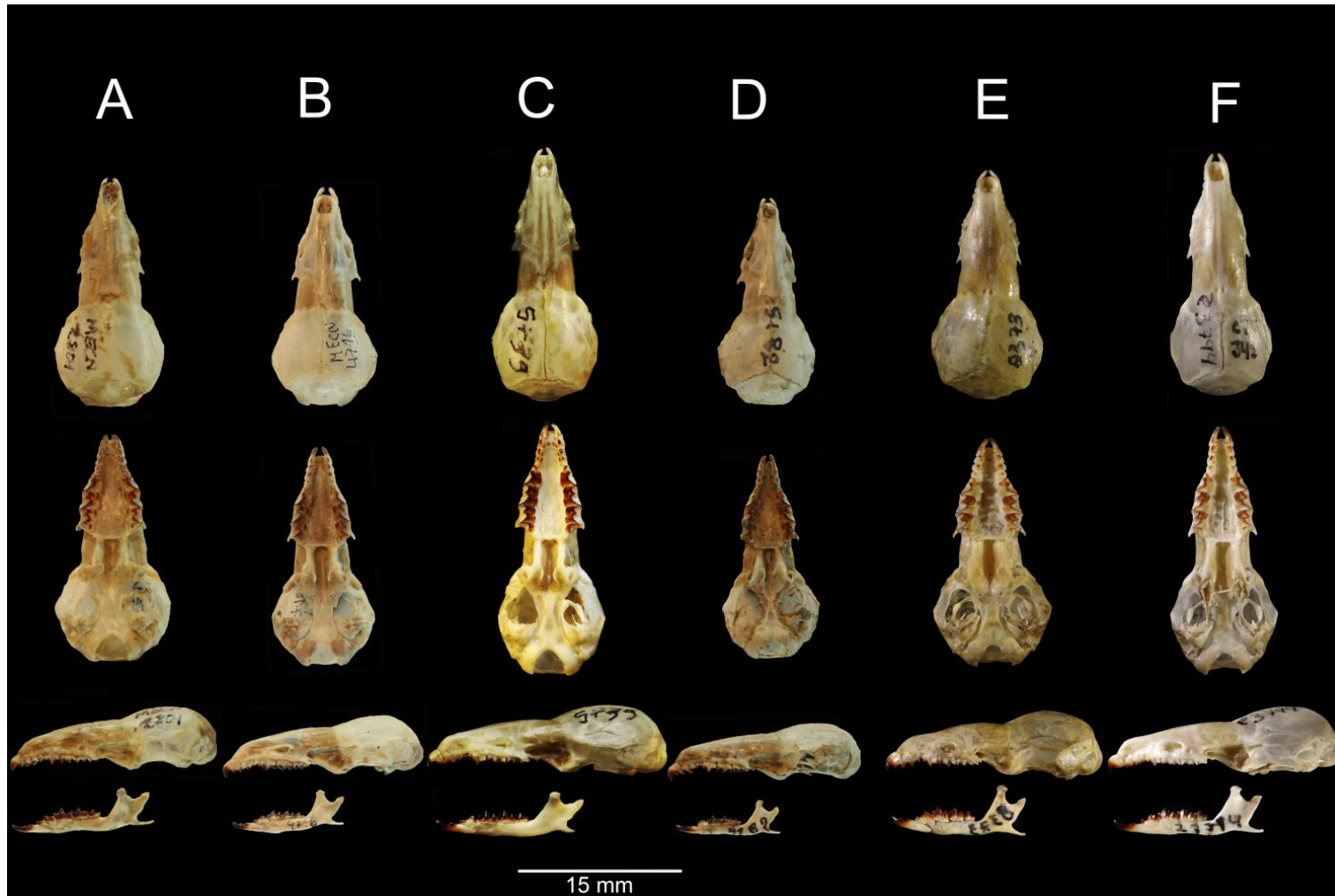
**Figura 6.** Proyección de las variables morfométricas de las especies de *Cryptotis* de Ecuador y Perú sobre los componentes principales CP1 y CP2 de un Análisis de Componentes Principales. Se utilizaron las regresiones de las variables cráneo dentales con la medida de mayor longitud del cráneo LCB.



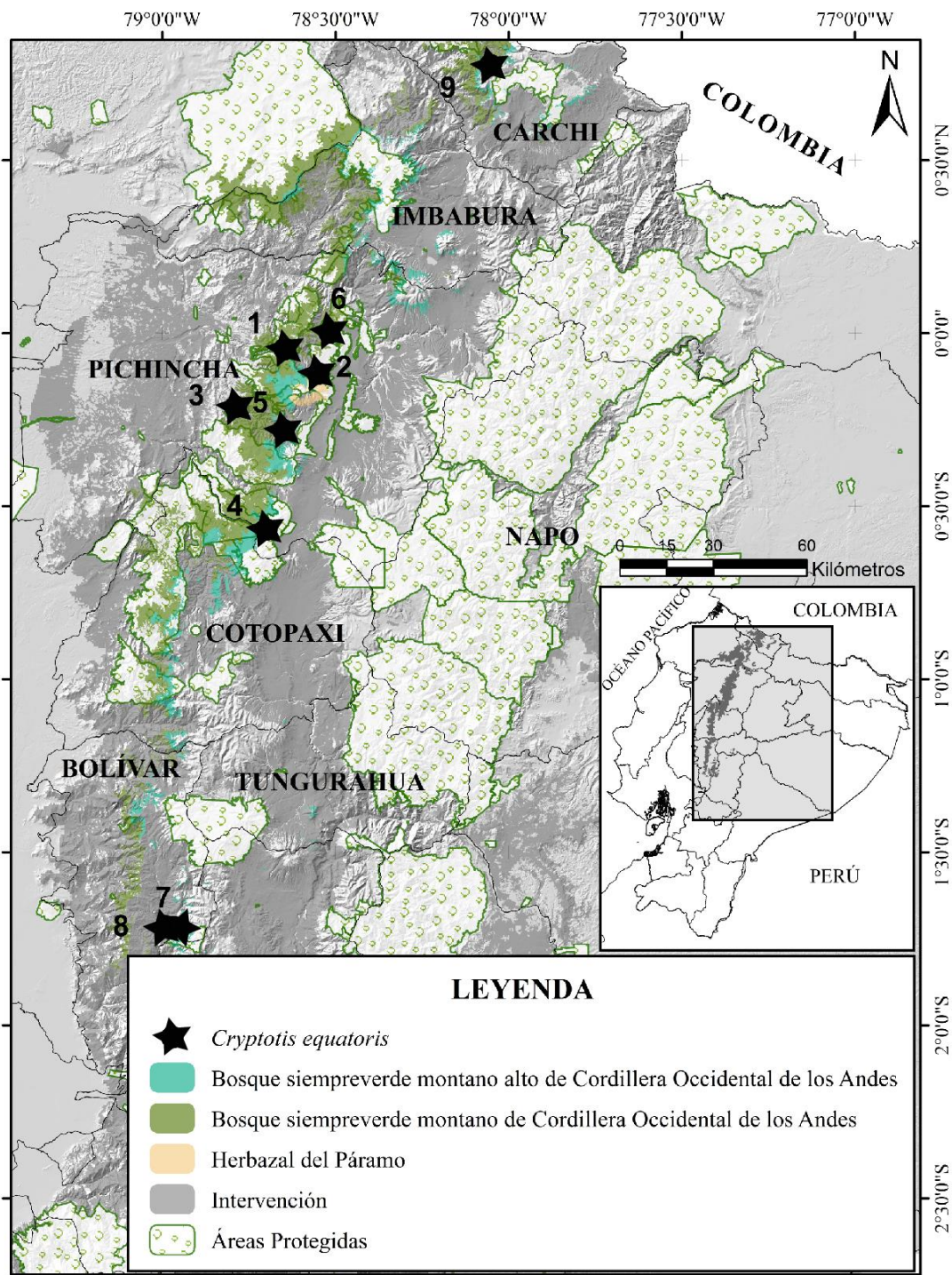
**Figura 7.** Vista oclusal de la región palatal y las estructuras dentales de *Cryptotis*: (A) *C. equatoris* (MEPN3021); (B) *C. montivagus* MEPN12499; (C) *C. niausa* (MEPNV6292, fósil); (D) *C. niausa* (MEPN9627, holotipo); (E) *C. osgoodi* (MEPN6928); (F) *C. peruviansis* (MUSM8373); (G) *Cryptotis* sp. nov. (QCAZ 10956). Abreviaturas: PC = Paracono, PS = Parastilo, HC = Hipocono, PL = Borde posterior palatal.



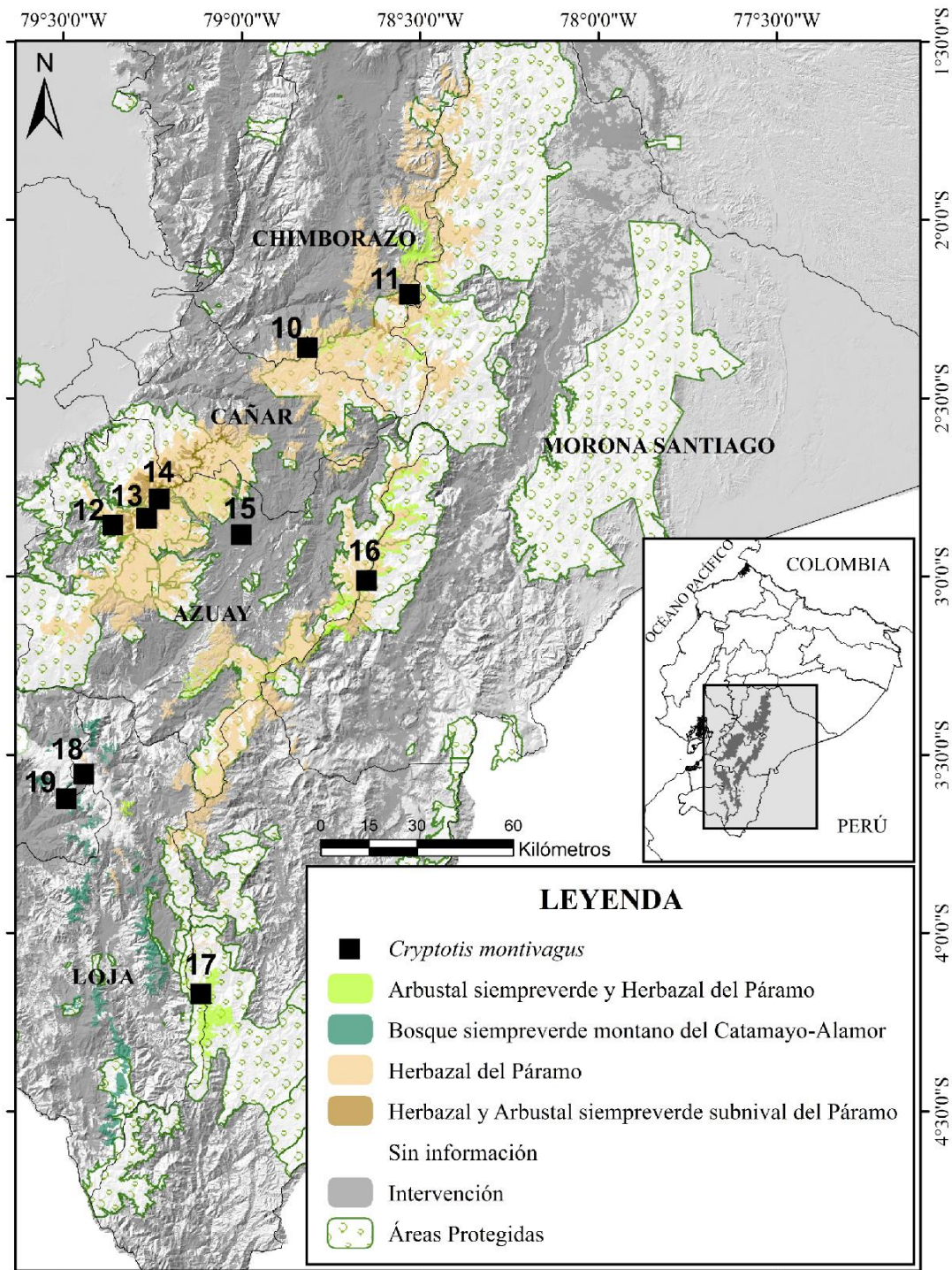
**Figura 8.** Coloración del pelaje en las diferentes especies de *Cryptotis* de Ecuador. (A) *C. equatoris*; (B) *C. montivagus*; (C) *C. niausa*; (D) *C. osgoodi*; (E) *Cryptotis* sp. nov.



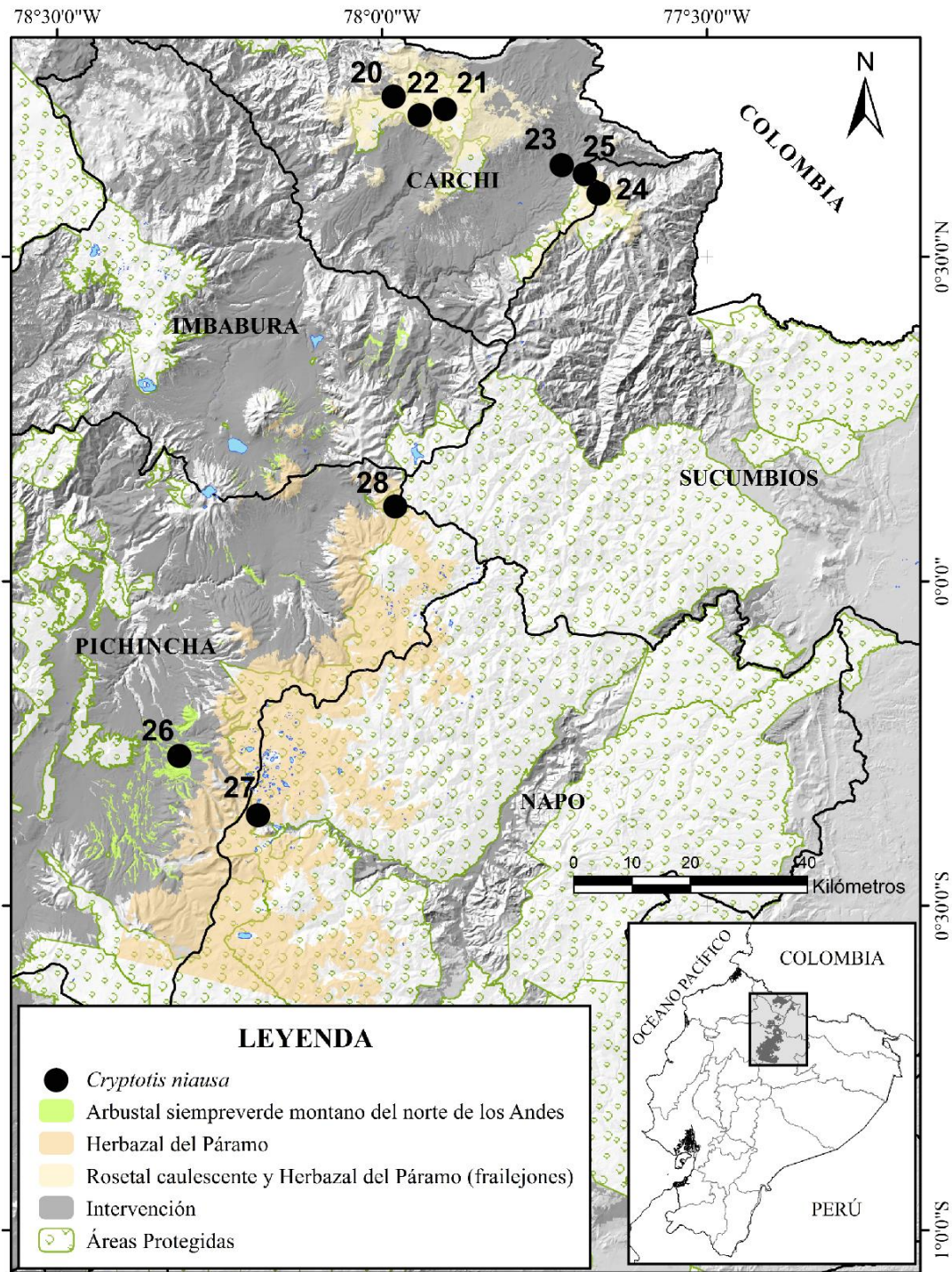
**Figura 9.** Vista dorsal, ventral y lateral del cráneo y vista lateral de la mandíbula de las especies de *Cryptotis* de Ecuador y Perú: (A) *C. equatoris* (MECN2801); (B) *C. montivagus* (MECN4716); (C) *C. niausa* (MEPN9627, holotipo); (D) *C. osgoodi* (MECN5182); (E) *C. peruviensis* (MUSM8373, holotipo); (F) *Cryptotis* sp. nov. (QCAZ 10956).



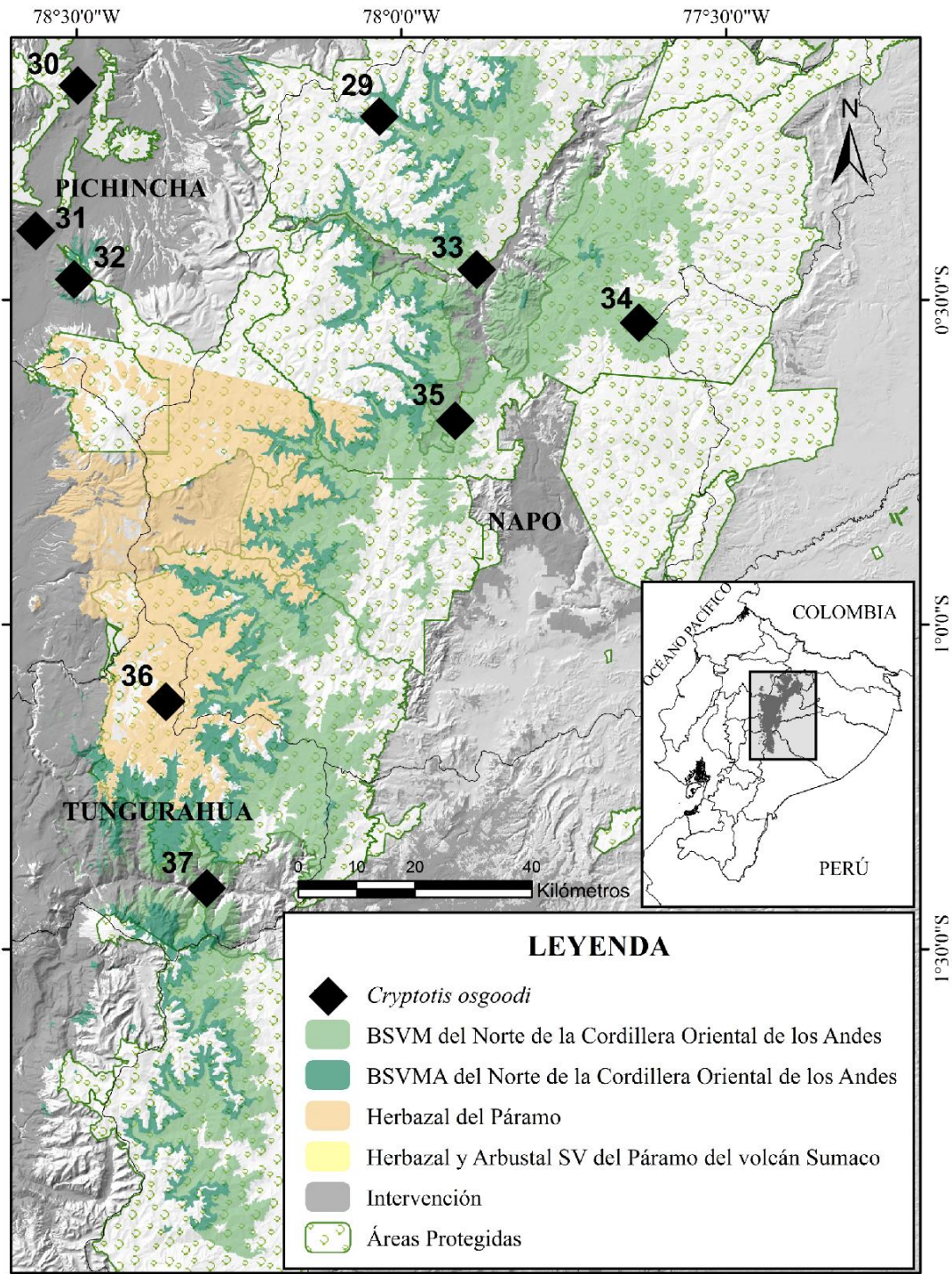
**Figura 10.** Mapa de la distribución de *C. equatoris*. Se muestra la vegetación remanente de los ecosistemas a los cuales pertenece su hábitat. Los números hacen referencia a las localidades de los individuos examinados.



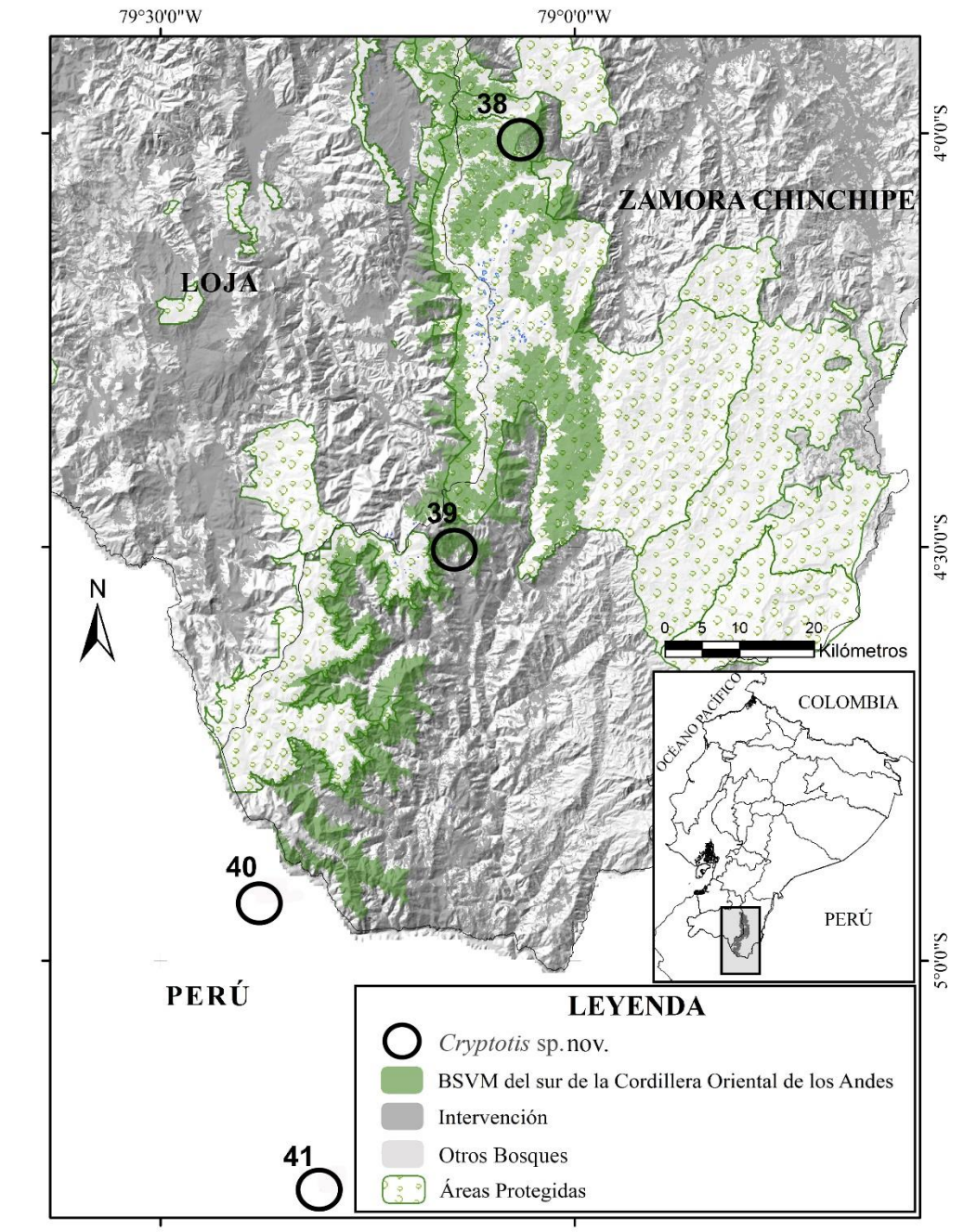
**Figura 11.** Mapa de la distribución de *C. montivagus*. Se muestra la vegetación remanente de los ecosistemas a los cuales pertenece su hábitat. Los números hacen referencia a las localidades de los individuos examinados.



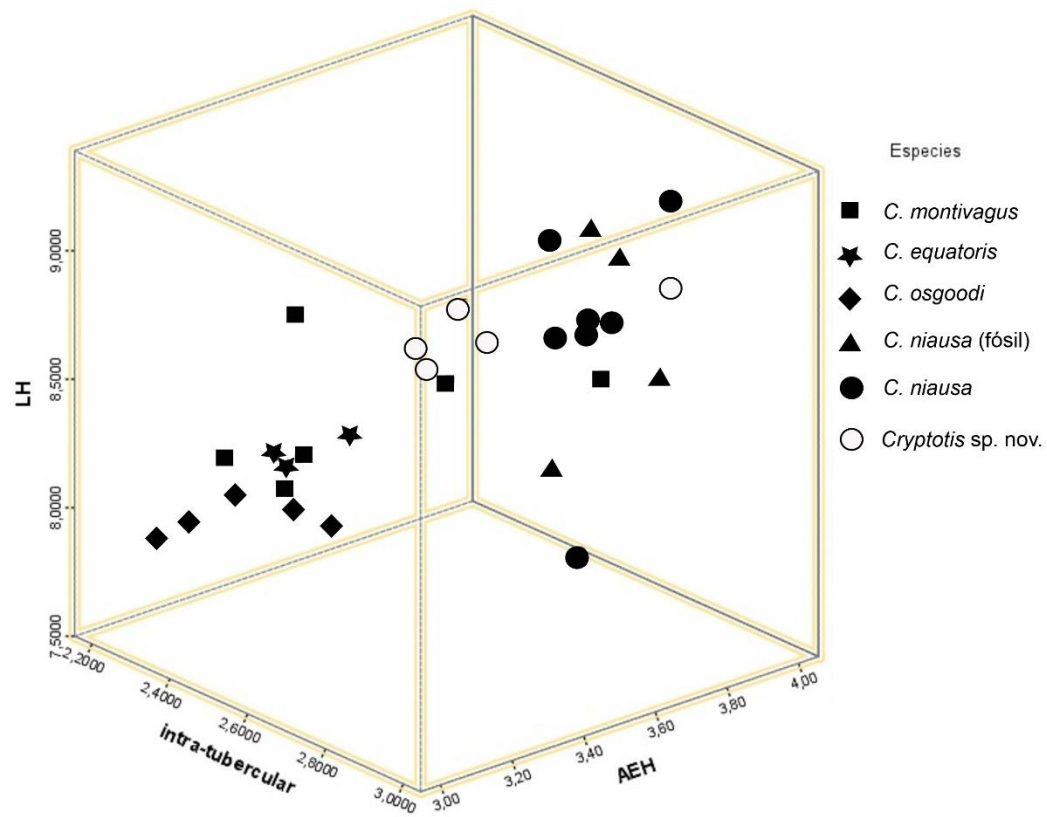
**Figura 12.** Mapa de la distribución de *C. niausa*. Se muestra la vegetación remanente de los ecosistemas a los cuales pertenece su hábitat. Los números hacen referencia a las localidades de los individuos examinados.



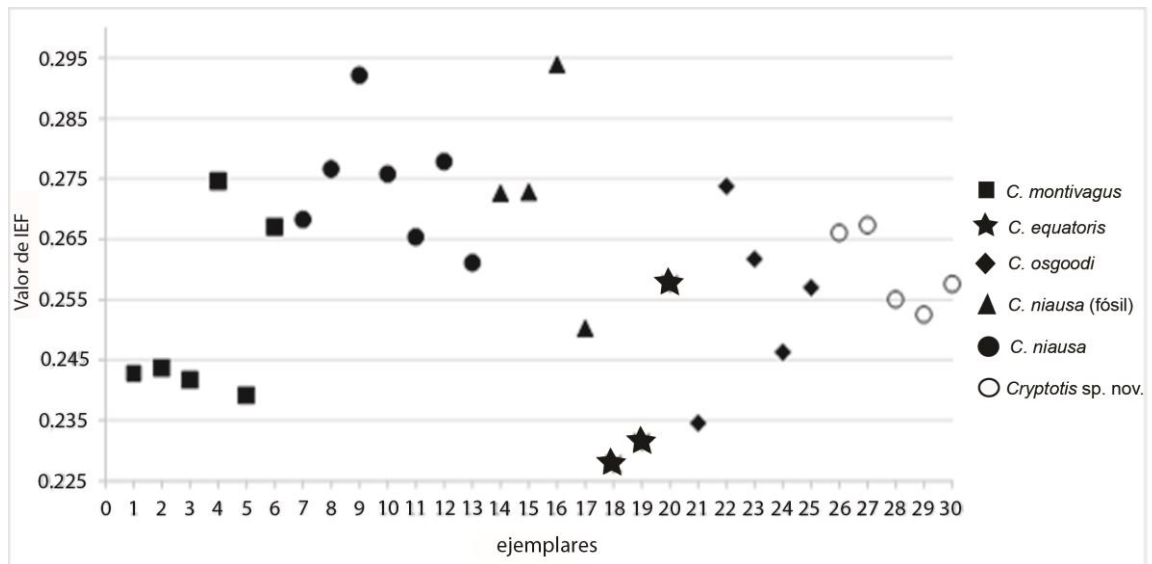
**Figura 13.** Mapa de la distribución de *C. osgoodi*. Se muestra la vegetación remanente de los ecosistemas a los cuales pertenece su hábitat. Los números hacen referencia a las localidades de los individuos examinados. Abreviaturas: BSVM = Bosque Siempre Verde Montano, BSVMA = Bosque Siempre Verde Montano Alto.



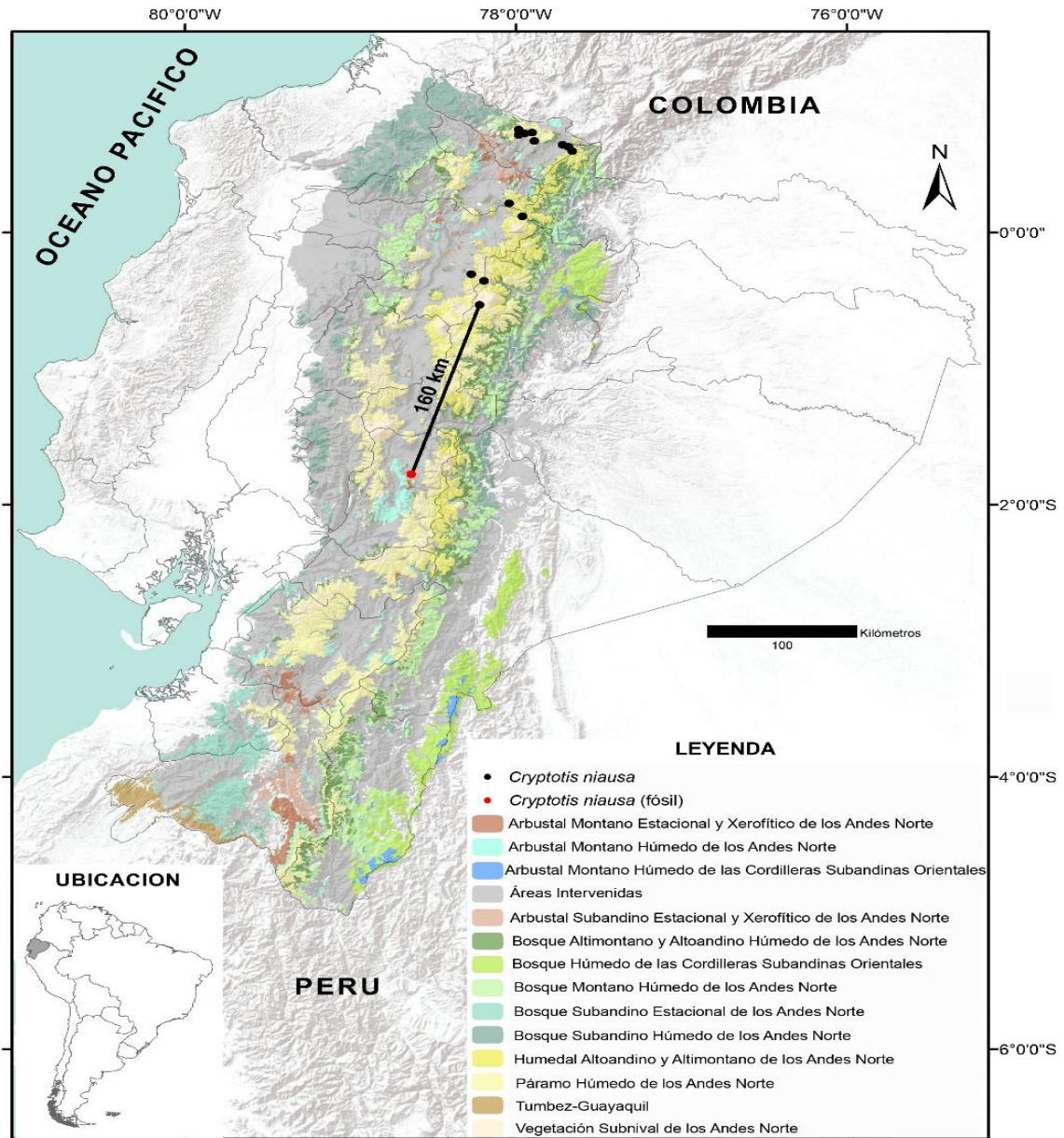
**Figura 14.** Mapa de la distribución de *Cryptotis sp. nov.* en Ecuador y Perú. Se muestra la vegetación remanente de los ecosistemas a los cuales pertenece su hábitat. Los números hacen referencia a las localidades de los individuos examinados. BSVM = Bosque Siempre Verde Montano.



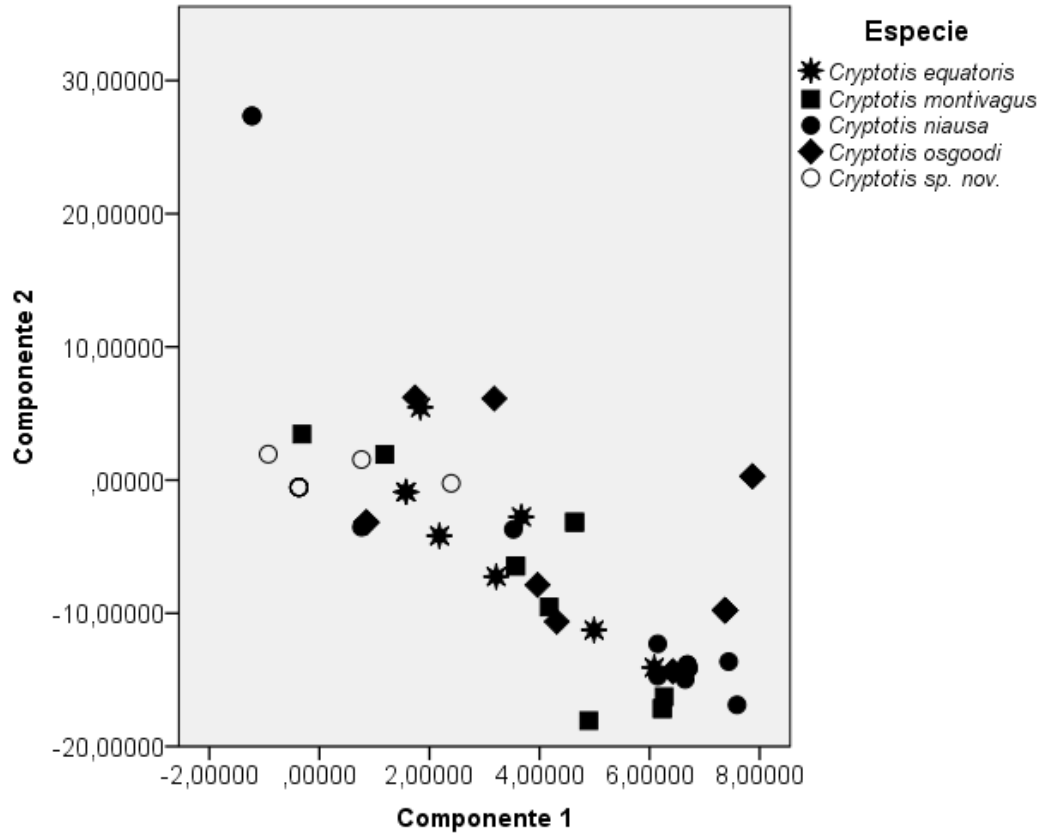
**Figura 15.** Distribución de las proporciones entre: LH = longitud del húmero, inter-tubercular = ancho proximal del húmero y AEH = ancho epicondilar del húmero en los *Cryptotis* de Ecuador.



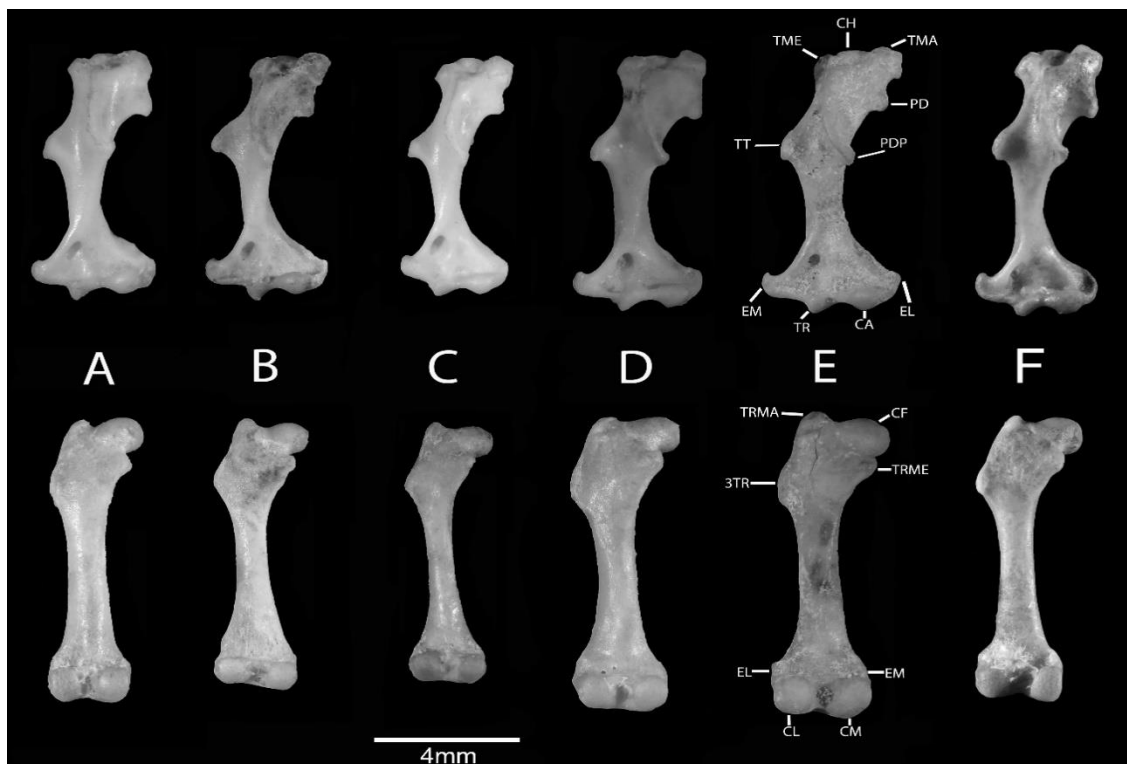
**Figura 16.** Índice epicóndilo-femoral (IEF) de las especies de *Cryptotis* de Ecuador.



**Figura 17.** Ubicación del registro fósil de *C. niausa* (quebrada Chalán) y distribución actual de esta especie en los ecosistemas de páramos andinos del norte y centro de Sudamérica. Se aprecia que en la actualidad Chalán se encuentra en un ecosistema de arbustales estacionales.



**Figura 18.** Análisis de componentes principales de ocho variables bioclimáticas en los registros de las especies de *Cryptotis* de este estudio.



**Figura 19.** Vista anterior de los húmeros izquierdos (fila superior) y posterior de los fémures izquierdos (fila inferior): (A) *C. montivagus* (MEPN10614 y MEPN10616); (B) *C. equatoris* (MEPN3030); (C) *C. osgoodi* (MEPN6928); (D) *C. niausa* (MEPN9627, holotipo); (E) *C. niausa* (MEPNV6297 y MEPNV6303, fósiles); (F) *Cryptotis* sp. nov., (MUSM23794). Abreviaturas: TME = Tubérculo Menor, CH = Cabeza del Húmero, TMA = Tubérculo Mayor, PD = Proceso Deltoide, PDP = Proceso Delto Pectoral, TT = Tubérculo Teres, EM = Epicóndilo Medial, TR = Tróclea, CA = Capitulum, EL = Epicóndilo Lateral, TRMA = Trocánter Mayor, CF = Cabeza del Fémur, TRME = Trocánter Menor, 3TR = Tercer Trocánter, CL = Cóndilo Lateral, CM = Cóndilo Medial.

## 10. ESPECIMENES EXAMINADOS

Todos los ejemplares medidos y analizados pertenecieron a individuos adultos. La numeración de cada localidad indica su ubicación en los mapas.

***Cryptotis equatoris*: ECUADOR:** **1.** MEPN9731 hembra y MEPN9732 hembra, Pichincha: Bosque Protector Mindo-Nambillo, Cerro El Castillo (-0.0453 -78.6466), 2600 m. **2.** QCAZ5721 hembra y MECN2801 macho, Pichincha: Estribaciones del Guagua Pichincha, Reserva Yanacocha (-0.1166 -78.5500), 3600 m. **3.** MECN2174 hembra, Pichincha: Estación La Favorita, Chiriboga (-0.2127 -78.7888), 1800 m. **4.** UCE s/n macho, Pichincha: El Chaupi-Pucará (-0.5666 -78.7000), 3000 m. **5.** MEPN7210 hembra, Pichincha: San Juan de Chillo Gallo (-0.2800 -78.6500), 3211 m. **6.** MEPN3021, MEPN3030, Pichincha: Loma La Liberia, Parroquia Calacalí (0.0020 -78.5170), 2841 m. **7.** QCAZ4319 hembra, Bolívar: Cashca Totoras (-1.7166 -78.9666), 2900–3100 m. **8.** MECN70701 hembra, Bolívar: Río Tatahuazo, 2.5 km al E. de la Cruz de Lizo (-1.7166 -78.9833), 2800 m. **9.** MEPN10240 macho, Carchi: Comunidad de Morán (0.7746 -78.0527), 2749 m.

***Cryptotis montivagus*: ECUADOR:** **10.** QCAZs/n macho, Chimborazo, Hacienda Cranquis Tambo, (-2.3555 -78.8166), 3830 m. **11.** QCAZ12037 macho, Chimborazo, Parque Nacional Sangay, Lagunas de Atillo, (-2.2058 -78.5269), 3400 m. **12.** MEPN9993 macho, Azuay: Laguna Yantahuaico, área de influencia del Parque Nacional Cajas (-2.8245 -78.8804), 4085 m. **13.** MECN0087 hembra, QCAZ5993, Azuay: Parque Nacional Cajas, laguna Quinuascocha (-2.8333 -79.2666), 3850 m. **14.** MECN0088, Azuay: Parque Nacional Cajas, laguna Toreadora (-2.7833 -79.2333), 4100 m. **15.** MEPNs/n, Azuay: Cercanías de Cuenca (-2.8833 -79.0000). **16.** QCAZ4996 macho y

QCAZ4997 macho, Azuay: Patacocha (-3.0072 -78.6488), 3300 m. **17.** MEPN284a hembra y MEPN284b macho, Loja: Parque Nacional Podocarpus, lagunas El Compadre (-4.1722 -79.1116), 2900–3200 m. **18.** MEPN12508 hembra, MECN4716 macho, Loja: Cerro de Arcos (-3.5539 -79.4430), 3487 m. **19.** MEPN12499 macho, El Oro: Sector de Palenque (-3.6211 -79.4923), 2403 m.

*Cryptotis niausa*: **ECUADOR: 20.** MEPN280, Carchi: Páramos del Azuay (0.7500 -77.9833), 3910 m. **21.** MEPN9791, QCAZ2309, Carchi: Lagunas de “El Voladero” (0.7300 -77.9030), 3700 m. **22.** MEPN9790, Carchi: Páramos del Ángel (0.7207 -77.9429), 3600 m. **23.** QCAZ3520, Carchi: Quebrada Tunguetan (0.6438 -77.7238), 2865 m. **24.** MEPNs/n, Carchi: Páramos de la Reserva Ecológica Guanderas (0.6000 -77.6666), 3500 m. **25.** MEPN10617, Carchi: Huaca, Estación Biológica Guandera (0.6280 -77.6871), 3400 m. **26.** MEPN283, Pichincha: Río Palobillo, Itulcachi (-0.2677 -78.3122), 3800 m. **27.** MEPN9627 hembra [holotipo], MEPN9628 hembra, MEPN9832, MEPN9833, MEPN10613 hembra y MEPN10615, Napo: Papallacta “La Virgen” (-0.3580 -78.1914), 3700 m. **28.** MEPN12569, Pichincha: Parque Nacional Cayambe-Coca, Sector de San Marcos (0.1171 -77.9635), 3560 m.

*Cryptotis osgoodi*: **ECUADOR: 29.** MECN1109 macho y QCAZ2305, Napo: Río Oyacachi (-0.2140 -78.0330), 2550 m. **30.** MEPN278 hembra, MEPN10620, QCAZ2318 macho, Pichincha: Alrededores de Quito (-0.1666 -78.5000), 2816 m. **31.** MECN5182 macho, Pichincha: Tambillo, Pilatasig (-0.4091 -78.5557), 3000 m. **32.** QCAZ2310, Pichincha: Pasochoa (-0.4647 -78.5038), 3400 m. **33.** QCAZ144, Napo: Baeza (-0.4500 -77.8833), 1800 m. **34.** QCAZ8935, QCAZ8946, Napo: Parque Nacional Sumaco, laderas del volcán Sumaco (-0.5333 -77.6333), 3700 m. **35.** MECN0943 hembra, Napo: Cantón Quijos, Sierra Azul (-0.6833 -77.9166), 2200 m. **36.** MECN1745 hembra, MECN1751 macho, MECN1752 hembra, MECN1753 hembra, Tungurahua: Parque Nacional

Llanganates, páramo de Pisayambo, laguna de Pisayambo (-1.1158 -78.3636), 3710 m.

**37.** MEPN10048 macho, Tungurahua: Río Verde, área de influencia del Parque Nacional Llanganates (-1.4020 -78.3000), 1700 m.

*Cryptotis peruviansis*: **PERÚ**: UNMSM8373 hembra [holotipo], Cajamarca:

Las Ashitas, 42 km al E. de Jaén (-5.7000 -79.1332), 3150 m. Este registro no figura en el mapa.

*Cryptotis sp. nov.*: **ECUADOR**: **38.** QCAZ3341, Zamora Chinchipe: Estación San Francisco vía Loja-Zamora (-3.9963 -79.0652), Km30, 3140 m. **39.** QCAZ10956, Zamora Chinchipe: Reserva Privada Tapichalaca (-4.4913 -79.1263), 2541 m. **PERÚ** **40.** MUSM23794, MUSM23458, MUSM23453, MUSM23452, MUSM23454 y MUSM23456, Piura: Huancabamba, Minera Majaz (Río Blanco), Campamento Nueva York (-4.9148 -79.3632), 2998 m. **41.** MUSA (MVC026), Cajamarca: Santuario Nacional Tabaconas, Huascaray (-5.2638 -79.2943), 2800 m.

## 11. ANEXOS

**Anexo 1.** Diez y seis medidas craneales, dentales y mandibulares de 22 especies de *Cryptotis* de los cinco grupos de América. Se muestran los promedios y los rangos obtenidos de la literatura para las especies de los grupos: *C. goldmani*, *C. mexicanus*, *C. nigrescens* y *C. parvus*; y de las medidas obtenidas de las especies de Ecuador y Perú. Abreviaturas: LCB = Longitud cóndilo basal, AC = Ancho craneana, PZ = Ancho de la placa zigomática, IO = Ancho interorbitaria, AU1 = Ancho palatal a través de los primeros unicúspides, AU3 = Ancho palatal a través de los terceros unicúspides, AM2 = Ancho palatal a través de los segundos molares, LP = Longitud palatal, LHMx = Longitud de la hilera maxilar, LHU = Longitud de la hilera de los unicúspides, Lm1 = Longitud del primer molar inferior, LM = Longitud mandibular, APC = Altura del proceso coroideo, AVC = Altura del valle coroideo, ACA = Altura del cóndilo articular, LHM = Longitud de la hilera mandibular.

Medidas	Grupo <i>C. parvus</i>		Grupo <i>C. mexicanus</i>			
	<i>C. orophilus</i>	<i>C. parvus</i>	<i>C. mexicanus</i>	<i>C. nelsoni</i>	<i>C. obscurus</i>	<i>C. phillipsii</i>
	16.9	16.9	18.1	19.5	18.4	19.5
<b>LCB</b>	16.1 – 17.7	15.3 – 19.1	17.5 – 18.3	19.1 – 20	17.5 – 19.1	18.8 – 20.2
	8.2	8.2	8.5	10.4	9.6	10.3
<b>AC</b>	7.8 – 11.6	5.9 – 9.6	7.8 – 9.1	9.9 – 10.7	9.2 – 10.2	9.8 – 10.7
	1.5	1.6	1.7	2	2	2
<b>PZ</b>	1.3 – 1.7	1.2 – 2.3	1.4 – 2	1 – 2.2	1.8 – 2.1	1.8 – 2.3
	4	4.5	4.1	5.1	4.7	4.9
<b>IO</b>	3.8 – 4.3	4.1 – 5.4	3.7 – 4.6	4.8 – 5.2	4.4 – 4.9	4.7 – 5.1
	2.4	1.8	2.3	2.8	2.5	2.6
<b>AU1</b>	2.2 – 2.5	1.3 – 2.8	1.9 – 2.4	2.6 – 2.9	2.3 – 2.6	2.5 – 2.8
	2.7	2.5	2.7	3.3	2.9	3.1
<b>AU3</b>	2.4 – 2.8	2.1 – 3.3	2.1 – 3.1	3 – 3.4	2.6 – 3.2	2.9 – 3.4
	5.2	5.2	5	6.1	5.3	5.8
<b>AM2</b>	4.9 – 5.5	4.6 – 5.9	4.4 – 5.3	5.9 – 6.3	5.1 – 5.5	5.6 – 6
	7.3	7.3	7.2	8.4	7.9	8.5
<b>LP</b>	6.9 – 7.8	5.5 – 8.6	6.6 – 7.6	8.1 – 8.7	7.5 – 8.5	8 – 8.7
	6.3	5.9	6.3	7.6	7.1	7.5
<b>LHMx</b>	5.9 – 6.7	5.4 – 7.1	5.8 – 6.8	7.4 – 7.8	6.8 – 7.4	7.2 – 8
	2	1.7	1.8	2.4	2.4	2.5
<b>LHU</b>	1.8 – 2.2	1.5 – 2.2	1.7 – 2	2.4 – 2.6	2.1 – 2.6	2.3 – 2.7
	1.5	1.4	1.7	1.8	1.7	1.9
<b>Lm1</b>	1.3 – 1.6	1.1 – 1.8	1.6 – 1.9	1.8 – 1.9	1.6 – 1.8	1.6 – 2
	5.4	5.1	6	6.4	5.9	6.4
<b>LM</b>	4.8 – 5.9	4.6 – 6.1	5.4 – 6.3	6.3 – 6.6	5.4 – 6.4	5.8 – 7.1
	4.1	4	4.2	4.8	4.4	4.8
<b>APC</b>	3.9 – 4.3	2.4 – 5.3	3.8 – 5.7	4.7 – 4.8	4 – 4.6	4.7 – 5.1
	2.6	2.4	2.4	2.8	2.6	2.8
<b>AVC</b>	2.3 – 2.8	1.3 – 4	2.1 – 2.7	2.8 – 2.9	2.4 – 2.8	2.7 – 2.9
	3.4	3.1	3.2	3.9	3.6	3.9
<b>ACA</b>	3.2 – 3.7	2.2 – 3.4	2.9 – 3.4	3.8 – 4.1	3.2 – 3.9	3.8 – 4.2
	4.9	4.4	4.9	6	5.7	5.9
<b>LHM</b>	4.7 – 5.3	3.3 – 5.1	4.3 – 5.2	5.8 – 6.2	5.4 – 5.9	5.5 – 6.2

## Anexo 1. Continuación.

Medidas	Grupo <i>C. nigrescens</i>				Grupo <i>C. goldmani</i>		
	<i>C. colombianus</i>	<i>C. merriami</i>	<i>C. nigrescens</i>	<i>C. niausa</i>	<i>C. goodwini</i>	<i>C. lacertosus</i>	<i>C. mam</i>
LCB	19.6 19.4 – 20.1	19.2 – 20.3	18.1 16.9 – 19.3	22.7 22 – 23.7	21 20 – 21.8	21.5 20.8 – 22.8	19.9 18.8 – 20.4
AC	9.7 9.2 – 10	9.4 – 10.4	9.1 8.6 – 9.7	10.7 10.3 – 11.4	11.1 10.6 – 11.6	11 10.8 – 11.6	10 10 – 10.7
PZ	2 1.8 – 2.1	2.1 – 2.5	1.9 1.6 – 2.2	2 1.3 – 2.2	1.9 1.6 – 2.2	2.1 1.8 – 2.5	2 1.6 – 2.1
IO	4.8 4.7 – 4.9	4.7 – 4.8	4.2 3.9 – 4.7	5.5 5.2 – 5.9	5.6 5.3 – 5.8	5.3 5.1 – 5.7	5.2 4.8 – 5.4
AU1	2.7 2.6 – 2.7	2.6 – 3.2	2.3 2.1 – 2.5	2.5 1.8 – 2.8	2.7 2.6 – 2.9	2.7 2.6 – 2.9	2.5 2.4 – 2.6
AU3	3.1 2.9 – 3.2	3.1 – 3.5	2.7 2.4 – 3	3 2.5 – 3.2	3.3 3 – 3.4	3.3 3.2 – 3.5	3 2.9 – 3.2
AM2	6.2 6 – 6.4	6 – 6.3	5.3 4.9 – 5.6	6.2 5.9 – 6.5	6.2 6 – 6.7	5.9 5.7 – 6.3	5.7 5.5 – 5.9
LP	8.7 8.1 – 8.9	8.3 – 9.3	7.8 7.2 – 8.6	9.8 9.2 – 10.3	9.2 8.8 – 9.5	9.3 9 – 10.1	8.7 8.1 – 9.1
LHMx	7.6 7.3 – 7.9	7.7 – 8.1	7 6.4 – 7.3	8.5 8.1 – 9	7.9 7.5 – 8.3	8 7.7 – 8.6	7.6 7.2 – 8
LHU	2.5 2.4 – 2.6	2.4 – 2.6	2.4 2 – 2.6	2.8 2 – 3.1	2.7 2.5 – 2.9	2.8 2.7 – 2.9	2.7 2.5 – 2.8
Lm1	1.9 1.8 – 1.9	1.8 – 2.1	1.7 1.6 – 1.8	2 1.7 – 2.2	1.9 1.8 – 2	1.9 1.8 – 2	1.7 1.6 – 1.8
LM	6.7 6.3 – 7	6.3 – 7.5	5.6 5.5 – 6.1	7.4 6.7 – 8	6.6 6.2 – 7	6.4 6.2 – 6.8	6.1 5.7 – 6.4
APC	4.6 4.3 – 4.7	4.7 – 5.4	4.3 4 – 4.7	4.7 4.5 – 4.9	4.8 4.6 – 5.2	4.6 4.5 – 4.8	4.4 4.2 – 4.8
AVC	2.8 2.5 – 3	2.8 – 3.1	2.6 2.3 – 2.9	3.1 2.8 – 3.8	3 2.8 – 3.4	3 2.8 – 3.4	2.8 2.6 – 3
ACA	3.8 3.6 – 4.2	3.7 – 4.3	3.6 3.3 – 4.1	4.4 4 – 4.7	4.2 3.8 – 4.6	4.1 3.9 – 4.5	3.9 3.7 – 4.1
LHM	5.9 5.6 – 6.3	5.9 – 6.4	5.4 5.1 – 5.8	6.7 6.3 – 7	6.4 6.1 – 6.7	6.4 6.2 – 6.8	6.1 5.8 – 6.3

## Anexo 1. Continuación.

Grupo <i>C. thomasi</i>								
Medidas	<i>C. osgoodi</i>	<i>C. oreoryctes</i>	<i>C. endersi</i>	<i>C. equatoris</i>	<i>C. gracilis</i>	<i>C. montivagus</i>	<i>C. peruviensis</i>	<i>C. thomasi</i>
LCB	20.1 18.5 - 21	21.1 20.2 - 21.6	20 - 21.3	21.3 21 - 22	19.4 18 - 20.4	21.2 20.7 - 22	21.6 21.4 - 21.9	21.7 20.4 - 22.6
AC	9.8 9.2 - 10.3	10.9 10.5 - 11.3	9.8 - 10.5	10.3 9.8 - 10.9	9.7 9 - 10.3	10.3 9.7 - 11	11 11 - 11.1	10.6 10.2 - 11
PZ	1.9 1.7 - 2.1	2 1.8 - 2.3	1.9 - 2	2.2 2.2 - 2.4	1.8 1.5 - 2	1.9 1.5 - 2.1	2.1 2 - 2.1	2 1.7 - 2.4
IO	5.4 4.9 - 5.7	5.5 5.3 - 6	4.6 - 4.9	5.6 5.3 - 5.9	4.6 4 - 4.9	5.2 5.1 - 5.5	5.6 5.5 - 5.6	5 4.6 - 5.4
AU1	2.5 2.3 - 2.6	2.7 2.6 - 2.9	2.6 - 2.9	2.6 2.5 - 2.7	2.3 2.2 - 2.6	2.6 2.5 - 2.8	2.8 2.6 - 3	2.7 2.5 - 2.9
AU3	2.9 2.7 - 3.2	3.3 3.1 - 3.5	3.1	3.1 2.8 - 3.4	2.7 2.4 - 3	3 2.8 - 3.3	3.4 3.3 - 3.5	1.9 1.7 - 2
AM2	5.8 5.5 - 6	6.2 5.9 - 6.4	5.8	6.2 6 - 6.4	5.2 4.9 - 5.6	5.9 5.5 - 6.2	6.3 6.1 - 6.5	6.2 5.9 - 6.5
LP	8.9 8 - 9.5	9.4 9.1 - 9.8	8.6 - 9.3	9.3 9 - 9.7	8.7 7.8 - 9.3	9.3 8.7 - 9.8	9.3 9.1 - 9.6	9.3 8.6 - 9.7
LHMx	7.7 7.2 - 8	8.3 7.7 - 8.8	7.9 - 8.3	8.1 7.9 - 8.4	7.5 6.9 - 8	8.2 7.7 - 8.4	8.1 7.9 - 8.3	8.2 7.7 - 8.5
LHU	2.6 2.2 - 2.9	2.9 2.6 - 3.1	2.7 - 2.9	2.6 2.5 - 2.8	2.5 2.3 - 2.9	2.9 2.7 - 3.1	2.7 2.6 - 2.8	2.8 2.4 - 3
Lm1	1.9 1.9 - 2.1	1.8 1.7 - 1.9	1.8 - 1.9	2.1 2 - 2.1	1.6 1.5 - 1.8	2 1.8 - 2.1	1.9 1.9 - 2	1.9 1.7 - 2
LM	6.8 6.6 - 7	6.9 6.7 - 7.3	6.3 - 7.2	7.1 7 - 7.6	6.3 5.7 - 6.8	6.9 6.5 - 7.3	7.2 7.1 - 7.2	7 6.6 - 7.4
APC	4.3 4.1 - 4.6	4.8 4.7 - 4.9	4.6 - 4.8	4.5 4.2 - 4.7	4 3.7 - 4.4	4.5 4 - 4.9	4.6 4.5 - 4.8	4.6 4.3 - 4.9
AVC	2.7 2.5 - 2.9	3.1 2.9 - 3.2	2.8 - 2.9	3 3 - 3.1	2.6 2.3 - 2.8	2.9 2.7 - 3.2	3 3 - 3	3.1 2.8 - 3.4
ACA	3.8 3.5 - 4	4.2 4.1 - 4.3	3.8 - 4	4 3.8 - 4.2	3.7 3.3 - 4	4.1 3.7 - 4.5	4.1 4.1 - 4.1	4.3 4.1 - 4.6
LHM	6.2 5.9 - 6.5	6.5 6.1 - 6.8	6 - 6.5	6.6 6.5 - 6.6	5.9 5.5 - 6.4	6.5 6.1 - 6.9	6.5 6.3 - 6.8	6.4 6.1 - 6.7

## Anexo 1. Continuación.

<b>Grupo desconocido</b>	
<b>Medidas</b>	<b><i>Cryptotis</i> sp. nov.</b>
	22.4
<b>LCB</b>	22 – 22.8
	10.7
<b>AC</b>	10.5 – 10.8
	2.1
<b>PZ</b>	1.8 – 2.5
	5.5
<b>IO</b>	5.4 – 5.6
	2.6
<b>AU1</b>	2.4 – 2.7
	3.1
<b>AU3</b>	2.9 – 3.1
	5.9
<b>AM2</b>	5.8 – 6
	10.1
<b>LP</b>	9.9 – 10.3
	8.3
<b>LHMx</b>	8.2 – 8.4
	3
<b>LHU</b>	2.9 – 3
	2
<b>Lm1</b>	1.8 – 2
	7.4
<b>LM</b>	7.2 – 7.8
	4.7
<b>APC</b>	4.5 – 4.8
	3.3
<b>AVC</b>	3.1 – 3.5
	4.3
<b>ACA</b>	4 – 4.6
	6.7
<b>LHM</b>	6.5 – 6.8

Medidas de las especies de los grupos de *Cryptotis* de este estudio obtenidas de: Woodman y Timm, 1993; Woodman y Timm, 2000; Pine et al., 2002; Woodman, 2002; Woodman, 2003; Ramírez-Pulido et al., 2004; Guevara y Cervantes, 2013; Woodman y Timm, 2017.