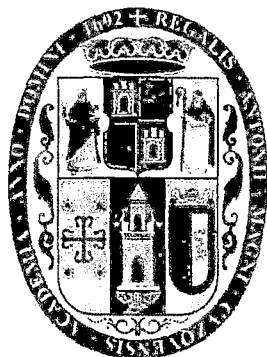


TESIS FINANCIADA POR LA UNSAAC  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL  
CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA FAMILIA TROCHILIDAE  
EN LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY:  
UNA PROPUESTA DE ÁREAS PARA SU CONSERVACIÓN

Tesis para optar al Título Profesional de Biólogo  
presentada por:

Bach. Wilian Nazario Cárdenas Enriquez

Asesor:

Dr. Jesús Efraín Molleapaza Arispe

Co-asesor:

M. Sc. Wilfredo Chávez Huamán

Cusco, Perú

2014

*...La primera gran virtud del hombre fue la duda, y el primer gran defecto la fe...*

**Carl Sagan**

## DEDICATORIA

*Con todo mi amor, dedicado a mi mamá Luz Gladys Enriquez Esquivel y a  
mi papá Lorenzo Cárdenas Lozano.*

## AGRADECIMIENTOS

Aventurarse en el vasto océano de la investigación, sin duda alguna causa una parálisis producida por el frío intenso del desconocimiento que uno encuentra acerca de un determinado tema. En tan gélida situación, lumbreras de esperanza crean islas de conocimiento en las cuales uno puede calmar la sed por el saber. Para el presente trabajo de investigación, esas islas de sabiduría lo conforman el **Dr. Efraín Molleapaza**, mi asesor, quien tuvo la gentileza de aceptar guiar la tesis, la paciencia necesaria para compartir su experiencia, brindarme los consejos y la bibliografía correspondiente, y corregir todos los aspectos resaltantes del trabajo, el **M.Sc. Wilfredo Chávez**, mi co-asesor, quien se convirtió en un guía y un maestro en el aprendizaje del modelamiento mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica, brindándome toda la bibliografía necesaria y enseñándome paso a paso la interpretación de ese mundo tan abstracto. El **Dr. José Luis Venero**, por permitirme ser su discípulo, y aprender de su vasto conocimiento y experiencia en el mismo escenario ecológico (el campo), por abrirme las puertas de su hogar y tener la amabilidad de revisar el presente documento, inspirándome a continuar con la investigación a largo plazo. El **Blgo. Willy Palomino**, por su amistad, su paciencia y por haberme presentado cada especie vegetal en las innumerables salidas por las microcuencas del Cusco. Y Finalmente, **Liz, David, Álvaro, Milner, Bruce, Pacho, Estefanny, Cynthia, y Willy**, mis amigos que sacrificaron su valioso tiempo, para acompañarme a las diferentes salidas de campo y ser parte de mi locura por buscar dinosaurios alados altamente obsesionados por las flores (picaflores). Agradezco de corazón a todas estas personas, cuál naufrago que llego a la orilla.

Sin embargo, a los pocos pasos, una inmensidad opaca mi vista, no solo un océano falta por ser descubierto, sino un universo entero.

Contenido

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS ..... I

RESUMEN..... II

INTRODUCCIÓN ..... III

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... IV

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN ..... V

OBJETIVOS..... VI

HIPÓTESIS ..... VII

CAPITULO I: MARCO TEORICO ..... 1

1.1. ANTECEDENTES..... 1

1.2. GENERALIDADES..... 4

1.2.1. ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES ..... 4

1.2.2. HÁBITAT Y NICHOS ECOLÓGICOS..... 5

1.2.3. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ESPECIES ..... 6

1.2.3.1. Modelos de Distribución Potencial de Especies y/o Modelos de Nicho Ecológico 7

1.2.3.2. Tipos de Algoritmos para el Modelado de Distribución Potencial de Especies ..... 9

1.2.3.3. Método de Máxima Entropía (MaxEnt) ..... 10

1.2.4. TROCHILIDAE ..... 11

1.2.4.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA ..... 12

1.2.4.2. EVOLUCIÓN Y FILOGENIA..... 12

1.2.4.3. BIOLOGÍA..... 13

1.2.4.4. ECOLOGÍA..... 17

CAPITULO II: ÁREA DE ESTUDIO ..... 19

2.1. UBICACIÓN..... 19

2.2. EL RÍO HUATANAY..... 23

2.3. GEOLOGÍA ..... 23

2.4. GEOMORFOLOGÍA ..... 24

2.5. ECOLOGÍA..... 25

2.6. CLIMA ..... 26

2.7. COBERTURA VEGETAL ..... 29

CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS..... 32

2.1. MATERIALES..... 32

2.1.1. MATERIALES DE CAMPO ..... 32

|                                          |                                                                                          |    |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.2.                                   | MATERIALES DE GABINETE .....                                                             | 32 |
|                                          | Software y Programas utilizados .....                                                    | 32 |
| 2.2.                                     | MÉTODOS.....                                                                             | 33 |
| 2.2.1.                                   | Recopilación de Datos de Presencia de Trochilidae.....                                   | 33 |
|                                          | Consulta a expertos .....                                                                | 33 |
|                                          | Revisión de investigaciones anteriores.....                                              | 33 |
|                                          | Muestreo in-situ.....                                                                    | 34 |
| 2.2.2.                                   | Modelamiento de la Distribución Potencial - Método MaxEnt.....                           | 37 |
|                                          | Corrida en MaxEnt .....                                                                  | 44 |
| 2.2.3.                                   | Corroboración del Modelo .....                                                           | 46 |
| 2.2.4.                                   | Áreas Potenciales para la Conservación de la Familia Trochilidae.....                    | 46 |
| CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... |                                                                                          | 48 |
| 4.1.                                     | RESULTADOS.....                                                                          | 48 |
| 4.1.1.                                   | Recopilación de Datos de Presencia de Trochilidae.....                                   | 48 |
| 4.1.2.                                   | Modelamiento de Distribución Potencial con el Método MaxEnt .....                        | 54 |
|                                          | Factores Ambientales que más influyen en la distribución de la Familia Trochilidae ..... | 59 |
| 4.1.3.                                   | Corroboración del Modelo .....                                                           | 67 |
| 4.1.4.                                   | Áreas Potenciales para la Conservación de la Familia Trochilidae.....                    | 70 |
|                                          | Microcuenca de Lucre .....                                                               | 72 |
|                                          | Microcuenca de Kayra.....                                                                | 73 |
|                                          | Microcuenca de Huilcarpay .....                                                          | 75 |
|                                          | Santa María.....                                                                         | 76 |
|                                          | Balcón del Diablo.....                                                                   | 77 |
| 4.1.5.                                   | Listado y fotografías de especies de Trochilidos de la Cuenca del Río Huatanay .....     | 78 |
| 4.2.                                     | DISCUSIÓN.....                                                                           | 84 |
| CONCLUSIONES .....                       |                                                                                          | 88 |
| SUGERENCIAS .....                        |                                                                                          | 89 |
| Revisión de Literatura .....             |                                                                                          | 90 |

## Índice de cuadros.

|                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro N° 1: Número de Especies y Géneros de Trochilidos .....                                                            | 18 |
| Cuadro N° 2: Clasificación de la Cuenca del Huatanay siguiendo a Pfafstetter .....                                        | 21 |
| Cuadro N° 3: Clasificación de las formaciones geológicas.....                                                             | 24 |
| Cuadro N° 4: Datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de Kayra. Periodo: 1934-2013.....          | 27 |
| Cuadro N° 5: Unidades de Cobertura Vegetal .....                                                                          | 30 |
| Cuadro N° 6: Fechas de muestreo. ....                                                                                     | 34 |
| Cuadro N° 7: Capas de información usadas para el modelamiento. ....                                                       | 39 |
| Cuadro N° 8: Criterios de ponderación. ....                                                                               | 47 |
| Cuadro N° 9: Número de registros de Trochilidae por microcuenca y mes.....                                                | 48 |
| Cuadro N° 10: Número de individuos de Trochilidae y frecuencia de lugares en los que se los registró.....                 | 49 |
| Cuadro N° 11: Número de registros de Trochilidae por especies en cada microcuenca. ....                                   | 50 |
| Cuadro N° 12: Número de registros de Trochilidae en función a la unidad de cobertura vegetal. ..                          | 52 |
| Cuadro N° 13: Número de registros por especie vegetal o lugar de registro. ....                                           | 53 |
| Cuadro N° 14: Reclasificación de resultados de MaxEnt .....                                                               | 56 |
| Cuadro N° 15: Micruencas y áreas (ha) que contienen, cada una de las categorías de probabilidad halladas con MaxEnt. .... | 56 |
| Cuadro N° 16: Variables que más contribuyeron al modelo.....                                                              | 59 |
| Cuadro N° 17: Estadísticos descriptivos para distancia a fuentes de agua.....                                             | 63 |
| Cuadro N° 18: Estadísticos descriptivos para distancia a Centros Poblados. ....                                           | 65 |
| Cuadro N° 19: Leyenda de las unidades vegetales (cobertura).....                                                          | 66 |
| Cuadro N° 20: Verificación del modelo.....                                                                                | 69 |
| Cuadro N° 21: Ponderación de los puntos de verificación del modelo. ....                                                  | 71 |
| Cuadro N° 22: Lista de especies y microcuencas realizada por CGPA (2004).....                                             | 85 |

## Índice de Figuras

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura N° 1: Climatodiagrama de la estación meteorológica de Kayra. ....                            | 28 |
| Figura N° 2: Número de registros de cada especie.....                                               | 51 |
| Figura N° 3: Curva Operada por el Receptor (ROC), para los datos de entrenamiento y de prueba. .... | 58 |
| Figura N° 4: Prueba de "Jackknife" para la importancia de las variables. ....                       | 60 |
| Figura N° 5: Curva de respuesta de Biotemperatura 6. ....                                           | 61 |
| Figura N° 6: Curva de respuesta de Biotemperatura 2. ....                                           | 61 |
| Figura N° 7: Curva de respuesta de Temperatura mínima de agosto. ....                               | 62 |
| Figura N° 8: Curva de respuesta de ríos.....                                                        | 62 |
| Figura N° 9: Curva de respuesta de centros poblados.....                                            | 64 |
| Figura N° 10: Respuesta de la Cobertura vegetal.....                                                | 66 |

## Índice de Fotografías

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fotografía 1: Vista panorámica de la Microcuenca de Lucre.....                                           | 72 |
| Fotografía 2: Bosques de T'asta en la Microcuenca de Lucre. ....                                         | 73 |
| Fotografía 3: Vista panorámica de la Microcuenca de Kayra. ....                                          | 73 |
| Fotografía 4: Bosques de Chachacomo y matorrales en la Microcuenca de Kayra. ....                        | 74 |
| Fotografía 5: Vista panorámica de la Microcuenca de Huilcarpay. ....                                     | 75 |
| Fotografía 6: Plantaciones de eucalipto y bosques de Chachacomo en la Microcuenca de Huilcarpay. ....    | 76 |
| Fotografía 7: Santa María, en la Microcuenca de Larapa.....                                              | 76 |
| Fotografía 8: Zona "Balcón del diablo" en la Microcuenca de Saphi. ....                                  | 77 |
| Fotografía 9: <i>Oreotrochilus estella</i> . ....                                                        | 78 |
| Fotografía 10: <i>Amazilia chionogaster</i> . ....                                                       | 78 |
| Fotografía 11: <i>Metallura tyrianthina</i> . ....                                                       | 79 |
| Fotografía 12: <i>Patagona gigas</i> . ....                                                              | 79 |
| Fotografía 13: <i>Lesbia victoriae</i> . ....                                                            | 80 |
| Fotografía 14: <i>Lesbia nuna</i> .....                                                                  | 80 |
| Fotografía 15: <i>Oreonympha nobilis</i> .....                                                           | 81 |
| Fotografía 16: <i>Colibri coruscans</i> . ....                                                           | 81 |
| Fotografía 17: <i>Aglaeactis castelnaudii</i> . ....                                                     | 82 |
| Fotografía 18: <i>Aglaeactis cupripennis</i> .....                                                       | 82 |
| Fotografía 19: <i>Patagona gigas</i> (colibrí gigante), libando néctar de <i>Cantua buxifolia</i> . .... | 83 |

## Índice de Mapas

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Mapa N° 1: Ubicación del área de estudio .....                                                                                             | 22 |
| Mapa N° 2: Cobertura vegetal.....                                                                                                          | 31 |
| Mapa N° 3: Microcuencas muestreadas durante el estudio.....                                                                                | 36 |
| Mapa N° 4: Proximidad a centros poblados. ....                                                                                             | 42 |
| Mapa N° 5: Proximidad a fuentes de agua. ....                                                                                              | 43 |
| Mapa N° 6: Mapa de salida del modelo MaxEnt en formato logístico con valores entre 0-1 .....                                               | 54 |
| Mapa N° 7: Distribución Potencial de la Familia Trochilidae en la Cuenca del Río Huatanay. ....                                            | 55 |
| Mapa N° 8: Mapa de distribución potencial generado por MaxEnt contrastado con los puntos de ocurrencia que se utilizó para el modelo. .... | 57 |
| Mapa N° 9: Puntos aleatorios para verificación del modelo. ....                                                                            | 68 |

## **LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS**

AUC: Área Under Curve (área debajo de la curva)

cm: centímetros

°C: grados centígrados

E: este

ha: hectárea

Id: identificador

IMA: Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente.

Kcal: kilocaloría

Kj: kilojoule

msnm: metros sobre el nivel del mar

MaxEnt: Máxima Entropía

mm: milímetros

m: metros

MDP: Modelos de distribución potencial

N: norte

ROC: Receiver Operating Characteristic (Curva Operada por el Receptor)

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

SIG: Sistemas de Información Geográfica.

S: sur

W: oeste

## RESUMEN

Se realizó el estudio de la distribución potencial de las especies de la Familia Trochilidae en la Cuenca del Río Huatanay, mediante el método de máxima entropía y apoyados en el programa MaxEnt. Para el modelamiento, los datos y puntos de presencia de las especies, se obtuvieron en un muestreo en campo durante 9 meses distribuidos entre el 2012 y el 2013, en 19 de las 28 microcuencas que conforman tal territorio, y se contrastó con el uso de 71 capas con información, de estas 68 con valor continuo, entre ellas temperatura, precipitación, biotemperatura y altitud; y 3 capas con valores categóricos, como la distancia a poblados, distancia a fuentes de agua, y cobertura vegetal. Se determinó que las variables que más explican la distribución de esta familia son la cobertura vegetal y la variable biotemperatura 2 (promedio mensual de: "temperatura máxima - temperatura mínima"). Se registraron 10 especies de picaflores, para la Cuenca del Río Huatanay, como son: *Colibri coruscans*, *Aglaeactis cupripennis*, *Aglaeactis castelnaudii*, *Amazilia chionogaster*, *Lesbia nuna*, *Lesbia victoriae*, *Patagona gigas*, *Oreonympha nobilis*, *Metalura tyrianthina*, y *Oreotrochilus estella*. Luego de la corroboración del modelo en campo, se concluyó que las áreas con mayor potencial para sostener miembros de la Familia Trochilidae dentro de esta cuenca, se encuentran en las Microcuencas de Lucre, Kayra y Huillcarpay, constituyéndose como áreas prioritarias para conservación.

## INTRODUCCIÓN

La Familia Trochilidae, es la segunda familia de aves con mayor número de especies (Perrins, 2011), este elevado número de especies representa un alto grado de especialización, y la dependencia que existe con las buenas condiciones de su hábitat. Esta familia evolucionó únicamente en el continente americano y ha mostrado un alto grado de coevolución con las plantas con flor tubular (Sargent, 1999). Por esta razón, el estudio de su biología y ecología se hace necesario, para poder conservar este elevado número de Taxas.

Así mismo, a pesar que su distribución es amplia en el continente americano (Austin, 1994), se ha observado su disminución por la pérdida de ecosistemas que constituyen el hábitat de estas especies y que es causado por el hombre (UICN-PNUMA-WWF, 1980).

De la Cuenca del Río Huatanay, se tienen muy pocas publicaciones acerca de la distribución de los Trochilidos, y menos aún mapas que muestren esta información. En la actualidad, la información visual y georeferenciada, constituye una herramienta más versátil, porque puede ser utilizada para la gestión de los recursos mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Del mismo modo, en lo referente al monitoreo de flora y fauna, un método, muy confiable para ahorrar tiempo y dinero, es el uso de modelamiento de distribución potencial de especies (MDP), mediante la estadística espacial, este método combina y analiza múltiples variables del clima, y otras capas de información, que puedan influir en la distribución de una especie (cobertura vegetal, ríos, centros poblados, suelo, geología, nutrimentos, etc.), y hace que el trabajo de campo sea mucho más eficiente, al brindarnos información del nicho fundamental de una especie (Hutchinson, 1957).

Por estas razones se realizó el modelamiento de la distribución potencial de la Familia Trochilidae en la Cuenca del Río Huatanay, para de esa manera contribuir a una mejora en la gestión del territorio y la conservación de hábitat para estas especies.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La distribución de las especies responde a las características de su ambiente, y su distribución no es homogénea en el espacio sino más bien heterogénea. Actualmente no se tiene conocimiento sobre la distribución espacial de la Familia Trochilidae ni de los factores que determinan e influyen en esa distribución en la Cuenca del Río Huatanay. Por lo tanto no se cuenta con la información básica necesaria para desarrollar estudios de auto ecología y la biología de los miembros de la Familia Trochilidae en este territorio.

Así mismo, el desconocimiento de la distribución de esta familia, nos impide establecer estrategias de conservación en la Cuenca del Río Huatanay, pues no existen propuestas o estudios de línea base de áreas de conservación con potencial para sostener a las especies de la Familia Trochilidae.

## JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación es un tema innovador en nuestro medio, por tanto se constituye en un aporte en cuanto a la introducción de nuevas técnicas de análisis espacial aplicadas a la ecología.

El conocimiento de la distribución potencial de la Familia Trochilidae en la Cuenca del Río Huatanay, nos permitirá conocer más detalles de la biología y ecología de las especies que la conforman, como preferencias de hábitat y los factores ambientales que más influyen en su distribución y que pudieran ser determinantes para su continuidad y desarrollo en este territorio.

El listado de las especies, será de valiosa información pues constituirá un antecedente de línea base, para poder corroborar su presencia en el espacio y en el tiempo, en estudios futuros.

La sociedad se verá beneficiada, en lo que respecta a los lugares que serán determinados en el estudio, y podrán ser utilizados como zonas estratégicas para el turismo de observación de aves, ornitólogos y científicos en general.

Los lugares que sean determinados con alto potencial para sostener a las especies de la Familia Trochilidae serán tomados en cuenta por las instituciones y planificadores del territorio, y deberán ser incorporadas en los procesos de Zonificación Ecológica Económica (ZEE) y Ordenamiento Territorial (OT), para poder constituir áreas de conservación. Así también, la metodología empleada en el presente estudio, podrá ser incorporada a los estudios de ZEE, pues actualmente se carece de herramientas que permitan analizar la distribución de las especies.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la distribución potencial de la Familia Trochilidae en la Cuenca del Río Huatanay para contribuir a su conservación.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Modelar la distribución potencial y determinar los factores ambientales (bióticos y abióticos), que más influyen en la distribución de la Familia Trochilidae en la Cuenca del Río Huatanay.
2. Verificar en campo la distribución potencial de la Familia Trochilidae en la Cuenca del Río Huatanay.
3. Determinar áreas potenciales para la conservación de la Familia Trochilidae.
4. Realizar el listado taxonómico de las especies de Trochilidos registradas en campo.

## **HIPÓTESIS**

*“Los principales factores que determinan la distribución potencial de la Familia Trochilidae en la Cuenca del Río Huatanay, son la cobertura vegetal y los centros poblados.”*

## CAPITULO I: MARCO TEORICO

### 1.1.ANTECEDENTES

**Matos, 1974;** estudió las aves del Valle del Cusco, en el cual hizo una descripción detallada de cada especie, con interés en el contenido estomacal, la temperatura corporal, el hábitat, costumbres y su distribución geográfica. La colección de los especímenes lo realizó durante 4 años, con el uso de una carabina y hondas de jebe. Concluye en que la fauna ornitológica del Valle del Cusco está compuesta por 77 especies; de los cuales 5 especies pertenecen a la Familia Trochilidae, como son: *Polyonymus caroli*, *Colibri coruscans*, *Patagona gigas*, *Lesbia nuna* y *Oreonympha nobilis*.

**Venero, 1996;** realizó un informe de la polinización por aves en Calca, para dicho propósito utilizó la metodología del “rececho”, los resultados finales que obtuvo fueron un listado de aves y la especie de planta en la que se lo registró realizando la función polinizadora. Entre estos datos, registró 12 especies de aves polinizadoras, y 27 especies de plantas visitadas por dichas aves. Dentro de las aves que registró, 9 especies pertenecen a la Familia Trochilidae, y las plantas en las que se obtuvo mayor registro de ellas, fueron, *Barnadesia horrida* para *Aglaeactis castelnaudii*, *Eucaliptus globulus* para *Aglaeactis cupripennis*, *Amazilia chionogaster*, *Colibri coruscans* y *Lesbia nuna*; *Tecoma sambucifolia* para *Metallura tyrianthina*, *Nicotiana glauca* para *Oreonympha nobilis*, *Barnadesia horrida* para *Oreotrochilus estela*, y finalmente *Mutisia acuminata* para *Patagona gigas*.

**C.G.P.A., 2004;** generó una publicación, bajo el título de: “Amanecer en el Bajo Huatanay”, la cual es el conglomerado del diagnóstico de los Recursos Naturales del Valle del Cusco, dentro de la avifauna, hicieron una evaluación rápida y adjuntaron los datos de D. Ricalde y B. Walker (trabajo en preparación), consiguiendo reportar un total de 123 especies, de las cuales 10 pertenecen a la Familia Trochilidae: *Colibri coruscans*, *Oreotrochilus estela*, *Lesbia nuna*, *Lesbia victoriae*, *Oreonympha nobilis*, *Patagona gigas*, *Metallura tyrianthina*, *Leucippus chionogaster*, *Aglaeactis cupripennis* y *Aglaeactis castelnaudii*; registrados en 13 microcuencas de la Cuenca del Huatanay. Además se concluyó, que la Microcuenca de Lucre, es la que se encuentra en mejor estado de conservación.

**Ochoa, 2005;** recopiló, toda la información sobre las aves del Valle del Cusco, y para poder incrementar nuevos registros, utilizó el método de captura mediante redes de neblina en algunas microcuencas del Valle del Cusco, como Chocco, Kayra y Tankarpata. Así, reportó un total de 168 especies, de las cuales 11 especies pertenecen a la Familia Trochilidae, como: *Colibri coruscans*, *Leucippus chionogaster*, *Oreotrochilus estella*, *Patagona gigas*, *Aglaeactis cupripennis*, *Aglaeactis castelnaudii*, *Lesbia victoriae*, *Lesbia nuna*, *Polyonymus caroli*, *Oreonympha nobilis*, y *Metallura tyrianthina*, de estos *Metallura tyrianthina* fue reportado como nuevo registro en su estudio.

**De la Colina, 2006;** realizó una evaluación ornitológica en la Primera Servidumbre Ecológica del Perú- Santa María, durante 9 visitas en 9 puntos de la zona, con el uso del método de captura mediante redes de neblina y el método de Observación Directa. Al final determinó un total de 37 especies distribuidas en 9 familias, siendo una de las familias más abundantes la de los Trochilidos con 7 especies, las cuales son: *Aglaeactis cupripennis*, *Colibri coruscans*, *Lesbia nuna*, *Metallura aeneocauda*, *Oreonympha nobilis*, *Oreotrochilus estella* y *Patagona gigas*.

**Cabrera & Cruz, 2008;** realizaron un estudio de diversidad, abundancia y similaridad, de avifauna en las localidades de Tambomachay, Kayra, Huilcarpay y Santa María; en los meses de Mayo-Agosto. Concluyeron que el área de Santa María, presenta mayor diversidad de especies así mismo, registraron un total de 55 especies, distribuidas en 23 familias y 10 órdenes, de las cuales 8 especies pertenecen a la Familia Trochilidae, y son: *Colibri coruscans*, *Patagona gigas*, *Metallura aeneocauda*, *Oreonympha nobilis*, *Lesbia victoriae*, *Lesbia nuna*, *Amazilia chionogaster* y *Aglaeactis cupripennis*.

**Venero, 2008;** realizó un estudio Etnornitológico y Guía de Aves del Humedal Lucre-Huacarpay, el trabajo de campo lo ejecuto durante 4 años consecutivos. Registró un total de 123 especies para el lugar, y entre ellas 6 especies pertenecen a la Familia Trochilidae, como son: *Colibri coruscans*, *Lesbia victoriae*, *Lesbia nuna*, *Oreonympha nobilis*, *Patagona gigas*, *Chaetocercus muslant* y *Amazilia chionogaster*.

**Cruz, 2010;** estudió la distribución de la especie *Rhynchopsita pachyrhyncha* (cotorra occidental), mediante el modelamiento de sitios potenciales para su reproducción en la Sierra Madre Occidental, México. Utilizando el programa MaxEnt, así obtuvo que las variables que más contribuyeron para el modelo, fueran la temperatura y la distancia a

poblados con el 77% y 8,4% respectivamente, y la que menos contribuyo fue el valor de la pendiente con un 0,6%. Y el área debajo de la curva (AUC) para este estudio fue de 0.988.

**Venero & Aragón, 2012;** trabajaron dos años continuos registrando las vocalizaciones de aves en el Valle Sur, con el uso de un micrófono unidireccional, y elaboraron los sonogramas correspondientes en el programa Syrinx. Para determinar la especie que emitía el sonido, utilizaron binoculares 10x42mm. Lograron registrar la vocalización de 50 especies de aves, entre ellas 5 especies pertenecientes a la Familia Trochilidae, como: *Colibri coruscans*, *Lesbia victoriae*, *Lesbia nuna*, *Patagona gigas*, *Oreonympha nobilis*. Así mismo, comunican, que *lesbia nuna* y *lesbia victoriae*, emiten sonidos no producidos por los órganos bucales, sino más bien un chasquido con las plumas de la cola.

## 1.2.GENERALIDADES

### 1.2.1. ÁREA DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES

El área de distribución de una especie, es el área habitada por ésta, o la superficie que encierra el conjunto de localidades donde las poblaciones de una especie han sido observadas y registradas. En una determinada área geográfica, estas localidades se expresan como puntos en un mapa, una vez establecidos todos los puntos, es posible delinear un polígono con aquellos que se encuentran en los límites “exteriores” del conjunto de localidades, delimitando así su área de distribución. No obstante un mapa de distribución de una especie, solo brinda una imagen fija de la misma en el tiempo (Silva & Abarca, 2009). En ese entender, la distribución de las especies es un evento dinámico en el tiempo y espacio, y dependerá de las restricciones que impone el terreno y las variables asociadas a él, que hacen que el potencial biótico de una especie, pueda o no expresarse.

¿Cómo se relaciona la distribución y abundancia de los organismos con las variaciones del terreno? Por distribución se entiende a la presencia o ausencia de una especie. La abundancia se refiere a la cantidad o al tamaño poblacional. Para responder a la pregunta formulada anteriormente, se debe antes analizar cómo varían las características del medio físico en el terreno (Smith & Smith, 2004). Las barreras a la distribución de animales pueden diferenciarse por su naturaleza y por su efectividad. En cuanto a su naturaleza, dichas barreras pueden ser físicas, climáticas (temperatura, humedad), topográficas (cuerpos de agua, cordilleras, valles) o biológicas (competidores, falta de elementos tróficos). Pero así como las áreas de distribución no son totalmente homogéneas, tampoco lo son las barreras; siempre tienen un cierto grado de “porosidad” y por ello actúan como un filtro para algunos animales (Silva & Abarca, 2009). Y, en cuanto a la efectividad de una barrera, depende tanto de elementos bióticos como abióticos y puede variar no solamente en función del espacio sino también del tiempo, por ejemplo la formación de islotes en un río puede permitir que algunos animales lo crucen y puedan llegar a la otra orilla.

Del mismo modo, Rabinovich (1978), afirma que; en general las poblaciones animales se encuentran distribuidas a lo largo de áreas geográficas relativamente amplias, pero rara vez de una manera totalmente continua, en la distribución de las poblaciones se puede reconocer una zona central, en la cual tanto las formas de adaptación y las

densidades de las poblaciones pueden considerarse óptimas; y también hay zonas periféricas donde la adaptación de las poblaciones como sus densidades suelen ser menores. Las presiones de selección en las poblaciones marginales y centrales suelen ser muy diferentes y así mismo sucede en la dinámica poblacional.

En última instancia, el factor limitante que define la distribución de las especies, tal como indican Smith & Smith (2004); vendría a ser, el nivel de tolerancia de las especies a las variables ambientales, como son la temperatura, humedad, etc. Aunque unas condiciones cercanas a los límites de tolerancia, pueden ser suficientes para mantener la supervivencia, el crecimiento y la reproducción; el rendimiento del organismo suele ser mucho menor que las cercanas al óptimo.

### **1.2.2. HÁBITAT Y NICHO ECOLÓGICO**

Smith & Smith (2004), definen el hábitat como el lugar real donde vive un organismo, e indican que los organismos reaccionan ante una variedad de factores ambientales, y solo pueden ocupar un cierto hábitat cuando los valores de estos factores caen dentro del rango de tolerancia de la especie. Además debido a que el hábitat describe una localización, se puede definir a distintos niveles. Por otro lado, Hall, et al. (1997) definen al hábitat como los recursos y las condiciones presentes en un área que propician su ocupación, e influyen en la sobrevivencia y reproducción de un organismo dado. Sin embargo, Di Bateiti (2012), demuestra que no hay un consenso acerca de la definición de hábitat entre los ecólogos; pero indica que la definición más aceptada fue la de Odum (1972), quien define al hábitat como: “el hábitat de un organismo es el lugar donde vive o el lugar donde uno lo buscaría”.

Entre tanto, el mismo Odum (1972), define al nicho ecológico de la siguiente manera: “el nicho ecológico, es un término más comprensivo, que incluye no solo el espacio físico ocupado por un organismo, sino también su papel funcional en la comunidad (como por ejemplo su posición trófica) y su posición en los gradientes ambientales de temperatura, humedad, pH, suelo y otras condiciones de existencia”. Y concluye que el nicho ecológico de un organismo depende no sólo de donde vive, sino también de lo que hace y como es coaccionado por otras especies. Otros conceptos conocidos de nicho ecológico fueron desarrollados por OSINFOR (2013), quienes mencionan, la definición de hábitat de Charles Elton (1927): "El nicho describe el estatus de una animal en su

comunidad, indicando que hace y no solamente cómo se ve”, de esta manera pone en énfasis la función de una especie dentro de una cadena alimenticia, mientras que las condiciones abióticas no son tomadas en cuenta. El concepto de Joseph Grinnell de hábitat: “Es la unidad de distribución final, en la que cada especie está condicionada por sus limitaciones instintivas y estructurales” (Grinnell J. (1936) Citado por OSINFOR (2013)). Pero, fue el limnólogo Hutchinson (1957), quién expandió el concepto hasta su forma actual y propuso un enfoque matemático basado en la teoría de conjuntos, que permite analizar variables no lineales, y define al nicho de una especie como el hipervolumen  $n$ -dimensional, donde cada punto corresponde a un estado del ambiente que le permite a la especie existir indefinidamente, o dicho de otra manera el nicho es la suma de todos los factores que actúan en un organismo; de este concepto, Bolívar (2009), infiere a su vez que Hutchinson considera que el nicho es un atributo de la especie, no del ambiente; las especies son las que tienen ciertas limitantes fisiológicas o tolerancias al ambiente.

Así mismo, Hutchinson, diferencia dos tipos de Nichos Ecológicos, el fundamental o potencial y el efectivo o realizado. Se considera como nicho fundamental todas las condiciones que le permiten a una especie sobrevivir a largo plazo en ausencia de interacciones con competidores, mientras que el nicho efectivo se considera una porción del nicho fundamental que la especie actualmente ocupa (Hutchinson, 1957). En ese entender, Bolívar (2009), recalca que el nicho efectivo de una especie puede ser menor o incluso mayor al fundamental, debido a la influencia humana, interacciones bióticas o barreras geográficas que han dificultado su dispersión y colonización.

### **1.2.3. DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ESPECIES**

El área geográfica donde una especie animal o vegetal aparece es normalmente una fracción del área que potencialmente podría ocupar, la reducción del área de distribución actual, respecto al área de distribución potencial, se debe a un conjunto complejo de factores, tanto abióticos como bióticos; entre los primeros están los factores topográficos, geológicos y climáticos, y entre los segundos la competencia inter-específica o la capacidad de dispersión (Felicísimo et al., 2010). Otro concepto claro, que permite diferenciar la distribución real y la potencial de una especie, es desarrollado por Gámes (2011), quién sostiene que la distribución real (también llamada ocurrencia) se refiere a los sitios en los que se han observado o colectado individuos, y la distribución potencial hace alusión a las áreas que tienen condiciones ambientales muy similares a los sitios donde se

encuentran las especies, y que tienen muy altas probabilidades de estar ocupadas por las mismas.

A través de los mapas y de los inventarios es posible conocer el área de distribución actual de una especie, aunque en muchos casos ese conocimiento sea parcial o fragmentario. En el caso de los mapas se puede suponer que representan con cierta fidelidad la realidad ya que cubren la totalidad del territorio. En el caso de las observaciones hay que valorar hasta qué punto cubren la zona de distribución actual o son un muestreo más o menos limitado de las presencias reales (Felicísimo et al., 2010). Entre tanto, para poder conocer la distribución potencial de una especie, se usan métodos estadísticos basados en algoritmos matemáticos, los cuales modelan los datos de ocurrencia de una distribución actual y la contrastan con las variables climáticas, ecológicas, y otras variables (suelo, geología, pH, etc), para determinar lugares de condiciones similares a los sitios de ocurrencia actual.

#### **1.2.3.1. Modelos de Distribución Potencial de Especies y/o Modelos de Nicho Ecológico**

El Modelamiento de Distribución Potencial de Especies (también conocido como modelamiento de distribución de elementos) es un método innovador para producir mapas basados en Sistemas de Información Geográfica (SIG), para predecir donde pueden ocurrir o no los elementos (especies, tipo de comunidades ecológicas). La probabilidad de ocurrencias de los elementos es cuantificada y es relacionada directamente a variables ambientales subyacentes y las localidades de ocurrencias conocidas (Nature Serve, 2009). Los modelos predictivos sobre el nicho ecológico de las especies, se basan en el análisis de las condiciones ambientales de los sitios con presencias conocidas. Las implicaciones de este tipo de técnicas incluyen aspectos de conservación, ecología, evolución, epidemiología, manejo de especies invasoras, restauración de poblaciones, evaluación del impacto del cambio climático sobre la distribución geográfica de especies, entre otros (Peterson et al, 1999), por otro lado, en OSINFOR (2013), manifiestan que el modelado del nicho ecológico, es un instrumento que permite analizar los factores ecológicos asociados a distintas poblaciones de determinada especie y que la influyen en distintos grados y modos, información que analizada por distintos tipos de algoritmos, posibilita proyectar a nivel geográfico o el área potencial que ocupa la especie. De esta manera, se puede entender a los modelos de distribución de especies (MDE), como generalizaciones,

realizadas mediante simulación o formulación matemática, de una realidad que solo se conoce parcialmente; en otras palabras generar un MDE consiste en buscar una relación estadística o matemática entre los datos disponibles sobre la distribución geográfica de una especie y diferentes variables que describen las condiciones ambientales (temperatura, precipitación, tipo de suelo, etc.) en las que vive este organismo, y posteriormente extrapolar esta relación a todo el área de estudio.

En ese entender, Felipe (2009), enuncia que para la construcción de un modelo de distribución potencial se debe seguir los siguientes pasos:

- Localizar geográficamente las presencias de la especie i y, si es posible, establecer igualmente puntos de ausencia. En el caso frecuente de que no existan registros de ausencias éstas se generan mediante muestreo aleatorio sobre el territorio no ocupado
- Definir un conjunto de variables descriptivas que se utilizarán como predictores para definir un nicho ambiental para cada especie a partir de los datos de presencias y ausencias disponibles y su localización geográfica.
- Extraer para cada punto de presencia o ausencia los valores de las variables independientes que le corresponden en esa localización geográfica.
- Establecer una relación estadística entre las variables descriptivas y la dependiente (presencia/ausencia). Este proceso consiste esencialmente en generar un algoritmo que relacione cada combinación de variables independientes con la presencia o ausencia de la especie analizada. Esta relación se denomina modelo estadístico.
- Valorar la bondad del modelo estadístico, es decir, hasta qué punto dicho modelo ha podido describir correctamente la relación entre los datos de presencia y ausencia que se le han suministrado. Hay que tener en cuenta que, en el mejor de los casos, las variables descriptivas sólo podrán explicar una parte los patrones de presencia/ausencia de una especie.
- Construir el modelo cartográfico o modelo de distribución potencial (MDP) a partir del modelo estadístico.

El MDP de una especie es un mapa que representa lo adecuado o inadecuado del territorio para la presencia de la especie en una escala continua que suele ajustarse al rango 0-1 (0: incompatible, 1: idóneo). Que un punto del terreno tenga un valor próximo a 1 significa que las variables descriptivas en ese punto son muy similares a las que existen

en las zonas de presencia actual de la especie por lo que, consecuentemente y en ausencia de otros factores, ese lugar puede considerarse compatible para su existencia (Felicísimo et al., 2010).

### **1.2.3.2. Tipos de Algoritmos para el Modelado de Distribución Potencial de Especies**

Siguiendo a Felicísimo et al. (2010), se puede indicar que existen diferentes tipos de modelos en función de sus planteamientos teóricos y el tipo de datos que utilizan, entre estos, se tiene:

- Datos de presencia, modelos basados en la envoltura ambiental de especies; entre ellos está el BIOCLIM, el cual estima la envoltura de la especie dentro del rango de variación de cada variable ambiental y se identifican los sitios que están ubicados dentro de un hiper-espacio ambiental ocupado por una especie. Para cada variable ambiental en particular, el algoritmo calcula la media y la desviación típica (asumiendo una distribución normal) asociada al conjunto de puntos donde está presente la especie (ocurrencia).
- Datos de presencia, modelos basados en la métrica de Gower; como el modelo DOMAIN, el cual calcula una matriz de distancias punto a punto para asignar valores de similitud a cada punto del espacio geográfico, en base a la proximidad del espacio ambiental a los puntos de ocurrencia de la especie; estos valores generados por dicho algoritmo se representan en un mapa de forma continua, y no son representados como probabilidades sino como grados de similitud.
- Datos de presencia y ausencia, modelos basados en técnicas de regresión.
- Datos de presencia y pseudo-ausencia, modelos basados en la Máxima Entropía (MaxEnt), es un método cuyo propósito general es caracterizar distribuciones de probabilidad cuya información está incompleta, se basa en el principio de que la distribución estimada de una especie debe coincidir con la distribución conocida o deducida a partir de las condiciones ambientales donde ha sido observada, evitando hacer cualquier suposición que no sea soportada por los datos.

También, es importante nombrar que los métodos más conocidos y utilizados por los investigadores son los siguientes:

- Método de regresión (GLM, generalized linear models)

- Redes neuronales
- Algoritmos genéticos (GARP)
- Árboles de clasificación y regresión (CART)
- Multivariate adaptative regression splines (MARS)
- Envoltas ambientales
- Máxima Entropía (MaxEnt)

El objetivo de estos modelos es predecir la idoneidad del ambiente para las especies, en función a su nicho fundamental. Existen varios supuestos ecológicos en las variables ambientales que se usan para la generación de estos modelos, por lo cual primero debe existir una correspondencia temporal entre las localidades de ocurrencia y las variables ambientales; y segundo las variables deben de afectar la distribución de las especies a una escala relevante determinada por la extensión geográfica y el tamaño del grano del modelo (Pearson et al., 2004).

#### **1.2.3.3. Método de Máxima Entropía (MaxEnt)**

MaxEnt es el acrónimo de máxima entropía, un algoritmo que ha sido adaptado para la construcción de modelos de distribución de especies por Steven J. Phillips y colaboradores (Felipe, 2009), los términos que involucran el acrónimo MaxEnt, son; entropía = cantidad de información contenida en un sistema; y, máxima entropía = distribución más extendida, cercana a la uniforme. Este método combina estadística, máxima entropía y métodos bayesianos cuyo propósito, es estimar distribuciones de probabilidad de máxima entropía sujeto a restricciones dadas por la información ambiental (Elith et al. , 2011). Para realizar este modelamiento, MaxEnt necesita un conjunto de localidades o puntos donde se sabe que está presente la especie, y un conjunto de parámetros ambientales que pueden limitar potencialmente la supervivencia de la especie (Phillips, 2004), y para poder estimar una distribución desconocida, MaxEnt modela lo que es conocido y no supone nada sobre lo desconocido, entre las predicciones que se ajustan a las restricciones, escoge la distribución más uniforme y/o se favorece la que tiene máxima entropía, dichas restricciones están impuestas por los valores de las variables ambientales en las localidades conocidas de una especie (Elith et al., 2011). Las localidades de presencia de especies, se encuentran bajo una distribución desconocida ( $\pi$ ), el objetivo de MaxEnt es estimar esa distribución desconocida ( $\pi$ ), la restricción esencial del modelo es

que el valor esperado de cada distribución de probabilidad debe coincidir con los promedios empíricos de las variables ambientales (Phillips et al. , 2006). De tal manera que, las restricciones están impuestas por los valores de las variables ambientales en las localidades conocidas de la especie.

La ecuación de entropía que MaxEnt utiliza es la misma que la ecuación de la Teoría de la Información de Shannon, en la cual, la proporción de un bit de información respecto al total, es reemplazada por la distribución  $\pi$ ; y el modelo al que se aproximan las restricciones, es al que se puede generar siguiendo el concepto de nicho ecológico de Odum (1972) (espacio “n” dimensional); donde “n”, representa cada una de las variables climáticas con las cuales se generará el modelo, por consiguiente, mientras más variables climáticas existan, se generará mayores restricciones.

#### **1.2.4. TROCHILIDAE**

Se trata de la familia de aves más pequeñas que existen. Presentan plumajes coloridos, en los que suele predominar el verde iridiscente y un pico largo que difiere notablemente entre las distintas especies y permite que cada una de ellas pueda alimentarse del néctar de determinadas flores, tienen la capacidad de volar en todas las direcciones. Son exclusivos del continente americano (Ricart, 2011).

Es un gran grupo de carácter singular, que puede comprender perfectamente más de trescientas especies, 340 aproximadamente (Newfield & Nielsen, 1996), y la IUCN (2013), considera 338 especies. Los colibríes comprenden una de las familias de aves más extensas del nuevo mundo. Como familia en número de especies solamente los sobrepasa la de los tiránidos atrapamoscas (Tyrannidae), con más de 370 taxones (Perrins, 2011). Todos los colibríes tienen picos largos, tarsos cortos, aleteos muy rápidos y la habilidad de cernirse, e incluso de volar hacia atrás. Los colibríes son generalmente nectarívoros, aunque regularmente también comen artrópodos diminutos (Schulenberg et al, 2010).

#### 1.2.4.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Dominio: Eukarya

Reino: Animalia

Phyllum: Chordata

Clase: Aves

Orden: Apodiformes

Familia: Trochilidae

#### 1.2.4.2. EVOLUCIÓN Y FILOGENIA

Mayr (2009), menciona que los primeros registros fósiles de aves semejantes a los Trochilidos, fueron hallados en el Cáucaso, y corresponden al periodo del Oligoceno y fueron incluidos al taxón Jungornithidae, dicho fósil fue descrito como *Argornis caucasicus*, sin embargo Newfield & Nielsen (1996), indican que ningún fósil directo de los picaflores fue hallado en el nuevo mundo, debido a que el frágil esqueleto de estas especies, se desintegraban fácilmente en climas tropicales húmedos, además que posiblemente el ancestro de los picaflores haya sido un pequeño ave comedor de insectos, que aprendió a suplementar su dieta con néctar de las flores, aprovechando el abundante suministro de flores de los trópicos y adaptando su forma a alcanzar de mejor manera al líquido dulce que cada una contiene. Así mismo, Perrins (2011), expone que, aunque los colibríes forman una unidad filogenética indiscutible, su relación con los demás grupos de aves sigue siendo controvertido, tradicionalmente los Trochilidos se situaban dentro de los apodiformes, junto con los vencejos arborícolas (hemiprócnidos) y los verdaderos vencejos (apódidos). Esta clasificación ha sido recientemente corroborada por estudios bioquímicos. Los vencejos y los colibríes comparten una forma única de la enzima malato-deshidrogenasa.

Generalmente se distinguen dos sub familias dentro de los Trochilidos: Ermitaños (Phaetornithinae) y Troquilinos (Trochilinae). Los Troquilinos o colibríes típicos con sus 96 géneros, constituyen más del 90% de las especies, presentan un patrón específico en el tendón del humero que hace que los tres dedos se mantengan separados, en general sus

picos son rectos o curvos, la mayoría presenta un marcado dimorfismo sexual, y las plumas de las colas (timoneras centrales) no son alargadas. Entre tanto los 6 géneros de Ermitaños difieren de los verdaderos colibríes en su característico tendón, que hace que los tres dedos se encuentren pegados en la base, y también poseen las timoneras centrales extremadamente alargadas, y la pigmentación predominante es parduzca, grisácea o rojiza (Perrins, 2011).

#### 1.2.4.3. BIOLOGÍA

##### Adaptaciones y Fisiología

Los picaflores, definitivamente son un éxito evolutivo, los cuales para poder continuar en la carrera de la evolución, han hecho de sus cuerpos unas máquinas excepcionales, entre los aspectos más importantes que los caracterizan esta su vuelo acrobático y muy singular, la capacidad de volar de estas aves puede ser legendaria (Newfield & Nielsen, 1996); Ricart (2011), menciona que los picaflores se desplazan en todas las direcciones, sin mover su cuerpo, La amplia rotación de la articulación del hombro les permite realizar un rápido movimiento en forma de “8”, que los mantiene en el mismo lugar; a decir de esta particularidad; Kindersley (2001), recalca, que en los colibríes, la articulación entre el antebrazo y el brazo, es decir el “codo”, se encuentra muy cerca del cuerpo, lo que otorga a las alas una gran flexibilidad y fuerza. En contraparte, acerca del vuelo de los picaflores, Crawford (1990), expone que el batir de las alas varía entre las distintas especies, el promedio es entre unas 70-80 veces por segundo, el colibrí gigante (*Patagona gigas*) únicamente bate las alas unas 10-15 veces por segundo, sin embargo la mejor marca corresponde a los colibríes norteamericanos, como el gorbirrubí (*Archilochus colubris*) que produce más de 200 aleteos por segundo. Los dos músculos principales para el vuelo de los Trochilidos son el *pectoralis major* (Pectoral mayor), rico en mitocondrias, unido al esternón, la clavícula y el húmero, y el *supracoracoideus* (Supracoracoides), por debajo del anterior y también unido al esternón. Ambos consisten exclusivamente en fibras rojas que proporcionan la energía para el poderoso vuelo; los dos músculos combinados componen el 30% de la masa corporal de un picaflor, mayor al de cualquier otra ave, en las cuales no sobrepasa el 20% (Perrins, 2011). También Sayre & Sayre (1999), al hablar de la anatomía de los picaflores sostienen que el esternón de estas

especies, es profundamente aquillado y alargado relativamente grande en comparación con otras aves, así mismo tienen ocho pares de costillas, dos más que en la mayoría de las aves.

En los trópicos algunos picaflores están embellecidos por largas colas, crestas en la cabeza y unos colores deportivos brillantes, interesantemente los colores no provienen de pigmentos brillantes sino más bien de la luz refractada; cuando la luz incide en el plano de las plumas, unas burbujas de aire microscópicas dentro de ellas, difractan en diferentes colores y se refleja un destello de iridiscencia (Crawford, 1990).

El tamaño puede variar desde el colibrí gigante (*Patagona gigas*) de un promedio de 18cm, hasta los 3cm del pájaro mosca (*Mellisuga helenae*), que habita en Cuba y en la Isla de la Juventud, cuya temperatura corporal es de 40°C, la más alta de todas las aves (Sargent, 1999).

Los colibríes se encuentran entre los vertebrados que necesitan mayor cantidad de oxígeno, su sistema respiratorio consta de dos pulmones simétricos compactos y nueve sacos aéreos de paredes finas, está adaptado para manejar altos volúmenes de gas. En reposo, el ritmo respiratorio es de 300 inspiraciones por minuto, que en condiciones de calor o durante el vuelo puede elevarse a más de 500 por minuto, el corazón puede realizar unos 1 260 latidos por minuto (Perrins, 2011). En los troquílidos, cada ciclo respiratorio oscila entre 0.14 a 0.19 cm<sup>3</sup>, el doble que en los mamíferos de tamaño similar (Sayre & Sayre, 1999). En ese aspecto, Kindersley (2001), expresa que los requisitos de energía diarios de un colibrí de 4-5 g, se encuentran más o menos en el intervalo de 30-35 KJ (125-145 Kcal), lo que equivale a cinco veces más el ritmo del metabolismo basal estimado. Para satisfacer sus necesidades energéticas diarias, los colibríes han de consumir néctar de unas 1 000 a 2 000 flores al día, el equivalente a la mitad de su peso.

Tal vez lo más extraordinario en lo referente a los picaflores sea su planta de energía, los picaflores tienen la producción de energía más alta por unidad de peso, que cualquier otro animal de sangre caliente (Crawford, 1990); en ese entender es preciso aclarar un aspecto muy importante, en cuanto al modo de termorregulación de los Trochilidos, Southwood (2004); asevera que existen animales de sangre caliente que por lo general mantienen su temperatura corporal constante, pero la reducen cuando se encuentran en estado de adormecimiento y algunos picaflores se vuelven torpes de noche, cuando la temperatura de su cuerpo cae con la temperatura ambiente hasta alcanzar, aproximadamente, 20°C; si la temperatura exterior cae por debajo de esta marca, el ave

mantiene su temperatura corporal a 20°C, y Hill & Wyse (1992), explican este fenómeno, declarando que algunas aves tienen la capacidad de relajar sus respuestas homeotermas y dejan que su temperatura corporal descienda, incluso hasta aproximarse a la temperatura ambiente, a este proceso se denomina hipotermia controlada. Si este fenómeno se produce solo durante una parte del día se le denomina letargo diario, independientemente a la estación del año, así mismo no solo se reduce la pérdida de calor, sino también la pérdida de agua, que en muchos casos es mucho más importante. A este tipo de animales que son capaces de sufrir un letargo diario, a veces se les denomina heterotermos. Y Sayre & Sayre (1999) recalcan, que para mantener la temperatura corporal, los picaflones usualmente consumen más comida, sin embargo en bajas temperaturas, surge un problema adicional, la producción de néctar y la actividad de insectos disminuye, en ese caso el torpor (letargo diario) es la única opción, sin embargo, Antes se creía que todos los picaflones entraban en torpor o estado de letargo durante las noches, pero esta idea ha sido refutada, bajo condiciones favorables el colibrí no entrara en letargo, la razón es simple, mientras se encuentra en este estado es más vulnerable para los predadores. La energía que consume un picaflor durante el torpor es aproximadamente una vigésima parte de la que gastaría con un sueño normal. Finalmente al hablar del torpor Smith & Smith (2004), indican que el torpor diario es la caída de la temperatura corporal hasta niveles cercanos a la temperatura ambiental, y parece haber surgido como estrategia evolutiva útil para reducir las demandas energéticas a lo largo de una parte del día en el que los animales se encuentran inactivos

## **Reproducción**

Los colibrís macho se aparean con varias hembras durante el periodo reproductivo, el resto de la responsabilidad sobre la cría, como es la construcción del nido la incubación y la alimentación de los polluelos, recae exclusivamente sobre la hembra (Perrins, 2011). El inicio de la reproducción es muy variable según las especies y las regiones; como regla general, el punto culminante de la reproducción, está íntimamente ligado a los meses de la floración masiva de muchas plantas ornitofilias (Crawford, 1990). A decir de los nidos, Arozamena et al. (2012), sostienen que los nidos de los Ermitaños generalmente están unidos con telarañas en el envés de las hojas y en las rocas, mientras que los nidos de los Troquilinos tienen forma de copa, suelen ser pequeños y se adosan a las ramas o las horcaduras, aunque se conocen construcciones pendulares y abovedadas. Es posible encontrar sus nidos en todas las alturas desde unos centímetros por encima del suelo hasta

la copa de un árbol (10-30m), incluso dentro de una misma especie, los lugares para anidar pueden variar desde una vegetación secundaria muy baja hasta el nivel de las copas (Sayre & Sayre, 1999). El proceso de construcción del nido lleva entre 5-10 días, para la mayoría de las especies estudiadas, en todos los colibríes la nidada consiste en 2 huevos, que son blancos poco brillantes y con forma elíptica u ovalada. El periodo de incubación de la mayoría de los troquilidos dura entre 16-19 días, los cascarones se rompen a intervalos de 48 horas o casi sincrónicamente. Al eclosionar todos los colibríes son ciegos e indefensos y el periodo de cría dura de 23 a 26 días (Perrins, 2011).

### **Conducta social**

A pesar de su tamaño, son aves aguerridas que pelean en defensa de su territorio y recursos (Grosvenor, 2007). En general, los machos de las especies con colores irisados y brillantes fijan territorios en busca de comida en los arbustos con flores que les permite satisfacer sus requisitos diarios de energía. Para defender sus recursos suelen posarse en lo alto de las ramas superiores más expuestas. Se valen de estas atalayas para vigilar con facilidad la llegada de depredadores y también para defender la zona ante posibles intrusos, incluidas las hembras, a través de señales de aviso con la voz y vuelos agónicos (Sargent, 1999). Frecuentemente, el dueño del territorio vacía primero el néctar de las flores periféricas para reducir así el posible botín que se puedan llevar los competidores recién llegados, si alguno traspasa el territorio ignorando las llamadas de amenaza, es atacado enérgicamente por el dueño en pleno vuelo, con el resultado de un combate físico (Sayre & Sayre, 1999). Los colibríes se bañan varias veces al día, algunos se posan en el agua y chapotean como gorriones, otros en cambio se agarran a las rocas bajo las cataratas y aprovechan la caída del agua para limpiarse las plumas. Las llamadas que hacen mientras se encuentran perchados lo hacen cuando ocupan un territorio en abundancia en néctar. Las llamadas de caza (una serie de gruñidos rápidos y agresivos que profieren algunas especies) son propios de individuos que defienden un territorio, estos sonidos empleados por ambos sexos son propias de las especies y constituyen un rasgo importante para la identificación (Perrins, 2011).

### **Alimentación**

Los Trochilidos son nectarívoros altamente evolucionados que dependen casi enteramente de las secreciones de azúcar ricas en hidratos de carbono (néctar) de las

plantas en flor ornitófilas (polinizadas por aves), la composición aproximada de su dieta consiste en un 90% de néctar y un 10% de artrópodos y polen (Perrins, 2011). Los picaflores prefieren las flores de formas tubulares para que puedan encajar en ellas, ellos también prefieren las floraciones con coloraciones que se desvían al espectro rojo, las cuales son fácilmente vistas por ellos y difícilmente por la mayoría de los insectos, los cuales aprecian en su mayoría el rango ultravioleta (la excepción son las mariposas que también pueden ver el espectro rojo) (Sayre & Sayre, 1999). Largas lenguas acanaladas o tubulares permiten liberar néctar o tomar diminutos insectos del fondo de las corolas de las flores (Arozamena et al., 2012).

#### **1.2.4.4. ECOLOGÍA**

##### **Distribución y Hábitat**

El hábitat de los Trochilidos es en general donde crecen flores que producen néctar, desde el nivel del mar hasta la línea de nieve de los andes (Newfield & Nielsen, 1996). Los Ermitaños generalmente son no territoriales y se dan en la parte inferior de la densa vegetación de los bosques tropicales, normalmente con picos adaptados para libar en las corolas tubulares de las flores. Tienen una particular afinidad por las plantas *Heliconia spp* (Perrins, 2011). Los picaflores son criaturas del hemisferio occidental, ellos pueden encontrarse en el norte, centro y sur de América y en las Islas del Caribe, y en ningún otro lugar, el porqué de esto es uno de los misterios de la ciencia, debido a su pequeño tamaño y su limitada resistencia, no es de extrañar que han encontrado en el océano una barrera demasiado difícil, sin embargo ellos se adaptaron a muchos climas (Crawford, 1990).

Los Trochilidos se encuentran desde Alaska, en el norte, a la Tierra del Fuego, en el sur del continente americano; y ocupan todos los tipos de hábitat desde el nivel del mar hasta unos 4 500 m de altura, siempre que existan plantas con flores. Más de un 50% de las especies viven en las regiones montañosas y están expuestas a tensiones térmicas diarias de más de 15°C (Perrins, 2011). En la mayoría de los casos los picaflores no migran, sin embargo existen excepciones, principalmente en Norte América como los del género Rufous y Calliope, los cuales pueden llegar hasta el Golfo de México (Sayre & Sayre, 1999).

En Sudamérica se determinaron 254 especies de Trochilidos, distribuidos en 84 géneros, y los más numerosos son el género *Phaethornis* con 26 especies, y el género *Amazilia* con 18 especies. Así mismo, 43 géneros son monoespecíficos (Remsen et al., 2014).

Schulenber et al. (2010), indican que en el Perú existen 120 especies de picaflores, y Plengue (2013), sostiene que se registraron 125 especies para este territorio (un 37% del total mundial [338]), distribuidas en 62 géneros, de los cuales los más numerosos son el Género *Phaethornis* con 13 especies y los Géneros *Amazilia*, *Metallura* y *Heliodoxa*, con 7, 6 y 6 especies respectivamente.

Analizando la lista de Plengue (2013), es importante, mencionar, que 34 Géneros de los 62 que se registraron en el Perú, están representados por una sola especie. Lo cual demuestra el alto grado de especialización de cada una de las especies de esta Familia y la importancia de conservar los hábitat en los que se desarrollan.

Cuadro N° 1: Número de Especies y Géneros de Trochilidos

|          | Mundo (América) | Sudamérica | Perú |
|----------|-----------------|------------|------|
| Géneros  | 108             | 84         | 62   |
| Especies | 338             | 254        | 125  |

Fuente: En base a (Perrins, 2011), (Remsen et al, 2014), y (Plengue, 2013)

Conservación

En la segunda mitad del siglo XIX, millones de colibríes fueron exportados a América del sur y Central, no solo para adornar los sombreros y vestidos de las señoras, sino para la fabricación de cuadros, ornamentos y flores artificiales con plumas. Por ejemplo en Londres, en 1888, se vendieron 12 000 pieles de troquílidos en un mes; en una sala de la ciudad se celebró una subasta de 37 603 pieles de colibríes. Es probable que algunas especies fueran cazadas hasta el punto de la extinción, ya que algunos de los que se describieron entonces nunca han vuelto a verse en estado natural (Perrins, 2011).

También, Perrins (2011), indica que: 9 especies están en peligro crítico, 11 están en peligro y 9 son vulnerables. Y en la Lista Roja de la IUCN (2013), consideran que 252 Trochilidos están en la categoría de Preocupación menor (LC), 18 en Casi Amenazada (NT), 8 en Vulnerable (VU), 18 En Peligro (EN) y 8 especies En Peligro Crítico (CR).

## **CAPITULO II: ÁREA DE ESTUDIO**

### **2.1. UBICACIÓN**

El estudio de la distribución potencial de la Familia Trochilidae, ha sido llevado a cabo en la Cuenca del Río Huatanay, que contiene a El Valle del Río Huatanay, o conocido también como: “El Valle del Cusco” (SOPRONAC, 2005). El Valle del Río Huatanay se ubica entre la Altiplanicie Andina y la Cordillera Oriental de los Andes del Centro (Molina, 2014). Políticamente se encuentra en las provincias de Cusco y Quispicanchis, pertenecientes a la Región Cusco, Perú. Del mismo modo, en su área de influencia y/o área de drenaje, se encuentran los Distritos de Poroy, Santiago, Cusco, Wanchaq, San Sebastián, San Jerónimo y Saylla correspondientes a la Provincia del Cusco; y los Distritos de Oropesa y Lucre, correspondientes a la Provincia de Quispicanchis (Acasi, 2011).

La Cuenca del Río Huatanay limita por el norte con la Cuenca fluvial del Vilcanota-Urubamba, del cual separa las cadenas de Montañas del Cusco, que sirve de divisoria de aguas entre ambas cuencas. Por el sur con la Sub cuenca del Río Paruro, integrante de la Cuenca del Río Apurímac, delimitados por la Serranía de Vilcaonga. Por el oeste limita con el sistema fluvial de Cachimayo (Anta), delimitados por las Montañas del Picchu. Finalmente por el este limita con la cuenca del Río Marijó (Andahuaylillas), afluente del Río Urubamba (Choquehuanca et al., 1996).

Choquehuanca et al (1996), indican qué, la Cuenca del Río Huatanay es un subsistema integrante de la gran Cuenca hidrográfica del Vilcanota; por tanto es una cuenca exorreica o abierta hacia este sistema fluvial, localizado al S de dicho sistema fluvial.

Así mismo estableciendo un nivel de “jerarquía hidrográfica”, se puede decir que pertenece a la Vertiente del Atlántico, Macro Cuenca Amazónica, Cuenca del Ucayali, sub cuenca del Vilcanota-Urubamba y Microcuenca Huatanay (Salas et al., 1998). Verticalmente se encuentra entre 4 842 msnm (Pachatusán) y 3 085 msnm (Huambutio) de altitud, por tanto comprende una amplitud altimétrica o desnivel de 1 757 m (Choquehuanca et al, 1996).

Siguiendo a Acasi (2011), las coordenadas UTM que delimitan la cuenca son:

Proyección: UTM. Datum: WGS84. Zona 19L

- Norte: 824931-1488610 metros
- Sur: 851310-1518106 metros
- Este: 857755-1508137 metros
- Oeste: 821783-1502578 metros

De la misma manera, Choquehuanca et al. (1996), indican que las anteriores cuadrículas UTM, corresponden a los siguientes lugares y coordenadas geográficas de la cuenca:

- El punto más septentrional en el cerro Shipaschocane a  $72^{\circ}01'00''W$  y  $13^{\circ}26'40'S$ .
- El punto más meridional en el Cerro Condorsajaña a 8.5 km al S de la localidad de Lucre.
- El punto más oriental en la Portada de Rumicolca y el cerro Pucacasa a 8 km al E de la localidad de Oropesa y a 3 km al S de la localidad de Caicay.
- El punto más occidental en el Cerro Quishuarcancha a 6 km al SW de la ciudad del Cusco.

En cuanto a la forma de la cuenca, tienen una ligera orientación ESE a WNW, y cuyo eje mayor alcanza a 36.5 km de longitud, en tanto que su mayor ancho es de 18 km, y su mayor estrechamiento llega a 10 km en la zona de Huanacaure-Pumamarca. Mientras que su perímetro es de 113 km, y la extensión superficial es de  $502.45 \text{ km}^2$  (Salas et al, 1998).

La división de la Cuenca del Río Huatanay en microcuencas, ha sido realizado por el equipo de estudios del Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente – Per IMA, y fueron trabajadas mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), de donde a su vez se obtuvieron sus características físicas, como área, longitud de cauce, pendiente del cauce y otros parámetros (Per-IMA, 2012b). A continuación se muestra los nombres de las microcuencas en las cuales se dividió la Cuenca del Huatanay en dicho estudio:

En la margen derecha se tiene: San Antonio, Viva el Perú, Huanccaro – Chocco, Tankarpata, Molleray, Pillao-Matao, Huilcarpay, Uscullopata, Saylla-Huacarpay, Kayra, Kaqlacancha, Huambutio y Lucre.

Y en la margen izquierda: Saphy, Choquechaca-Kenkomayo, Cachimayo, Santa Rosa-Ladrillera, Pumamarca, Larapa, San Jerónimo, Huaccoto, Angostura, Mullucancha, Huasao, Tipón, Choquepata, Oropesa, Huacahuatana. Un total de 28 microcuencas.

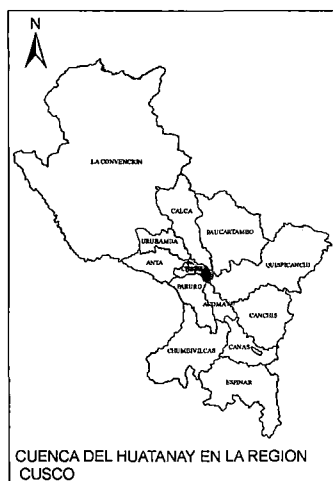
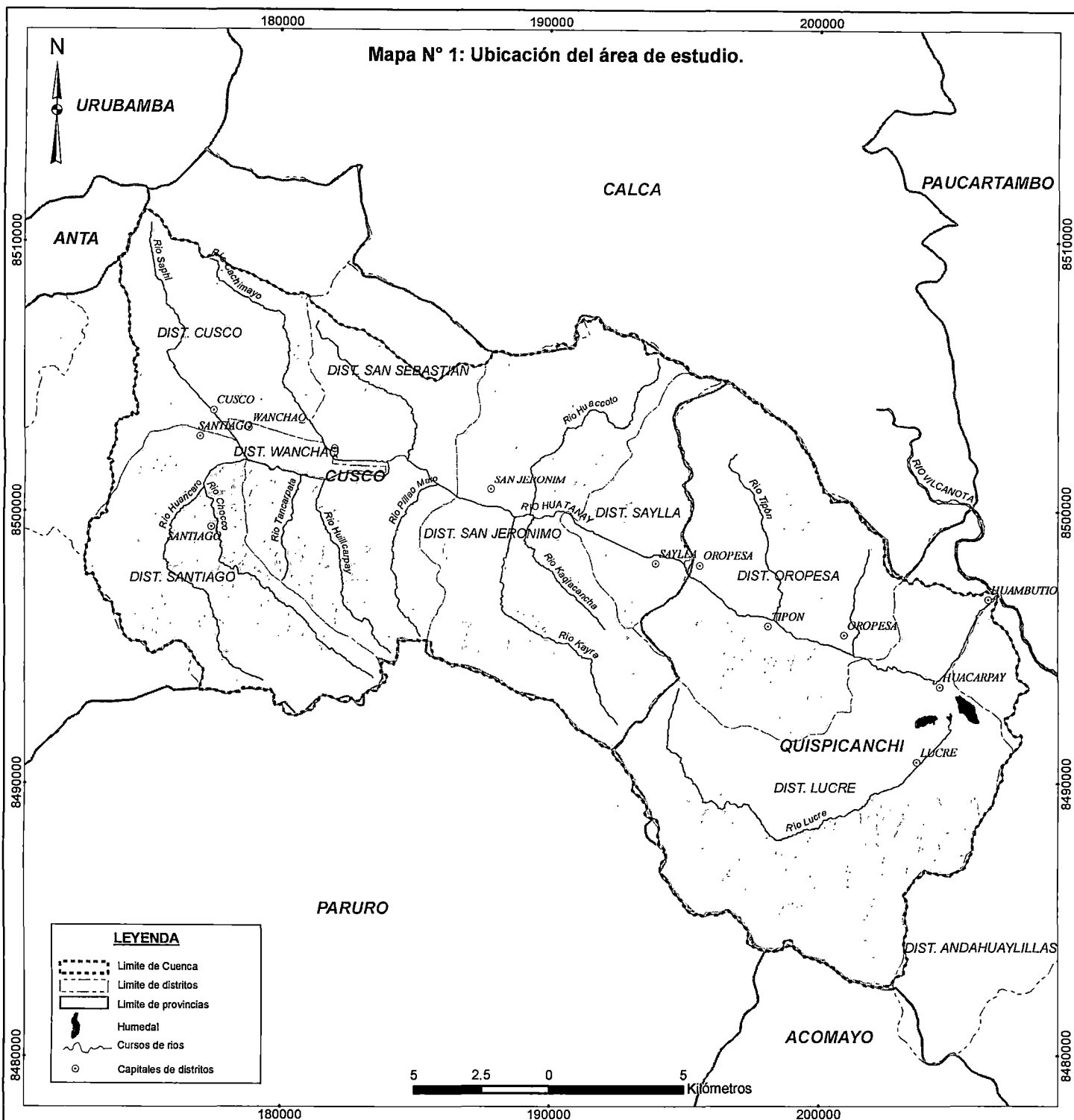
Por otro lado, siguiendo la última clasificación de cuencas propuesta por el ingeniero brasileño Otto Pfafstetter en 1989, adaptada por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) para el territorio nacional, y aprobada mediante Resolución Ministerial N° 033-2008-AG; se clasifica el área de estudio del siguiente modo:

**Cuadro N° 2: Clasificación de la Cuenca del Huatanay siguiendo a Pfafstetter**

| Nivel | Nombre                               | (Id) Identificador |
|-------|--------------------------------------|--------------------|
| I     | Cuenca Hidrográfica del Río Amazonas | 4                  |
| II    | Región Hidrográfica                  | 49                 |
| III   | Cuenca Hidrográfica del Río Ucayali  | 499                |
| IV    | Cuenca del Bajo Urubamba             | 4994               |
| V     | Cuenca del Río Vilcanota             | 49949              |
| VI    | Intercuenca Medio Vilcanota          | 499497             |
| VII   | Cuenca del Río Huatanay              | 4994974            |

Fuente: Elaborado en base a Pfafstetter

Es por esta razón, que en el presente trabajo de investigación, se ha denominado “Cuenca del Río Huatanay” al área de estudio.



|                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                            |                                                             |                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO<br/>ABAB DEL CUSCO<br/>FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS</b>  |                                                                                                                                            |                                                             |                                                                                                |
| <b>TESIS:</b> DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA FAMILIA TROCHILIDAE<br>EN LA CUENCA DEL RIO HUATANAY: UNA PROPUESTA<br>DE ÁREAS PARA SU CONSERVACIÓN.                                                                                                                            |                                                                                                                                            |                                                             |                                                                                                |
| <b>MAPA:</b> UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                            |                                                             |                                                                                                |
| <b>UBICACION</b><br>Dist.: Multidistrital<br>Prov: Cusco-Quispicanchi<br>Dpto: Cusco<br>Proy: UTM WGS 84 : L 19 S.                                                                                                                                                          | <b>TESISTA:</b><br>Bach. Willan N. Cárdenas<br>Enriquez<br><b>ASESORES:</b><br>Dr. Efraín Molleapaza Arispe<br>Mac. Wilfredo Chávez Huamán | <b>ESCALA:</b><br>1:200,000<br><b>FECHA:</b><br>Abril, 2014 | <b>MAPA N°</b><br><div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">01</div> |
| <b>FUENTES:</b> Imagen Alos, IGN, INEI.                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                            |                                                             |                                                                                                |

## 2.2.EL RÍO HUATANAY

Es el río principal y colector común de las aguas del sistema fluvial del Huatanay. Su nombre proviene del vocablo quechua “Watana”, que significa “el que amarra”, y es precisamente el río más caudaloso de la Cuenca, es quien recibe o amarra a varios afluentes por su margen derecha e izquierda (Molina, 2014).

El Río Huatanay, se origina en la unión del Río Saphy y el Huancaro, muy cerca al actual terminal terrestre del Cusco, sin embargo su origen más lejano o brazo más extenso es el Río Choqo, que nace en la quebrada del mismo nombre (Molina, 2014).

Y Choquehuanca et al. (1996), al respecto indican, que el Río Huatanay nace en la quebrada de Chocco a 3 850 msnm, al S del cerro Ñustayoc, localizado a 10 km al SE de la ciudad del Cusco. Su recorrido comprende 42 km desde su origen hasta su desembocadura, una amplitud o desnivel de 765 m que equivale a 1.8 % de gradiente.

El recorrido del Río Huatanay comprende tres sectores:

- Curso alto o superior, que comprende desde su nacimiento hasta la localidad de Huancaro, donde recibe las aguas del Río Huamancharpa.
- Curso medio, desde la desembocadura del Río Huamancharpa al Río Chocco y la localidad de Huacarpay.
- Curso bajo o nivel inferior, desde la localidad de Huacarpay hasta su desembocadura en el Río Vilcanota.

Siguiendo a Choquehuanca et al (1996), los afluentes principales del Río Huatanay en todo su recorrido son: Río Lucre, Río Kayra, Río Pampa o Tancarpata, Río Huancaro, Río Cachimayo, Río Ticapata o Tenería y el Río Quispicanchis.

## 2.3.GEOLOGÍA

La geología de la Cuenca del Huatanay, esta caracterizada por presentar afloramientos de rocas sedimentarias y en menor proporción rocas volcánicas e intrusivas. La edad de estas, varían desde el Paleozoico superior hasta el cuaternario (Carlotto, 2002).

Cuadro N° 3: Clasificación de las formaciones geológicas.

| Era            | Período                  | Formación                                                                         |
|----------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Era Paleozoica | Periodo Pérmico-Triásico | Grupo Mitu                                                                        |
| Era Mesozoica  | Periodo Cretáceo         | Formación Huancané<br>Formación Yuncaypata<br>Formación Kayra<br>Formación Soncco |
| Era Cenozoica  | Periodo Terciario        | Formación Puna Cancha<br>Formación San Sebastian                                  |
|                | Periodo Cuaternario      | Glaciar, Aluvial, Fluvial, y depósitos aluviales y coluviales.                    |

Fuente: en base a Choquehuanca et al (1996)

2.4.GEOMORFOLOGÍA

El relieve del valle, constituye una hoyada encerrada por montañas altas que rodean de NW y S, con una salida hacia el E para la cuenca del Vilcanota-Urubamba. Molina (2014), menciona que el Valle del Río Huatanay, corresponde al tipo “obsecuente”, el cual es un término que se designa para aquellos valles que desaguan en dirección opuesta a la del valle “consecuente” original.

A lo largo del valle, existen dos estrechamientos importantes denominados Angostura y Oropesa, los que separan tres áreas amplias llamadas tasas lacustres (Cusco, Oropesa y Huacarpay), que en épocas pasadas fueron ocupadas por los lagos: Morkill, Huasao y Huacarpay (Molina, 2014).

Entre las unidades geomorfológicas identificadas, se tiene:

- Montañas del norte del Cusco, cadena continua de elevaciones plegadas por la tectónica comprensiva y modeladas sobre las formaciones cretácicas – Huancané, Soncco y Mitu. Las cimas altas de estas constituyen la divisoria de aguas entre esta cuenca y las cuencas de Corao y Vilcanota, que posiblemente indica el antiguo nivel en que se desarrollaba la meseta andina (Olarte (1970), citado por Salas et al. (1998)). Con el nivel de este relieve coinciden cerros poco escarpados, mientras que los que presentan escarpes abruptos alcanzan hasta 4 842 msnm (Pachatusan) (Salas et al, 1998).

- Las mesetas, que constituyen unidades geomorfológicas más o menos planas, localizadas entre el fondo de valle o la depresión del Cusco y las montañas del N del Cusco. Son tipificadas como mesetas de pie de monte, por estar ubicadas a pie de montañas, resultantes de las fallas (Choquehuanca et al, 1996), entre las principales mesetas está la de Sacsayhuamán y también la meseta de Huacoto, entre el cerro Picol y Pachatusan (Salas et al, 1998).
- La depresión del Huatanay, que es el fondo del valle modelado sobre los depósitos lacustres y fluviales del Cuaternario. Tiene una forma longitudinal de W a E, paralela a las montañas que la rodean (Choquehuanca et al, 1996).
- Las montañas del Vilcacongá, que comprende el lineamiento de las montañas al S de la depresión del Huatanay, que a la vez constituye la divisoria de aguas con la cuenca del Apurímac (Salas et al, 1998).

## 2.5.ECOLOGÍA

Molleapaza (2005), indica que en base a la clasificación propuesta por Holdridge, para el Valle del Cusco, se pueden determinar hasta cinco Zonas de Vida Natural:

- Bosque Húmedo Montano Bajo Sub Tropical (bh-MBS), zona comprendida entre los 3 450 y 3 900 metros de altitud. La ciudad del Cusco y alrededores se ubican en esta zona, ahora densamente poblada. La mayor precipitación de setiembre a abril, ocasiona que los suelos se comporten recargando agua en este tiempo, para luego en marzo producirse abundante agua de escorrentía. La vegetación natural se presenta en dos estratos bien definidos, uno arbóreo y el otro herbáceo en el cual se incluyen las arbustivas y las gramíneas (Molleapaza, 2005).
- Bosque Seco Montano Bajo Sub-Tropical (bs-MBS), Ocupa los valles meso andinos, entre los 2500 y 3200 metros de altitud. La biotemperatura media anual máxima es de 18.1°C y la media anual mínima de 11.7°C. El promedio máximo de precipitación es de 1 124 mm. Se presenta entre Huacarpay , Lucre, Oropesa hasta Angostura. La vegetación primaria ha sido fuertemente deteriorada y sustituida en gran parte por los cultivos (Per-IMA, 2012a).
- Estepa Espinosa Montano Bajo Sub Tropical (ee-MBS), ocupa territorios relativamente planos, con áreas de pendientes superiores al 15%, con tierras aptas para la

agricultura bajo riego y en menor escala de secano. Según su altitud se distribuye entre los 2 000 y 3 100 msnm, y se presenta en el sector comprendido entre Huacarpay y Huambutio (Per-IMA, 2012a). La precipitación oscila entre los 200 y 500 mm, la presencia de heladas es poco probable pues las temperaturas no llegan a ser menores de 2°C (Molleapaza, 2005).

- Páramo muy Húmedo Subalpino Subtropical, esta zona de vida se presenta en el área de estudio sobre todo en los Cerros Pícol, Kenka y otros de altitudes similares entre los 3 900 y 4 500 m. La biotemperatura anual está entre 4.9 °C y 6.9 °C y la precipitación oscila entre 500 y 1 100 mm (Molleapaza, 2005).

## 2.6.CLIMA

Como ocurre en la región andina peruana, el clima es bimodal, es decir con una época fría y seca y otras de lluvia más bien templada. Para la época de secas comprendida entre los meses de abril a setiembre, la temperatura media para la estación meteorológica de Kayra es 10.98 °C, con una precipitación de 87.50 mm. Y para la estación meteorológica de Perayoc (UNSAAC)-Cusco es de 10.1°C con una precipitación de 106.6 mm. Para la época de lluvias la temperatura media en Kayra es de 13.16°C con una precipitación de 574 mm, y para Cusco la temperatura media es de 12.03°C con una precipitación de 690.5 mm (Molleapaza, 2005).

Así mismo, siguiendo a Choquehuanca et al. (1996), quienes se basaron en los promedios de parámetros de temperatura y precipitación, mensuales y anuales de las estaciones de Kayra y Perayoc, obtenidos durante el periodo de 1 964 – 1 993, se llega a las siguientes conclusiones:

- La estación meteorológica de Perayoc, se encuentra en la vertiente N del Valle, casi abierto a 3 365 m de altitud, mientras la de Kayra se encuentra en la vertiente S. a 3 219 m de altitud en una quebrada casi cerrada por tanto a menor altitud que la estación anterior, tiene probabilidad de presentar mayor temperatura.

- La temperatura media anual es 11.1 °C para Perayoc y 12.1 °C en Kayra. Por tanto hay una diferencia de 1°C entre ambas estaciones.

- Julio es el mes más frío para Perayoc y junio para Kayra, mientras que los meses más calientes son noviembre y diciembre para Perayoc, y octubre y noviembre para Kayra.

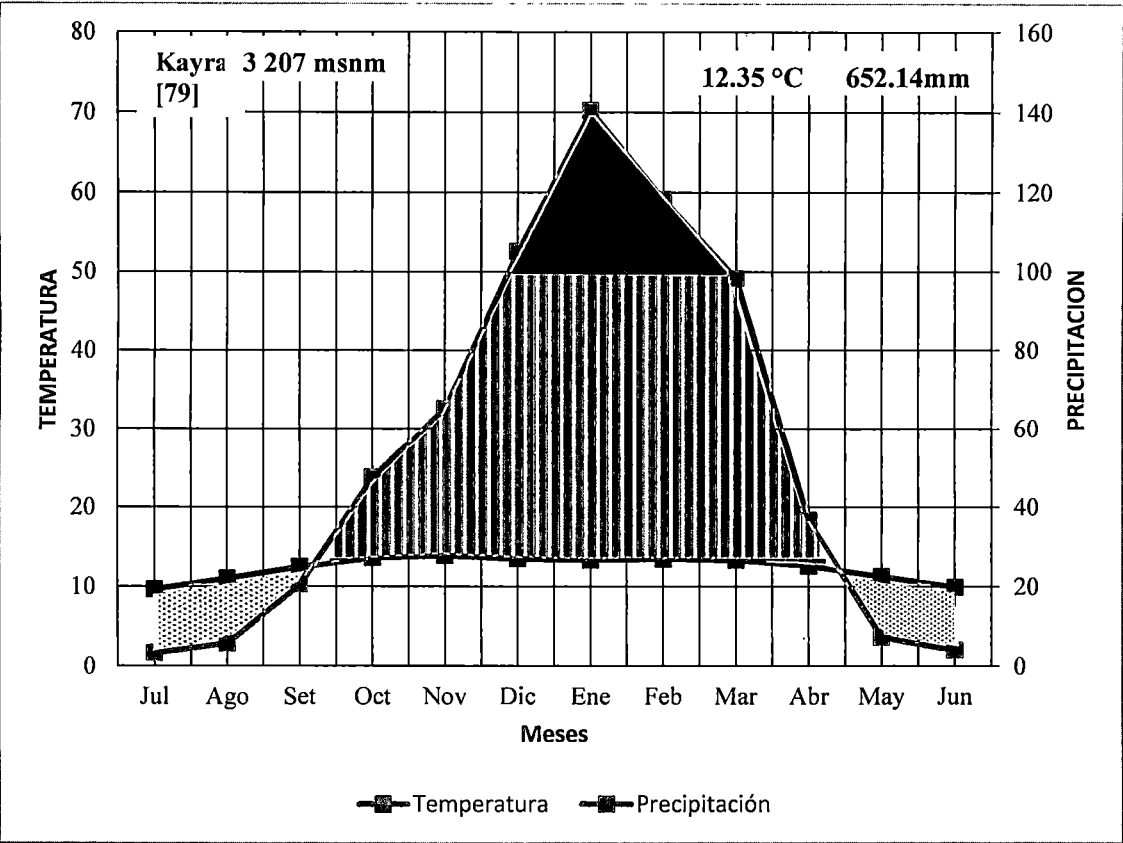
- Referente a las temperaturas extremas, esto es la diferencia entre los meses más fríos y más calientes, se establece una amplitud térmica media de 23.0 °C para Kayra (octubre y junio) y 19.7 °C para Perayoc (octubre y julio).
- Respecto a la precipitación se establece 798.8 mm para Perayoc y 661.5 mm para Kayra, habiendo una diferencia de 127.3 mm, consecuentemente Perayoc y la ciudad del Cusco poseen mayor precipitación.
- Por los parámetros meteorológicos, el clima del Valle del Cusco, se tipifica como Templado, y se encuentra dentro de las clasificaciones en los tipos de “Valles Interandino” de Nicholson (Cwbi), “Templado Moderado” de Schroeder (Cw), al tipo de clima del “Piso Altitudinal de Andino Medio” de Peñaherrera, al “Piso de Quechua” de Pulgar Vidal y a “Templado” de Olarte, por localizarse en la zona Qheswa.

**Cuadro N° 4: Datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica de Kayra. Periodo: 1934-2013.**

| Mes       | Temperatura (°C) | Precipitación (mm) |
|-----------|------------------|--------------------|
| Julio     | 9.68             | 3.28               |
| Agosto    | 11.03            | 5.74               |
| Setiembre | 12.50            | 20.48              |
| Octubre   | 13.61            | 47.50              |
| Noviembre | 13.90            | 65.08              |
| Diciembre | 13.50            | 105.02             |
| Enero     | 13.33            | 140.42             |
| Febrero   | 13.47            | 118.33             |
| Marzo     | 13.31            | 98.29              |
| Abril     | 12.62            | 36.65              |
| Mayo      | 11.28            | 7.29               |
| Junio     | 9.96             | 4.07               |
| Promedio  | 12.35            |                    |
| Total     |                  | 652.15             |

Fuente: SENAMHI.  
Coordenadas UTM de la estación Meteorológica Kayra: 19L 188870 8499472 Altitud: 3207 msnm.

Figura N° 1: Climatodiagrama de la estación meteorológica de Kayra.



- Periodo de lluvias
- Periodo de alta humedad
- Estrés hídrico

En relación al climatodiagrama representado en la Figura N° 1, se puede inferir que los registros que se obtuvieron en la estación meteorológica de Kayra, indican que en la Cuenca del Río Huatanay se presenta un periodo de lluvias intenso entre los meses de Diciembre a Marzo, en los cuales en cada mes se supera los 100 mm de precipitación. Así mismo, el periodo de secas o de estrés hídrico, se da entre los meses de Mayo a Junio, y finalmente el resto de los meses corresponde a un periodo de alto porcentaje de humedad, influenciado por precipitaciones entre 20 mm y 100 mm.

## 2.7. COBERTURA VEGETAL

Siguiendo a Per-IMA (2012b), la cobertura vegetal que presenta la Cuenca del Río Huatanay, está dominada por 38 unidades de cobertura vegetal y uso actual de suelo, estas unidades se caracterizaron con el uso de Imágenes Halos del año 2009 del tipo monocromático y de una resolución de 2.4 metros e Imágenes Satelitales del Google Earth a una escala mínima de 1: 5000, con soporte en el Software ArcGis 9.3. Y con prospección In-situ.

El sistema de clasificación utilizado para las unidades de vegetación fue siguiendo lo propuesto por Weberbauer (1934), y para definir las unidades de uso actual de suelo se realizó usando como referencia la clasificación propuesta por la Unión Geográfica Internacional (UGI).

De esta manera se caracterizaron 38 unidades de vegetación, cuyos criterios de clasificación más relevantes, fueron:

- Origen. Si son nativos o exóticos
- Estrato. Si son alto, medio o bajo, para ello se utilizó el parámetro de altura.
- Cobertura. Si es denso o ralo, para ello se utilizó el parámetro de densidad.
- Especie dominante. Especie que predominan en la unidad de vegetación.
- Asociación. Si se da el caso de algún tipo de asociación.

Así se muestra en el cuadro N°5 el área de cada una de estas unidades en hectáreas y el porcentaje que representa dentro de los límites de la Cuenca del Río Huatanay. Se observa que el área más representativa es el Pajonal y césped de puna con un 22.25%, seguido de Área de cultivo en secano con un 11.26% y Matorral denso inerme con un 11.26%. Mientras que las unidades con menor representatividad son el matorral denso de queuña, el bosque de estrato medio denso de aliso y el matorral ralo de queuña, en suma estas tres unidades de vegetación ocupan tan solo el 0.0084 % de la superficie total de la cuenca.

**Cuadro N° 5: Unidades de Cobertura Vegetal**

| UNIDAD DE COBERTURA VEGETAL                                                 | Área (ha)       | Porcentaje (%) |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|
| Pajonal y césped de puna                                                    | 10828.78        | 22.25          |
| Área de cultivo en seco                                                     | 6986.66         | 14.36          |
| Matorral denso inerme                                                       | 5481.57         | 11.26          |
| Área de ocupación urbana                                                    | 4152.07         | 8.53           |
| Matorral inerme asociado con cultivo en seco                                | 3220.12         | 6.62           |
| Bosque de estrato medio denso de eucalipto                                  | 3181.35         | 6.54           |
| Área de cultivo con riego                                                   | 1963.24         | 4.03           |
| Matorral ralo inerme                                                        | 1516.46         | 3.12           |
| Matorral denso subinerme                                                    | 1387.82         | 2.85           |
| Roquedal con pajonal de puna                                                | 1328.99         | 2.73           |
| Bosque de estrato medio ralo de eucalipto                                   | 1052.05         | 2.16           |
| Bosque de estrato bajo denso de chachacomo                                  | 1027.45         | 2.11           |
| Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                                   | 963.65          | 1.98           |
| Matorral ralo subinerme                                                     | 893.84          | 1.84           |
| Área de cultivo con riego y agroforestería                                  | 848.79          | 1.74           |
| Área de cultivo en seco con agroforestería                                  | 577.22          | 1.19           |
| Bofedal                                                                     | 510.11          | 1.05           |
| Roquedal con matorral                                                       | 473.00          | 0.97           |
| Bosque de estrato bajo denso de tasta                                       | 431.32          | 0.89           |
| Pajonal y césped de puna con zanjas de infiltración                         | 351.82          | 0.72           |
| Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con plantaciones de eucalipto | 296.02          | 0.61           |
| Área de ocupación rural                                                     | 210.78          | 0.43           |
| Bosque de estrato bajo ralo de tasta                                        | 189.60          | 0.39           |
| Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con cultivo en seco           | 155.47          | 0.32           |
| Área sin vegetación                                                         | 140.62          | 0.29           |
| Matorral inerme asociado con plantaciones de eucalipto                      | 99.37           | 0.20           |
| Laguna                                                                      | 74.61           | 0.15           |
| Bosque de estrato bajo de molle asociado con cultivo en seco                | 69.02           | 0.14           |
| Herbazal denso                                                              | 62.15           | 0.13           |
| Bosque de estrato bajo denso de queuña                                      | 61.38           | 0.13           |
| Bosque de estrato bajo denso de molle                                       | 50.94           | 0.10           |
| Matorral inerme con zanjas de infiltración                                  | 31.79           | 0.07           |
| Bosque de estrato bajo de queuña asociado con cultivo en seco               | 22.61           | 0.05           |
| Bosque de estrato bajo de queuña asociado con plantaciones de eucalipto     | 12.30           | 0.03           |
| Bosque de estrato bajo ralo de queuña                                       | 7.68            | 0.02           |
| Matorral denso de queuña                                                    | 2.49            | 0.01           |
| Bosque de estrato medio denso de aliso                                      | 1.17            | 0.00           |
| Matorral ralo de queuña                                                     | 0.45            | 0.00           |
| <b>TOTAL</b>                                                                | <b>48664.78</b> | <b>100.00</b>  |

Fuente: En base a Per-IMA (2012b).

## **CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. MATERIALES**

#### **2.1.1. MATERIALES DE CAMPO**

- Binoculares 80x90 mm
- Brújula lensática o de marcha.
- Cámara fotográfica Reflex Canon Rebel t2i
- Libreta de campo
- Grabador de voz Sony
- Lápices
- Lente Canon 100-300 mm serie L
- Lente Canon 18-55 mm
- Sistema de Posicionamiento Global GPS garmin etrex vista HcX

#### **2.1.2. MATERIALES DE GABINETE**

- Laptop lenovo Thinkpad T420
- Guía: Aves del Perú
- Guía: Etnornitología de Aves de Huacarpay
- Guía: Aves y Flora de Orurillo
- Guía: Aves de Machu Picchu

#### **Software y Programas utilizados**

- Software ArcGis 10.1
- Software MaxEnt 3.3.3
- Software MapSource
- Software SPSS
- Microsoft Excel 2007
- Microsoft Word 2007
- Extensión DNR garmin
- Extensión Hawth's Analysis Tools

## 2.2. MÉTODOS

El presente trabajo de investigación según el objeto de estudio es de tipo cuantitativo, según el conocimiento que genera es aplicado y según la profundidad de la investigación es de tipo explicativa. El método aplicado es el de Máxima Entropía (MaxEnt) para el modelado de distribución potencial de especies (MDE). Se ha dividido la metodología en cuatro etapas, la primera correspondiente a la recopilación de datos, la segunda al modelamiento en el software MaxEnt, la tercera a la corroboración del modelo en campo, y una cuarta etapa correspondiente a la ponderación usada para la propuesta de Áreas de Conservación para Trochilidae, en base a los resultados de las tres etapas anteriores.

### 2.2.1. Recopilación de Datos de Presencia de Trochilidae.

El primer paso para para el MDE, es contar con una base de datos con los registros de presencia de la especie o entidad en estudio. En dicha base de datos, se debe de tener obligatoriamente las coordenadas de ubicación de cada especie. Para lograr este objetivo en el presente estudio, se ha recurrido a 3 diferentes formas de obtención de información: Consulta a expertos, bibliografía y un muestreo in-situ.

#### **Consulta a expertos**

Se ha realizado una entrevista y/o consulta a los científicos e instituciones que mayor fiabilidad poseen, en lo que respecta al área de la ornitología en el medio. Los datos que se pidieron para el estudio; fueron: la zona o localidad del registro, la microcuenca a la que pertenece el registro, las especies registradas, las coordenadas UTM de cada registro o punto de observación, el método empleado, y finalmente la fecha y hora del registro (Dicha ficha esta adjuntada en la parte de anexos). Entre los científicos a los que se ha recurrido, se encuentran: el Dr. José Luis Venero Gonzales, el Msc. Barry Walker, y el Dr. Rob Williams; y la institución a la que se ha recurrido es a la Asociación de Ecosistemas Andinos-ECOAN, y el Blgo. Gregorio Ferro Meza como representante de la misma.

#### **Revisión de investigaciones anteriores**

En lo que respecta a la bibliografía que contenga información acerca de áreas o zonas de registros de especies de la Familia Trochilidae, para el territorio en estudio, básicamente, se cuenta con la publicación de Venero (2008), la publicación del C.G.P.A. (2005) y también con el artículo de Ochoa (2005). Así también se tiene, otros artículos, seminarios y tesis realizados en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – UNSAAC.

### **Muestreo in-situ**

Para conseguir un número de registros adecuados para correr el modelo de MaxEnt, se realizó un muestreo en las diferentes microcuencas, que componen la Cuenca del Río Huatanay, este muestreo se hizo durante la época de secas y la época de lluvias, cubriendo un total de 9 meses, distribuidas de la siguiente forma:

**Cuadro N° 6: Fechas de muestreo.**

| Mes        | 2012 | 2013 |
|------------|------|------|
| enero      |      |      |
| febrero    | x    | x    |
| marzo      | x    |      |
| abril      |      | x    |
| mayo       |      | x    |
| junio      |      |      |
| julio      |      | x    |
| agosto     |      | x    |
| septiembre |      |      |
| octubre    |      | x    |
| noviembre  |      | x    |
| diciembre  |      |      |

Se muestrearon 19 de las 28 microcuencas que componen la Cuenca del Río Huatanay. Las microcuencas muestreadas, fueron: Angostura, Cachimayo, Choquepata, Huacahuatana, Huaccoto, Huambutío, Huancaro-Chocco, Huilcarpay, Kayra, Larapa, Lucre, Molleray, Oropesa, Pillao Matao, Pumamarca, Saphi, Saylla-Huacarpay, Tankarpata y Uscullopata. (Ver mapa N° 03).

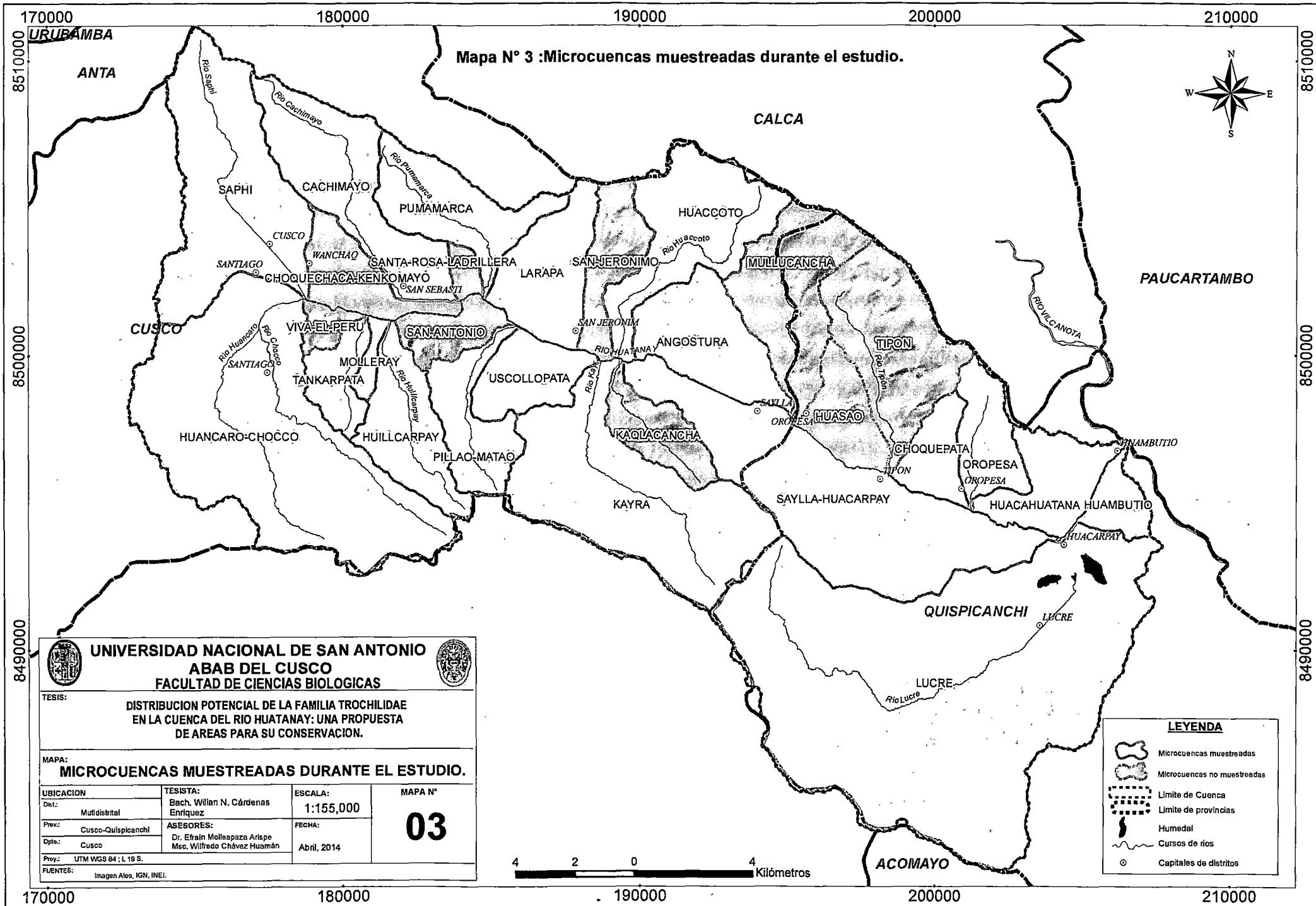
El método usado para registrar los individuos, fue el Método de Observaciones Directas (O.D.) (Venero, 1983). (Ralph et al., 1996). Este método permite cubrir una gran extensión de territorio así como la mayoría de hábitat que lo componen.

Los recorridos duraron de 2 a 3 horas, y se realizaron desde tempranas horas, y mayormente se iniciaron en la parte alta de cada microcuenca, a las cuales se llegó en vehículo motorizado, y se concluía en las partes bajas, cerca de los poblados, aumentando la eficiencia del muestreo por cuestiones geográficas como la pendiente. Dichos recorridos fueron cubiertos enteramente a pie, y el objetivo era localizar a los picaflones y registrar las coordenadas de su ubicación mediante un GPS (Sistema de Posicionamiento Global), como se trabajó con binoculares de 80x90 de aumento, no hubo mayor problema en determinar los individuos que se encontraban a una distancia mayor a 100 metros de nuestra ubicación, y sus coordenadas fueron referenciadas desde el punto de observación, anotando en una libreta de campo la distancia relativa en metros desde ese punto de observación al punto de registro y/o ubicación verdadera, y el acimut en grados (ángulo que forma el punto cardinal norte y el punto de interés) con ayuda de una brújula, para saber la dirección respecto al punto de observación. Así mismo, cuando la zona era de difícil visualización, pero de actividad y aparente presencia de picaflones, se hizo con el auxilio de una grabadora de voz para registrar el sonido, pues, la vocalización es una de las peculiaridades de cada especie.

Las estrategias que se utilizaron para la ubicación y registro de picaflones, fueron las denominadas “al rececho” y “al acecho” (Venero, 1984). “Al rececho”, consiste en el desplazamiento y búsqueda, por una ruta establecida y “Al acecho”, es una modalidad consistente en la espera, en un sitio con aparentes condiciones favorables, en el que el arma de caza fue reemplazada por una cámara fotográfica réflex armada con un lente de 300mm. También, si es que las condiciones lo permitían, se registró en la libreta de notas y con fotografía la planta y/o flor, en donde se encontró al individuo.

En los lugares donde se encontró varios individuos de una misma especie, en una sola zona y en un mismo momento, se anotó como un solo registro.

Los datos que se marcaron en el GPS, fueron descargados con ayuda del software MapSource de Garmin al computador, y exportados al programa Excel 2007 de Microsoft, para poder ordenar y adjuntar la información de la libreta de notas, como la microcuenca del registro, la especie de planta en la que se observó al individuo y/o el modo en el que se observó, etc. Finalmente los datos del excel, fueron exportados al Software ArcGis 10.1 en el cual, se corrigió la ubicación exacta de los puntos (georeferenciación), siguiendo la información de distancia y acimut registrado en la libreta de notas.



### 2.2.2. Modelamiento de la Distribución Potencial - Método MaxEnt.

Una vez generada una base de datos con suficiente información de ocurrencia de individuos de la Familia Trochilidae dentro de la Cuenca del Río Huatanay, y sus respectivas coordenadas, se procedió al modelado con ayuda del Software MaxEnt.

Se escogió MaxEnt para el modelado, debido a que en estudios anteriores se demuestra su fiabilidad en generar modelos de distribución y áreas de conservación (Kazuya et al. , 2006; Morales, 2012); así mismo una de las características de MaxEnt es que no requiere datos de ausencia para modelar la distribución, en su lugar, la distribución es definida utilizando datos de presencias extrapolando la distribución a todos los pixeles del área de estudio. Entre las ventajas de MaxEnt se encuentran: 1) trabaja con datos ambientales continuos y categóricos, 2) resultados continuos, 3) el uso de algoritmos numéricos eficientes para reunir una distribución de probabilidad óptima, y 4) capacidad interpretativa en dimensiones ecológicas a través de curvas de respuesta (Phillips et al., 2006).

Para poder correr el modelo MaxEnt se necesita una serie de registros espaciales (latitud-longitud), en combinación con características ambientales (Phillips et al., 2006), MaxEnt estima la distribución potencial de nicho ecológico de la entidad con base en la localización de la distribución de máxima entropía (mas cercana y uniforme), considerando que los valores esperados para cada una de las características analizadas bajo esta distribución estimada, coinciden con su valor empírico promedio. Para el modelado de la distribución de especies, las localidades de ocurrencia sirven como los puntos de muestro, la región geográfica de interés es el espacio donde la distribución será definida y las características son las variables ambientales (Phillips , 2004). En palabras de Villordo (2009), se detalla que MaxEnt utiliza el método de “aprendizaje artificial” que genera mapas de distribución geográfica basandose en la máxima entropía (todos los valores tienen la misma probabilidad de ocurrir). El algoritmo busca la distribución más cercana a la homogeneidad pero restringiéndose según la información biológica disponible y las condiciones ambientales del área de estudio, de esta forma calcula la distribución geográfica más probable para una especie a partir de la información incompleta.

Por consiguiente, apoyados en herramientas que tienen como fundamento la teoría del nicho ecológico para modelar distribución de especies donde solo se tiene puntos de

presencias, MaxEnt selecciona algunos puntos de presencia al azar, borrándolos de la base de datos y convirtiéndolos en pseudo-ausencias, con estos se obtiene el análisis de la Curva Operada por el Receptor - “Receiver Operating Characteristic” (ROC), el término se refiere al rendimiento de un “observador” (receptor) (Cruz, 2010) y caracteriza el desarrollo del modelo por medio del Área Bajo la Curva (AUC), la cual permite calcular la media del error en la predicción (Phillips et al., 2006). La AUC tiene un valor entre 0 y 1 y los modelos con valores encima de 0.75 son considerados potencialmente útiles (Elith et al., 2011; Phillips et al., 2006).

De esta manera, para modelar los sitios potenciales con condiciones adecuadas para Trochilidae, se hizo uso de 205 puntos de ocurrencia, obtenidos enteramente en el muestreo in-situ de la etapa anterior, debido a que la consulta a expertos y búsqueda en la bibliografía referida, no brindó coordenadas o puntos exactos de la ocurrencia de estas especies. Dichos 205 puntos, fueron importados al software ArcGis 10.1 y convertidos en formato “shapefile”, así mismo, las coordenadas que se encontraban inicialmente en la Proyección de Mercator (UTM\_WGS\_1984), fueron transformadas a coordenadas geográficas (GCS\_WGS\_1984), el siguiente paso fue transformar los puntos, del formato “shapefile” a un archivo de extensión “.csv”, el cual es compatible para la corrida de MaxEnt, para este propósito, se vuelve a exportar los puntos al Excel y se guardan como un archivo de tipo delimitado por comas (.CSV).

Para correr el modelo, son necesarias las capas ambientales, estas se encuentran en la página principal del BioClim (con una resolución de pixel de  $1\text{km}^2$ ), dichas capas, fueron sistematizadas por Robert J. Hijmans y colaboradores en representación de la Universidad de California. Y los datos base de los cuales se generaron fueron cedidos por múltiples instituciones a nivel mundial como CIAT, Rainforest CRC, NatureServe, CRIA, y otros; así mismo, estos datos base, corresponden al periodo de 1950 al 2000 (Hijmans et al., s/f). Para el presente estudio, estas capas ambientales, se descargaron desde la página del BioClim anteriormente descrita.

El mapa de cobertura vegetal que se utilizó, es el que realizó el Per-IMA (2012b), el cual fue generado por el método de clasificación supervisada, y prospección in-situ de todas las unidades vegetales que componen la Cuenca del Río Huatanay, y constituye el mapa más actualizado en lo referente a la cobertura vegetal de la cuenca.

Otras capas con información, necesarias para el modelamiento de distribución potencial, como la ubicación de centros poblados, y fuentes de agua como ríos y lagunas, se obtuvieron del formato digital (*shapesfiles*) de la Carta Nacional.

Para evaluar la distancia de los registros de Trochilidae respecto a estas capas con información categórica, como la distancia a fuentes de agua y distancia a centros poblados, se utilizó medidas estadísticas descriptivas de tendencia central, como la media, y la mediana, los cuales fueron procesados con ayuda del Software SPSS, cuyo análisis contrastado con las curvas de respuestas brindadas por MaxEnt, ayudó a establecer la relación entre los registros y la capa categórica (fuentes de agua o centros poblados).

Cuadro N° 7: Capas de información usadas para el modelamiento.

|                                                                                            |                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| • Temperatura mínima por mes (12 capas)                                                    | • BIO8: Temperatura promedio del cuatrimestre más húmedo     |
| • Temperatura máxima por mes (12 capas)                                                    | • BIO9: Temperatura promedio del cuatrimestre más seco       |
| • Temperatura media por mes (12 capas)                                                     | • BIO10: Temperatura promedio del cuatrimestre más cálido    |
| • Precipitación Promedio por mes (12 capas)                                                | • BIO11: Temperatura promedio del cuatrimestre más frío      |
| • Altitud                                                                                  | • BIO12: Precipitación anual                                 |
| • BIO1: temperatura media anual                                                            | • BIO13: Precipitación del mes más cálido                    |
| • BIO2: Rango medio anual (promedio mensual de: "temperatura máxima - temperatura mínima") | • BIO14: Precipitación del mes más frío                      |
| • BIO3: Isotermalidad                                                                      | • BIO15: Precipitación estacional (coeficiente de variación) |
| • BIO4: Temperatura estacional (desviación estandar*100)                                   | • BIO16: Precipitación del cuatrimestre más húmedo           |
| • BIO5: Temperatura máxima del mes más cálido                                              | • BIO17: Precipitación del cuatrimestre más seco             |
| • BIO6: Temperatura mínima del mes más frío                                                | • BIO18: Precipitación del cuatrimestre más cálido           |
| • BIO7: Rango anual de temperatura                                                         | • BIO19: Precipitación del cuatrimestre más frío             |
| Fuente: WorldClim  Bioclim                                                                 |                                                              |
| • Centros Poblados                                                                         | • Ríos y Lagunas (fuentes de agua)                           |
| Fuente: Carta Nacional                                                                     |                                                              |
| • Mapa de Cobertura Vegetal de la Cuenca del Río Huatanay                                  |                                                              |
| Fuente: IMA (2012b).                                                                       |                                                              |

Seguidamente se describen los procedimientos que se realizaron en la preparación de los datos para generar el modelo de máxima de entropía.

Una vez descargadas las capas del clima del Bioclim (<http://www.worldclim.org/bioclim>), se procedió a modificar los datos ambientales a un

mismo tamaño de celda y sistema de coordenadas, así como ajustar el tamaño de cada uno de los mapas al tamaño de la cuenca en estudio y también, transformar la información de cada capa, a un formato ASCII, el cual es compatible con MaxEnt. Todo lo dicho anteriormente, se realizó en el sistema SIG con soporte en el software ArcGis 10.1 siguiendo el Manual de MaxEnt (Phillips, 2006), sin embargo se realizaron varias modificaciones y pasos alternativos, los cuales se describen ampliamente en la parte de anexos.

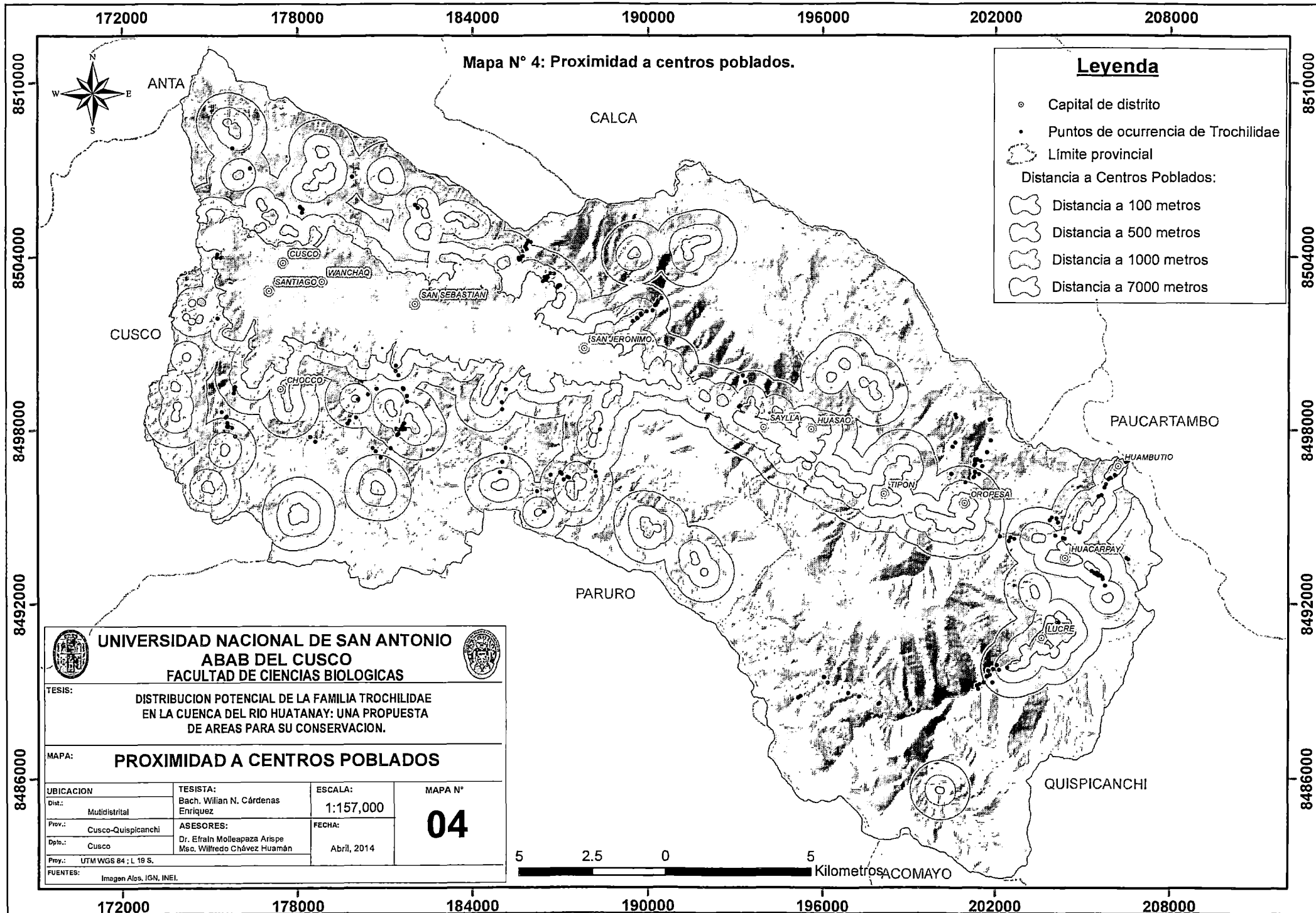
Pantigoso (2009), indica que el sistema SIG individualiza un conjunto de procedimientos sobre una base de datos no gráfica o descriptiva de objetos del mundo real que tienen una representación gráfica y que son susceptibles de algún tipo de medición respecto a su tamaño y dimensión relativa a la superficie de la tierra.

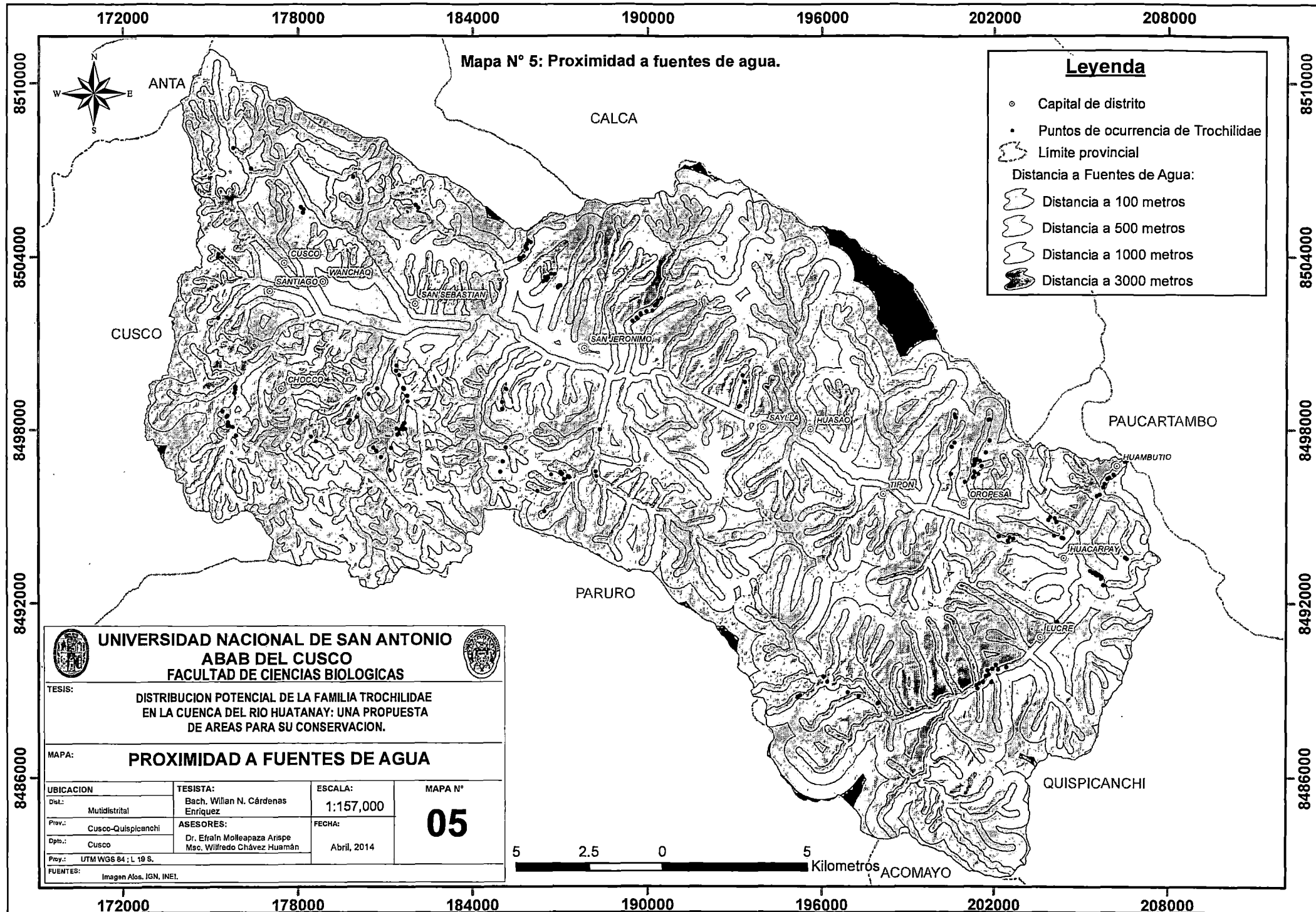
En un SIG se usan herramientas de gran capacidad de procesamiento gráfico y alfanumérico, estas herramientas van dotadas de procedimientos y aplicaciones para captura, almacenamiento, análisis y visualización de la información georeferenciada, cuya mayor utilidad está íntimamente relacionada con la capacidad de construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales, para de esta manera analizar las tendencias y determinar los factores que las influyen así como para evaluar las posibles consecuencias de las decisiones de planificación sobre los recursos existentes en el área de interés (Pantigoso, 2009).

De esta manera, los SIG han evolucionado desde la producción cartográfica de la edad media, pasando por el primer sistema formal desarrollado en Canadá en 1962, constituyéndose a un sistema digital durante los años 60's y 70's hasta consolidarse en potentes herramientas de análisis y modelamiento en la actualidad. Entre los últimos softwares SIG más potentes se encuentra el Software ArcGis 10.1. Cuya característica principal es que permite el trabajo y análisis de datos categóricos y continuos representados en formatos ráster y formatos vectoriales respectivamente.

Es por esta razón que en el presente estudio se hizo auxilio del Software Arcgis 10.1. A continuación se muestra de forma resumida los pasos que se realizaron en la preparación de las capas de información, en el modelado y en el post tratamiento de los resultados brindados por MaxEnt.

1. Se creó un modelo de elevación digital (DEM) de la Cuenca del Huatanay a partir de las curvas de nivel, con un tamaño de celda de 0.0001 en grados CGS.
2. Se generó un clip (corte) de cada una de las capas ambientales con el límite de la cuenca.
3. Para disminuir el tamaño de celdas de las capas del Bioclim ( $1\text{km}^2$  de resolución), se creó nuevas capas ambientales, copiando el valor promedio de la información de cada pixel, a las celdas del DEM que se generó ( $0.0001^\circ$  de resolución), con ayuda de la herramienta Zonal Statistics del Arc Toolbox (se realizó este paso para las 68 capas ambientales).
4. Para crear los mapas de proximidad a centros poblados y fuentes de agua, a partir de los originales, se hizo auxilio de la herramienta Proximity-Multiple Ring Buffer, las proximidades que se usaron fueron de 100 m, 500 m, 1000 m y 7000 m, en el caso de distancia a centros poblados y de 100 m, 500 m, 1000 m y 5000 m en el caso de distancia a ríos. Dichas proximidades, son áreas que se crearon a partir del punto original en el caso de centros poblados, y a partir de los shapesfiles de línea y polígonos que representan los ríos y lagos respectivamente.
5. A partir de los nuevos mapas de proximidad a centros poblados y ríos, y el mapa original de cobertura vegetal, se generó mapas Ráster de los shapesfiles categóricos (con información no continua en sus valores), entre ellos el mapa de cobertura vegetal, el mapa de centros poblados y el mapa de fuentes de agua (ríos y lagunas).
6. Para que todas las capas tengan el mismo número de celdas, se utilizó la herramienta Resample de la caja de herramientas Arc Toolbox, y se igualaron todas las capas a una de ellas, en este caso a Bio\_1. Este paso se realizó para las 68 variables ambientales y los demás mapas categóricos.
7. Ahora, para que todas las capas, posean el mismo tamaño de pixel o celda, se usó la herramienta Extrac by Mask, y se realiza esta acción nuevamente para todas las capas con información.
8. Finalmente, se convirtió todos los nuevos ráster generados a formato ASCII, esto se realizó con la herramienta Ráster to ASCII de la caja de herramientas Arc Toolbox.





## Corrida en MaxEnt

Se cargó el archivo de Excel de tipo .csv (delimitado por comas) con la información de las coordenadas y datos de presencia de troquílidos al software MaxEnt, y también los mapas de las 68 capas ambientales y de los mapas de distancia a poblados, distancia a fuentes de agua y de cobertura vegetal, todos en el formato ASCII.

Entre las configuraciones que se usaron para la corrida en el programa: Primero se emplearon algunos valores pre-establecidos del software como el umbral (“threshold”) de  $10^{-5}$  y 500 interacciones. El valor de regularización fue de 0.25 y se utilizó la opción del tipo de distribución lineal cuadrática (Feature Types: Linear Cuadratic), dado que el número de interacciones fue pequeño (Phillips et al. , 2006).

A fin de estimar las variables más importantes del modelo, se corrió una prueba estadística no paramétrica de muestreo sin reemplazo “jackknife”, seleccionando “Do jackknife to measure variable importance” de la casilla de verificación de comandos del modelo MaxEnt. El modelo utiliza la técnica de jackknife, la cual es una técnica de remuestreo sin reemplazo que consiste en conseguir el estimador inicial en base al promedio de los  $m$  estimadores que se obtienen al aplicar el procedimiento inicial de estimación a cada una de las sub-muestras que resultan al eliminar una observación de la muestra inicial (Martinez et al. , 2006).

En cada vuelta del modelo se excluyó una variable y se crea el modelo con las variables remanentes, de tal forma que se generan tres conjuntos de modelos, el primero donde se excluye una variable, el segundo usando cada variable de manera independiente y el tercero usando todas las variables (Phillips et al., 2006).

También se crearon curvas de respuesta en la opción “create response curve” para ver las diferencias entre los tipos de características, donde se muestra la probabilidad predicha de condiciones favorables tal y como es dada en el formato de salida logístico, con todas las demás variables configuradas a su valor promedio calculado en base a las localidades de presencia (Cruz, 2010). Para la validación y adecuación del modelo se utilizó el área bajo la curva (AUC), donde se ve el desempeño y ajuste del modelo para predecir las presencias contenidas en una muestra de datos, el AUC es un índice de probabilidad de que los sitios de presencia fueron clasificados al azar como sitios de ausencia (Elith et al., 2011); para este estudio se seleccionó que del 100% de los datos se

realizará un muestreo aleatorio para extraer el 75% de los registros con los que entrenar el algoritmo, y un 25% con los que evaluar el modelo. El formato de salida fue el logarítmico, que proporciona un estimado entre cero y uno, de probabilidad de presencia [0,1] (Phillips S. , 2004), en “random test percentage”, se introdujo el número 25, que indica al programa que debe escoger de manera aleatoria y apartar el 25% de los registros de presencia, para usarlos en la prueba. Esto permite al programa efectuar algunos estadísticos simples, la mayor parte de los análisis empleados usan un umbral para hacer una predicción binaria, estando las condiciones adecuadas por encima de dicho umbral, y las condiciones inadecuadas por debajo (Cruz, 2010).

Luego de todas las configuraciones establecidas, se procedió a correr el modelo, y para evaluarlo MaxEnt generó la curva operada por el receptor (ROC), dicha curva es generada al dividir la base de datos en dos porciones, una para el entrenamiento, como un proceso en el cual se usan los puntos conocidos para extraer la información ambiental que ocurre en su localización y posteriormente extrapolarlos a toda la región, y otra para la evaluación del modelo (Villordo, 2009).

Es normal que la línea roja (entrenamiento) muestre una mayor área sobre la curva, que la línea azul (evaluación del modelo generado). La línea roja muestra el “ajuste” del modelo a los datos de entrenamiento y es la auténtica prueba de la capacidad que tienen los modelos de predecir (Phillips S., 2006). La línea turquesa muestra lo que se esperaría si el modelo no fuese mejor que el azar. Si la línea azul se ubicara por debajo de la línea turquesa, entonces esto indicaría que el modelo tiene un desempeño más bajo de lo que lo haría un modelo aleatorio y por lo tanto no es muy confiable (Phillips S. , 2004).

Entre tanto el valor numérico del AUC para poder ser considerado útil y predictivo, debe de encontrarse por encima de 0.75 (Elith et al., 2011).

Los resultados finales de MaxEnt son valores que van de 0 a 1, y se les adjudica a cada uno de los píxeles del mapa final que arroja el programa. Estos valores al inicio poseen una escala de 14 colores, que representan la probabilidad de encontrar picaflones en cada píxel y/o área del mapa. Dicho mapa, fue exportado al programa ArcGis 10.1 y reclasificado en 5 colores y/o valores, el número 1, indica una probabilidad muy baja (0-20%), el número 2 una probabilidad baja (20-40%), el número 3 una probabilidad media (40-60%), el número 4 una probabilidad alta (60-80%), y finalmente el número 5 una

probabilidad muy alta (80-100%) de encontrar individuos de la Familia Trochilidae en dichas áreas.

### **2.2.3. Corroboración del Modelo**

Una vez generado el mapa de distribución en el programa ArcGis 10.1 con las 5 categorías de probabilidad de presencia de picaflores, se procedió a la corroboración del modelo en campo, para ello se utilizaron las áreas que contenían una probabilidad entre el 80% y 100% de presencia de picaflores, correspondiente a los píxeles con información numérica de 5. En dichas áreas, se seleccionaron 25 de ellas, generándose 25 puntos al azar con ayuda de la extensión Hawth's Analysis Tools para ArcGis 10.1. Ergo, estos puntos fueron cargados al GPS (Sistema de Posicionamiento Global) usando la aplicación DNR garmin.

Seguidamente, se realizó una visita in-situ a cada una de las 25 áreas generadas, para comprobar la predicción del modelo. Para una correcta ubicación en campo, se tuvo que imprimir los mapas en una escala adecuada para su reconocimiento. En cada una de las áreas predichas, se registró mediante fotografía el área que lo representaba en la realidad, y también se anotó el número de individuos y las especies pertenecientes a la Familia Trochilidae que aparecieron durante la espera. Así mismo se anotó también, el intervalo de tiempo en el cual se registraron cada uno de los individuos: entre 0-5 minutos, entre 5.1-10 minutos y finalmente entre 10.1-15 minutos.

Cabe resaltar que esta etapa se realizó entre los meses de diciembre del 2013 y enero del 2014, y se realizó mediante la técnica del “acecho” y “rececho”, durante recorridos matutinos en el área predicha por MaxEnt.

### **2.2.4. Áreas Potenciales para la Conservación de la Familia Trochilidae.**

Antes que nada, es preciso definir la conservación, para este estudio se toma la siguiente definición: “la conservación es la gestión de la utilización de la biósfera por el ser humano, de tal suerte que produzca el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales, pero que mantenga su potencialidad para satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones futuras. Por lo tanto la conservación es positiva y abarca la preservación, el mantenimiento, la utilización sostenida, la restauración y la mejora del entorno natural. Los recursos vivos poseen dos propiedades importantes, cuya

combinación los distingue de los recursos inanimados: son renovables si se los conserva; y son destructibles si no se los conserva” (UICN-PNUMA-WWF, 1980).

En ese entender, es imprescindible saber qué características posee el área a conservar (línea de base), por qué se quiere conservar ese lugar, y como se realizara la gestión del mismo. Pero todo este proceso, demanda demasiado tiempo y dinero. Para este estudio en particular, se pretende aportar en lo que respecta a la línea de base, brindando información de áreas que poseen características potenciales para sostener a miembros de la Familia Trochilidae.

Para ello, según los resultados de la corroboración del modelo, se ponderó cada área, en base a varias características, como: tamaño del área, número de especies registradas en el lugar, cantidad de individuos registrados, presencia antrópica, y el menor tiempo de aparición de ejemplares de picaflores.

Finalmente, se escogieron las tres áreas con mayor valor de ponderación (áreas potenciales de conservación), y se mencionaron dos puntos de interés, los cuales poseían características adecuadas pero un tamaño de área muy pequeño, como para ser considerados áreas potenciales de conservación.

Cuadro N° 8: Criterios de ponderación.

| Indicador            | Característica          | Valor |
|----------------------|-------------------------|-------|
| Tamaño del área      | Pequeño                 | 1     |
|                      | Mediano                 | 2     |
|                      | Grande                  | 3     |
| Número de especies   | entre 0 - 02            | 1     |
|                      | entre 03 - 04           | 2     |
|                      | 5 o más                 | 3     |
| Número de individuos | entre 0 - 03            | 1     |
|                      | entre 04 - 05           | 2     |
|                      | 6 o más                 | 3     |
| Presencia antrópica  | Alta                    | 1     |
|                      | Media                   | 2     |
|                      | Baja                    | 3     |
| Tiempo de espera     | entre 0 - 5 minutos     | 3     |
|                      | entre 5.1 - 10 minutos  | 2     |
|                      | entre 10.1 - 15 minutos | 1     |

## CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1.RESULTADOS

#### 4.1.1. Recopilación de Datos de Presencia de Trochilidae.

Los siguientes resultados corresponden únicamente a los del muestreo in-situ, debido a que ni la revisión bibliográfica ni la consulta a expertos, brindo información de coordenadas exactas de sitios de ocurrencia de Trochilidae.

**Cuadro N° 9: Número de registros de Trochilidae por microcuenca y mes.**

| Microcuenca      | 2012      |           | 2013      |           |           |           |           |           |           | Total      |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|                  | febrero   | marzo     | febrero   | abril     | mayo      | julio     | agosto    | octubre   | noviembre |            |
| Angostura        |           |           | 3         |           |           |           | 1         |           |           | 4          |
| Cachimayo        |           |           |           |           |           | 1         |           |           |           | 1          |
| Choquepata       | 1         |           |           | 1         | 2         |           |           |           | 1         | 5          |
| Huacahuatana     | 3         |           |           | 3         |           |           | 5         |           | 8         | 19         |
| Huaccoto         |           |           | 4         | 3         |           | 2         |           | 4         |           | 13         |
| Huambutio        |           |           | 4         |           | 3         |           | 3         |           |           | 10         |
| Huancaro-chocco  | 5         |           | 6         |           |           | 3         |           |           |           | 14         |
| Huillcarpay      | 6         |           |           | 11        |           | 5         |           | 4         |           | 26         |
| Kayra            | 3         |           | 5         |           |           |           | 3         |           |           | 11         |
| Larapa           |           | 3         |           |           | 4         | 4         |           |           |           | 11         |
| Lucre            |           | 9         | 14        |           |           | 5         |           |           | 6         | 34         |
| Molleray         |           |           |           | 2         |           |           |           |           |           | 2          |
| Oropesa          |           | 3         | 9         |           | 5         |           |           | 2         |           | 19         |
| Pillao Matao     |           |           | 3         |           |           |           |           |           |           | 3          |
| Pumamarca        |           | 3         |           | 6         |           |           | 3         |           |           | 12         |
| Saphi            |           |           | 5         |           |           |           |           | 6         |           | 11         |
| Saylla-huacarpay |           |           |           | 3         |           |           |           |           |           | 3          |
| Tankarpata       |           |           |           | 3         |           | 1         |           |           |           | 4          |
| Uscullopata      |           |           |           |           |           |           | 3         |           |           | 3          |
| <b>Total</b>     | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>53</b> | <b>32</b> | <b>14</b> | <b>21</b> | <b>18</b> | <b>16</b> | <b>15</b> | <b>205</b> |

Fuente: Elaborado con resultados del presente estudio.

El cuadro N° 9, permite ver, que la mayor cantidad de registros se realizaron en las Microcuencas de Lucre, Huillcarpay, Huacahuatana y Oropesa, y las microcuencas en las que se obtuvo menor cantidad de registros fueron Cachimayo, Saylla-Huacarpay y Uscullopata. Sin embargo, hay que ser cauteloso en inferir que dichas microcuencas poseen mayores o menores condiciones para sostener picaflores, pues también afecto la fecha del muestreo y el número de veces que se visitó a cada una de ellas.

Cuadro N° 10: Número de individuos de Trochilidae y frecuencia de lugares en los que se los registró.

| Especies                       | Angostura | Cachimayo | Choquepata | Huacahuatana | Huaccoto  | Huambutio | Huancaro-chocco | Huillcarpay | Kayra     | Larapa    | Lucre     | Molleray | Oropesa   | Pillao Matao | Pumamarca | Saphi     | Saylla-huacarpay | Tankarpata | Uscullopata | Total de individuos | Frecuencia de lugares |
|--------------------------------|-----------|-----------|------------|--------------|-----------|-----------|-----------------|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|--------------|-----------|-----------|------------------|------------|-------------|---------------------|-----------------------|
| <i>Aglaeactis castelnaudii</i> |           |           |            |              |           |           | 1               |             |           |           |           |          |           |              |           |           |                  |            |             | 1                   | 1/19                  |
| <i>Aglaeactis cupripennis</i>  |           |           |            |              | 1         |           |                 | 3           |           |           | 3         |          | 3         |              | 1         | 1         |                  |            |             | 12                  | 6/19                  |
| <i>Amazilia chionogaster</i>   |           |           |            | 2            | 1         |           |                 | 2           |           |           | 1         |          |           |              |           |           |                  | 1          |             | 7                   | 5/19                  |
| <i>Colibri coruscans</i>       | 1         | 1         | 3          | 13           | 3         | 5         | 5               | 15          | 6         | 6         | 8         | 2        | 8         | 2            | 7         | 6         |                  | 2          | 1           | 94                  | 18/19                 |
| <i>Lesbia nuna</i>             | 1         |           |            |              |           |           | 4               |             |           |           | 1         |          |           |              |           | 3         | 3                |            |             | 12                  | 5/19                  |
| <i>Lesbia victoriae</i>        |           |           |            |              |           |           | 3               |             |           |           | 1         |          |           |              |           | 1         |                  |            |             | 5                   | 4/19                  |
| <i>Metallura tyrianthina</i>   |           |           |            |              | 1         |           |                 |             |           |           |           |          |           |              |           |           |                  |            |             | 1                   | 1/19                  |
| <i>Oreonympha nobilis</i>      |           |           |            | 2            | 3         | 3         |                 | 1           | 1         | 2         | 7         |          | 1         |              | 1         |           |                  |            |             | 21                  | 9/19                  |
| <i>Oreotrochilus estella</i>   |           |           |            |              |           |           |                 |             |           |           | 1         |          |           |              |           |           |                  |            |             | 1                   | 1/19                  |
| <i>Patagona gigas</i>          | 2         |           | 2          | 2            | 4         | 2         | 1               | 5           | 4         | 3         | 12        |          | 7         | 1            | 3         |           |                  | 1          | 2           | 51                  | 15/19                 |
| <b>Total de especies</b>       | <b>3</b>  | <b>1</b>  | <b>2</b>   | <b>4</b>     | <b>6</b>  | <b>3</b>  | <b>5</b>        | <b>5</b>    | <b>3</b>  | <b>3</b>  | <b>8</b>  | <b>1</b> | <b>4</b>  | <b>2</b>     | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>1</b>         | <b>3</b>   | <b>2</b>    |                     |                       |
| <b>Total de individuos</b>     | <b>4</b>  | <b>1</b>  | <b>5</b>   | <b>19</b>    | <b>13</b> | <b>10</b> | <b>14</b>       | <b>26</b>   | <b>11</b> | <b>11</b> | <b>34</b> | <b>2</b> | <b>19</b> | <b>3</b>     | <b>12</b> | <b>11</b> | <b>3</b>         | <b>4</b>   | <b>3</b>    | <b>205</b>          |                       |

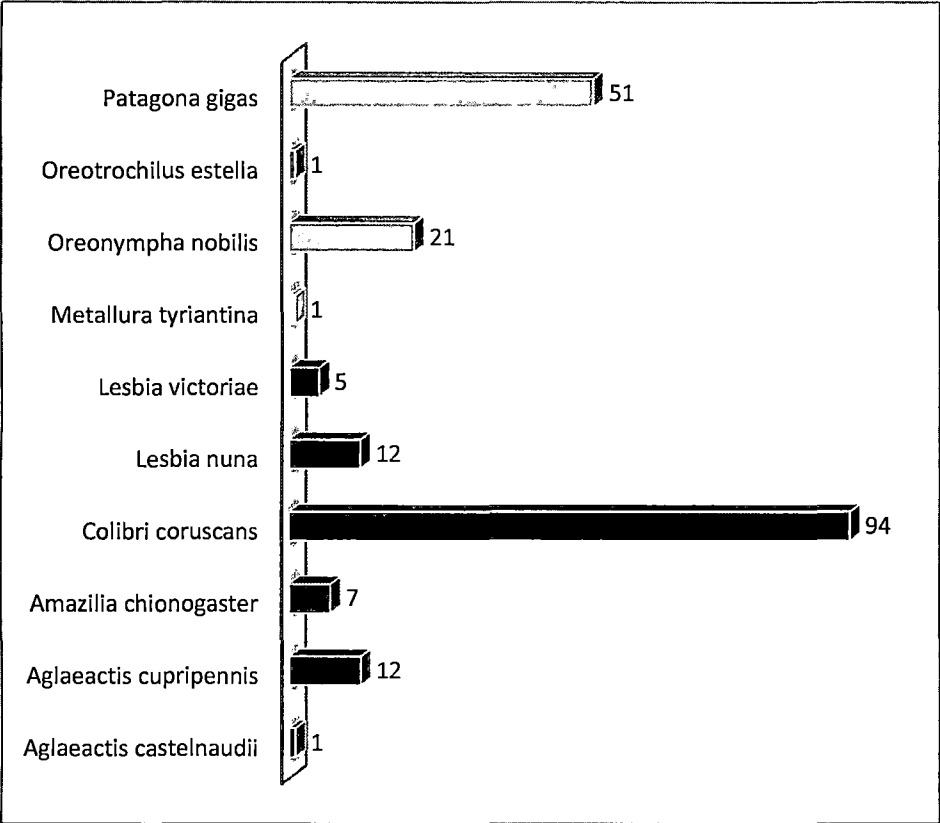
Fuente: Elaborado con resultados del presente estudio.

Cuadro N° 11: Número de registros de Trochilidae por especies en cada microcuenca.

| Microcuenca y especies         | N° de registros | Microcuenca y especies        | N° de registros |
|--------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|
| <b>Angostura</b>               | <b>4</b>        | <b>Larapa</b>                 | <b>11</b>       |
| <i>Colibri coruscans</i>       | 1               | <i>Colibri coruscans</i>      | 6               |
| <i>Lesbia nuna</i>             | 1               | <i>Oreonympha nobilis</i>     | 2               |
| <i>Patagona gigas</i>          | 2               | <i>Patagona gigas</i>         | 3               |
| <b>Cachimayo</b>               | <b>1</b>        | <b>Lucre</b>                  | <b>34</b>       |
| <i>Colibri coruscans</i>       | 1               | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | 3               |
| <b>Choquepata</b>              | <b>5</b>        | <i>Amazilia chionogaster</i>  | 1               |
| <i>Colibri coruscans</i>       | 3               | <i>Colibri coruscans</i>      | 8               |
| <i>Patagona gigas</i>          | 2               | <i>Lesbia nuna</i>            | 1               |
| <b>Huacahuatana</b>            | <b>19</b>       | <i>Lesbia victoriae</i>       | 1               |
| <i>Amazilia chionogaster</i>   | 2               | <i>Oreonympha nobilis</i>     | 7               |
| <i>Colibri coruscans</i>       | 13              | <i>Oreotrochilus estella</i>  | 1               |
| <i>Oreonympha nobilis</i>      | 2               | <i>Patagona gigas</i>         | 12              |
| <i>Patagona gigas</i>          | 2               | <b>Molleray</b>               | <b>2</b>        |
| <b>Huaccoto</b>                | <b>13</b>       | <i>Colibri coruscans</i>      | 2               |
| <i>Aglaeactis cupripennis</i>  | 1               | <b>Oropesa</b>                | <b>19</b>       |
| <i>Amazilia chionogaster</i>   | 1               | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | 3               |
| <i>Colibri coruscans</i>       | 3               | <i>Colibri coruscans</i>      | 8               |
| <i>Metallura tyriantina</i>    | 1               | <i>Oreonympha nobilis</i>     | 1               |
| <i>Oreonympha nobilis</i>      | 3               | <i>Patagona gigas</i>         | 7               |
| <i>Patagona gigas</i>          | 4               | <b>Pillao Matao</b>           | <b>3</b>        |
| <b>Huambutio</b>               | <b>10</b>       | <i>Colibri coruscans</i>      | 2               |
| <i>Colibri coruscans</i>       | 5               | <i>Patagona gigas</i>         | 1               |
| <i>Oreonympha nobilis</i>      | 3               | <b>Pumamarca</b>              | <b>12</b>       |
| <i>Patagona gigas</i>          | 2               | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | 1               |
| <b>Huancaro-chocco</b>         | <b>14</b>       | <i>Colibri coruscans</i>      | 7               |
| <i>Aglaeactis castelnaudii</i> | 1               | <i>Oreonympha nobilis</i>     | 1               |
| <i>Colibri coruscans</i>       | 5               | <i>Patagona gigas</i>         | 3               |
| <i>Lesbia nuna</i>             | 4               | <b>Saphi</b>                  | <b>11</b>       |
| <i>Lesbia victoriae</i>        | 3               | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | 1               |
| <i>Patagona gigas</i>          | 1               | <i>Colibri coruscans</i>      | 6               |
| <b>Huillcarpay</b>             | <b>26</b>       | <i>Lesbia nuna</i>            | 3               |
| <i>Aglaeactis cupripennis</i>  | 3               | <i>Lesbia victoriae</i>       | 1               |
| <i>Amazilia chionogaster</i>   | 2               | <b>Saylla-huacarpay</b>       | <b>3</b>        |
| <i>Colibri coruscans</i>       | 15              | <i>Lesbia nuna</i>            | 3               |
| <i>Oreonympha nobilis</i>      | 1               | <b>Tankarpata</b>             | <b>4</b>        |
| <i>Patagona gigas</i>          | 5               | <i>Amazilia chionogaster</i>  | 1               |
| <b>Kayra</b>                   | <b>11</b>       | <i>Colibri coruscans</i>      | 2               |
| <i>Colibri coruscans</i>       | 6               | <i>Patagona gigas</i>         | 1               |
| <i>Oreonympha nobilis</i>      | 1               | <b>Uscullopata</b>            | <b>3</b>        |
| <i>Patagona gigas</i>          | 4               | <i>Colibri coruscans</i>      | 1               |
|                                |                 | <i>Patagona gigas</i>         | 2               |

Siguiendo el cuadro N° 10 y el N° 11, se puede ver, que las microcuencas, en las cuales se registraron mayor número de especies fueron la Microcuenca de Lucre con 8 especies y la de Huaccoto con 6 especies. Y las que menos número de especies presentaron, fueron la Microcuenca de Cachimayo y Molleray con 1 especie cada una. Pero, en los cuadros N° 10 y N° 11, no se menciona, las especies que se registraron en la etapa de corroboración del modelo, en la que en algunos casos, hubo un incremento de especies para cada microcuenca.

Figura N° 2: Número de registros de cada especie.



Fuente: Elaborado con resultados del presente estudio.

La Figura N° 2, permite apreciar que la especie, con mayor número de registros durante el muestreo in situ, dentro de la Cuenca del Río Huatanay, fue *Colibri coruscans*, la cual se pudo observar en la totalidad de las microcuencas que fueron muestreadas, seguida por *Patagona gigas* y el picaflor endémico de Perú *Oreonympha nobilis*. Mientras que las especies con menor número de registros durante el muestreo fueron *Aglaeactis castelnaudii*, *Metallura tyriantina* y *Oreotrochilus estella*. Cabe aclarar, que el número total de registros de cada especie, aumentó en la etapa de corroboración del modelo, sin

embargo, esos datos no se consideraron en este cuadro debido a que el análisis de dichos datos, fue considerado para la parte de ponderación para Áreas de Conservación.

**Cuadro N° 12: Número de registros de Trochilidae en función a la unidad de cobertura vegetal.**

| <b>Unidad de Cobertura Vegetal</b>                                          | <b>Registros</b> | <b>Porcentaje (%)</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|
| Plantación de estrato medio denso de eucalipto                              | 32               | 15.61                 |
| Matorral denso inerme                                                       | 23               | 11.22                 |
| Área de cultivo en secano                                                   | 22               | 10.73                 |
| Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                                   | 22               | 10.73                 |
| Área de cultivo con riego                                                   | 14               | 6.83                  |
| Matorral ralo inerme                                                        | 13               | 6.34                  |
| Área de ocupación urbana                                                    | 11               | 5.37                  |
| Matorral ralo subinerme                                                     | 10               | 4.88                  |
| Matorral inerme asociado con cultivo en secano                              | 9                | 4.39                  |
| Plantación de estrato medio ralo de eucalipto                               | 8                | 3.90                  |
| Bosque de estrato bajo denso de chachacomo                                  | 7                | 3.41                  |
| Bosque de estrato bajo denso de tasta                                       | 7                | 3.41                  |
| Bofedal                                                                     | 5                | 2.44                  |
| Matorral denso subinerme                                                    | 5                | 2.44                  |
| Área sin vegetación                                                         | 4                | 1.95                  |
| Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con plantaciones de eucalipto | 4                | 1.95                  |
| Área de cultivo con riego y agroforestería                                  | 2                | 0.98                  |
| Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con cultivo en secano         | 2                | 0.98                  |
| Bosque de estrato bajo denso de molle                                       | 2                | 0.98                  |
| Bosque de estrato bajo denso de queuña                                      | 2                | 0.98                  |
| Área de cultivo en secano con agroforestería                                | 1                | 0.49                  |
| <b>Total general</b>                                                        | <b>205</b>       | <b>100.00</b>         |

Fuente: Elaborado con resultados del presente estudio.

En el cuadro N°12 se observa que las unidades vegetales en las cuales se tuvieron mayor número de registros de picaflores, están las “plantaciones de estrato medio de eucalipto”, los “matorrales densos inermes”, las “áreas de cultivo en secano” y los “bosques de estrato ralo de Chachacomo”. Y las unidades vegetales, en las que hubo menor número de registros, fueron los “bosques de estrato bajo denso de queuña” y las “áreas de cultivo en secano con agroforestería”. Sin embargo, no indica del todo, que sean lugares de mejores o peores condiciones para picaflores, pues las dificultades de acceso y visibilidad en zonas densas podrían haber creado vacíos en los registros. Para aseverar que cada una de estas unidades posee un verdadero potencial para picaflores, se tiene que validar con el modelo MaxEnt que se usó en el paso siguiente.

Cuadro N° 13: Número de registros por especie vegetal o lugar de registro.

| Especie Vegetal y/o lugar de registro | Número de registros | Porcentaje (%) |
|---------------------------------------|---------------------|----------------|
| Volando                               | 48                  | 23.41          |
| <i>Eucaliptus globulus</i>            | 28                  | 13.66          |
| <i>Escallonia resinosa</i>            | 27                  | 13.17          |
| <i>Cantua buxifolia</i>               | 15                  | 7.32           |
| <i>Mutisia acuminata</i>              | 14                  | 6.83           |
| <i>Nicotiana spp</i>                  | 14                  | 6.83           |
| <i>Puya spp</i>                       | 11                  | 5.37           |
| <i>Colletia sp</i>                    | 9                   | 4.39           |
| <i>Salvia sp</i>                      | 9                   | 4.39           |
| <i>Bomarea sp</i>                     | 6                   | 2.93           |
| Matorral                              | 4                   | 1.95           |
| <i>Baccharis sp</i>                   | 3                   | 1.46           |
| <i>Barnadesia sp</i>                  | 3                   | 1.46           |
| <i>Escallonia myrtilloides</i>        | 3                   | 1.46           |
| <i>Prunus serotina</i>                | 3                   | 1.46           |
| <i>Senna birostris</i>                | 3                   | 1.46           |
| <i>Schinus molle</i>                  | 2                   | 0.98           |
| <i>Baccharis latifolia</i>            | 1                   | 0.49           |
| <i>Passifloraceae</i>                 | 1                   | 0.49           |
| <i>Zea mais</i>                       | 1                   | 0.49           |
| <b>Total general</b>                  | <b>205</b>          | <b>100</b>     |

Fuente: Elaborado con resultados del presente estudio.

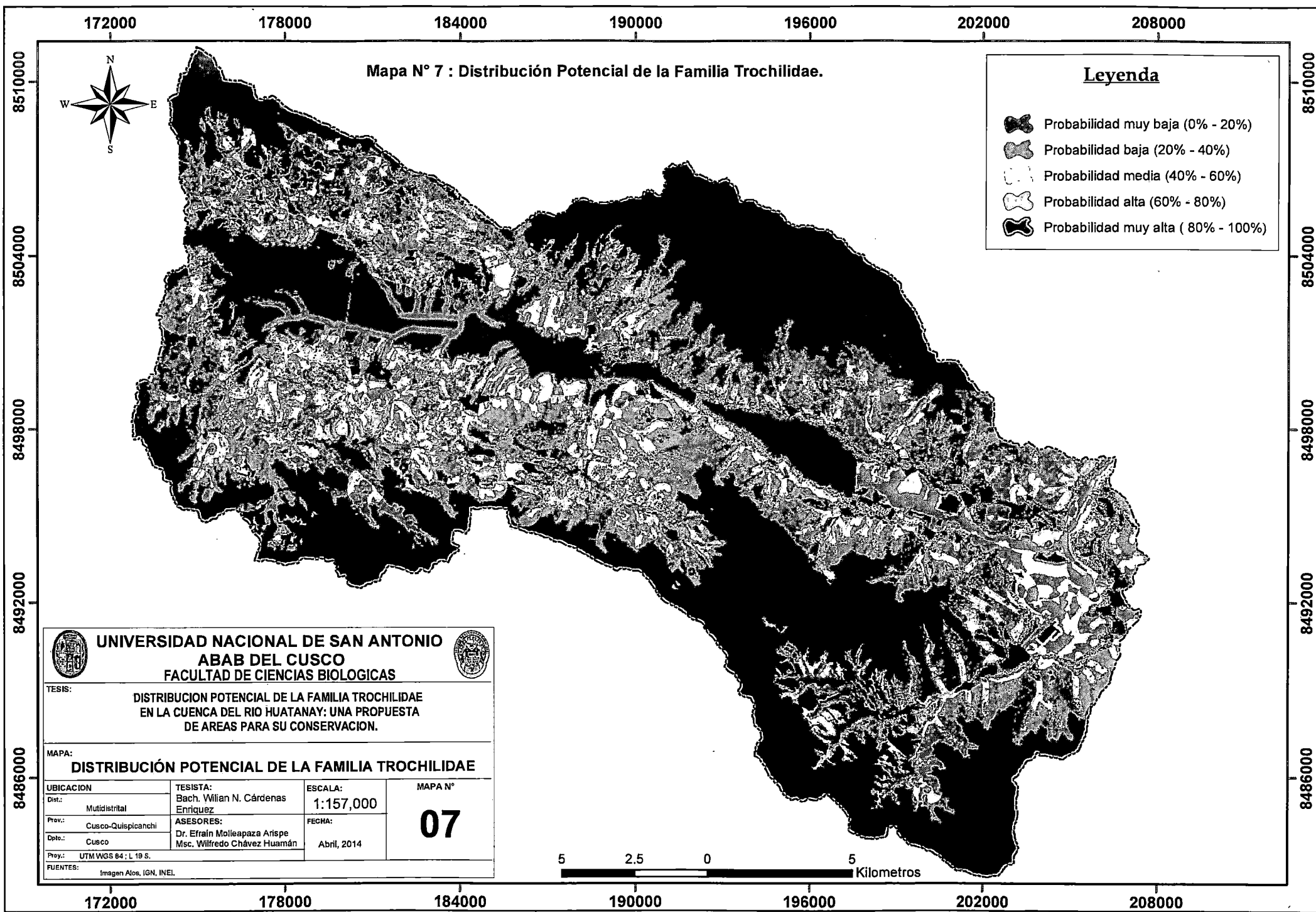
El cuadro N° 13, indica que el mayor número de registros, no se realizó en un lugar preciso, sino más bien se registró a muchos individuos y especies, mientras volaban en distintos lugares, ya sea en cielo abierto, cerca de fuentes de agua, o lugares inciertos, que dificultaron el registro de la especie vegetal en la que se encontraba perchedo o alimentándose, representando el 23.41% de los registros. También se tuvo un alto número de registros, en la especie *Eucaliptus globulus* con el 13.66%, *Escallonia resinosa* con el 13.17 %, constituyéndose en las dos especies vegetales en las que mayor número de registros se obtuvo, seguidos de *Cantua buxifolia* con el 7.32%, *Mutisia acuminata* con el 6.83%, *Nicotiana spp* con el 6.83 %, y *Puya spp* con el 5.37% de los registros. Todas especies que poseen flores. Y en las especies que se tuvo un menor número de registros fue en *Zea mais* (cultivo), en donde se le registro perchedo, así también en una *Passifloraceae* y *Baccharis latifolia*, con un 0.49% de los registros para cada uno respectivamente.

#### 4.1.2. Modelamiento de Distribución Potencial con el Método MaxEnt

Mapa N° 6: Mapa de salida del modelo MaxEnt en formato logístico con valores entre 0-1



En el mapa N°6, los tonos más cálidos muestran las áreas con mayor probabilidad de ocurrencia de la Familia Trochilidae, los puntos blancos muestran los registros (presencias), mientras que los puntos violetas muestran los puntos de entrenamiento (con los que se validó el modelo). El mapa anterior, es el que arrojó MaxEnt en formato logístico luego de realizar la corrida de las presencias de Trochilidae dentro de la Cuenca del Huatanay, dichas probabilidades de ocurrencia se encuentran divididas en 14 tonalidades de color o categorías, en la que cada una representa la calidad de hábitat para Trochilidae. Mientras más cercano se encuentre un pixel del mapa al valor de 1, indicará que las condiciones del hábitat en esa área, representa condiciones favorables para Trochilidae.



Mapa N° 7 : Distribución Potencial de la Familia Trochilidae.

**Leyenda**

- Probabilidad muy baja (0% - 20%)
- Probabilidad baja (20% - 40%)
- Probabilidad media (40% - 60%)
- Probabilidad alta (60% - 80%)
- Probabilidad muy alta (80% - 100%)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO**  
**ABAB DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



TESIS:  
**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA FAMILIA TROCHILIDAE**  
**EN LA CUENCA DEL RÍO HUATANAY: UNA PROPUESTA**  
**DE ÁREAS PARA SU CONSERVACIÓN.**

MAPA:  
**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA FAMILIA TROCHILIDAE**

|                                |  |                                                             |             |                          |
|--------------------------------|--|-------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|
| UBICACION                      |  | TESISTA:                                                    | ESCALA:     | MAPA N°<br><br><b>07</b> |
| Dist.:<br>Mutidistrital        |  | Bach. Wilian N. Cárdenas<br>Enriquez                        | 1:157,000   |                          |
| Prov.:<br>Cusco-Quispicanchi   |  | ASESORES:                                                   | FECHA:      |                          |
| Dpto.:<br>Cusco                |  | Dr. Efraín Molleapaza Arispe<br>Msc. Wilfredo Chávez Huamán | Abril, 2014 |                          |
| Proy.:<br>UTM WGS 84 : L 19 S. |  |                                                             |             |                          |
| FUENTES:                       |  | Imagen Alos, IGN, INEI.                                     |             |                          |

5 2.5 0 5 Kilómetros

El Mapa N° 7, es el generado a partir del Mapa N° 6 arrojado por MaxEnt, en el software ArcGis 10.1, y ha sido reclasificado en 5 categorías:

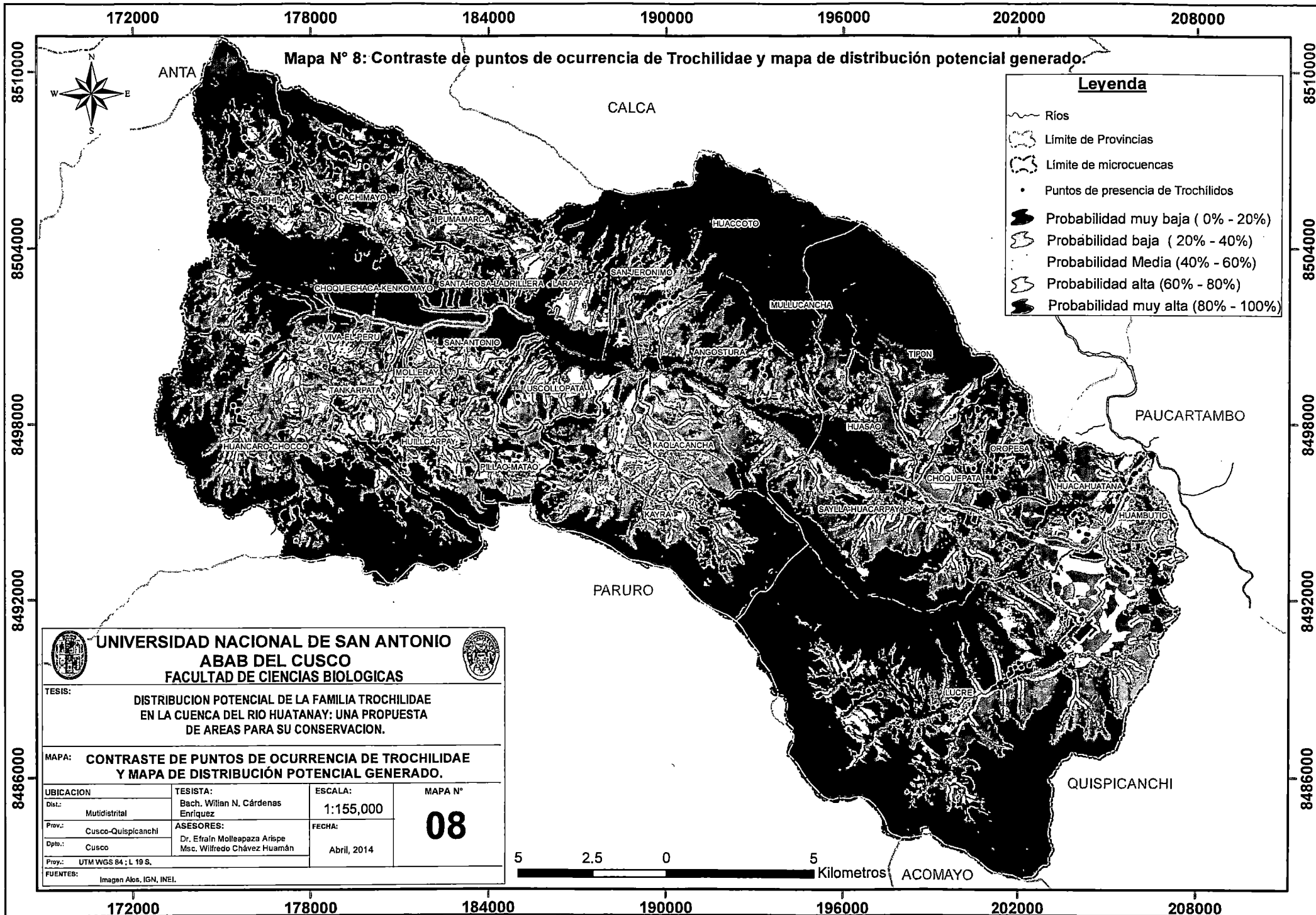
**Cuadro N° 14: Reclasificación de resultados de MaxEnt**

| Probabilidad | Valor | Porcentaje de ocurrencia |
|--------------|-------|--------------------------|
| Muy Baja     | 1     | [0% - 20%]               |
| Baja         | 2     | ]20% - 40%]              |
| Media        | 3     | ]40% - 60%]              |
| Alta         | 4     | ]60% - 80%]              |
| Muy Alta     | 5     | ]80% - 100%]             |

**Cuadro N° 15: Micruencas y áreas (ha) que contienen, cada una de las categorías de probabilidad halladas con MaxEnt.**

| N° | Microcuenca           | 1 (ha)           | 2 (ha)          | 3 (ha)          | 4 (ha)         | 5 (ha)        | Total            | Porcentaje    |
|----|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|------------------|---------------|
| 1  | LUCRE                 | 9597.28          | 4391.02         | 1529.88         | 1061.44        | 88.56         | 16668.19         | 8.43          |
| 2  | HUANCARO-CHOCOCO      | 11958.17         | 2201.58         | 845.06          | 273.07         | 19.19         | 15297.09         | 7.74          |
| 3  | SAYLLA-HUACARPAY      | 11056.91         | 2255.33         | 960.07          | 647.07         | 34.24         | 14953.63         | 7.56          |
| 4  | KAYRA                 | 10242.56         | 3594.81         | 758.73          | 294.92         | 34.63         | 14925.66         | 7.55          |
| 5  | KAQLACANCHA           | 10108.98         | 2062.46         | 291.65          | 57.73          |               | 12520.81         | 6.33          |
| 6  | PILLAO-MATAO          | 10185.87         | 1158.21         | 424.55          | 151.14         | 55.70         | 11975.47         | 6.06          |
| 7  | HUILLCARPAY           | 9305.95          | 1129.01         | 531.73          | 268.88         | 48.23         | 11283.80         | 5.71          |
| 8  | PUMAMARCA             | 7319.63          | 1781.06         | 490.79          | 185.11         | 76.47         | 9853.06          | 4.98          |
| 9  | ANGOSTURA             | 6844.62          | 1349.62         | 292.83          | 98.60          | 2.61          | 8588.28          | 4.34          |
| 10 | LARAPA                | 6049.46          | 1175.08         | 280.55          | 77.09          | 4.03          | 7586.20          | 3.84          |
| 11 | HUASAO                | 5777.89          | 863.11          | 143.08          | 523.76         | 14.96         | 7322.80          | 3.70          |
| 12 | HUACCOTO              | 6054.08          | 803.72          | 166.73          | 83.53          | 15.07         | 7123.13          | 3.60          |
| 13 | SAN-JERONIMO          | 6072.04          | 418.77          | 235.27          | 107.81         | 6.74          | 6840.64          | 3.46          |
| 14 | TIPON                 | 5092.61          | 947.35          | 190.32          | 551.85         | 14.32         | 6796.45          | 3.44          |
| 15 | MULLUCANCHA           | 5754.65          | 830.53          | 97.70           | 38.81          | 6.54          | 6728.24          | 3.40          |
| 16 | OROPESA               | 5303.11          | 540.67          | 172.52          | 524.79         | 15.98         | 6557.06          | 3.32          |
| 17 | CHOQUEPATA            | 5143.44          | 519.63          | 124.45          | 538.20         | 15.57         | 6341.29          | 3.21          |
| 18 | SAPHI                 | 3069.23          | 2496.48         | 437.34          | 236.79         | 38.75         | 6278.59          | 3.17          |
| 19 | CACHIMAYO             | 3157.94          | 1537.55         | 431.12          | 131.01         | 32.36         | 5289.98          | 2.68          |
| 20 | CHOQUECHACA-KENKOMAYO | 1751.91          | 1399.23         | 59.84           | 0.37           |               | 3211.36          | 1.62          |
| 21 | USCOLLOPATA           | 1022.46          | 576.69          | 299.59          | 138.53         | 34.56         | 2071.83          | 1.05          |
| 22 | TANKARPATA            | 132.82           | 1064.33         | 490.78          | 217.35         | 18.47         | 1923.75          | 0.97          |
| 23 | SAN-ANTONIO           | 1070.80          | 655.89          | 108.20          | 21.20          | 3.24          | 1859.34          | 0.94          |
| 24 | HUACAHUATANA          | 194.05           | 793.34          | 351.00          | 515.39         | 3.76          | 1857.54          | 0.94          |
| 25 | HUAMBUTIO             | 73.69            | 199.86          | 318.98          | 506.56         | 17.68         | 1116.77          | 0.56          |
| 26 | VIVA-EL-PERU          | 104.18           | 737.74          | 158.41          | 6.54           |               | 1006.86          | 0.51          |
| 27 | MOLLERAY              | 9.49             | 481.68          | 278.23          | 119.69         | 45.08         | 934.16           | 0.47          |
| 28 | SANTA-ROSA-LADRILLERA | 106.13           | 681.05          | 10.16           | 10.19          | 35.06         | 842.59           | 0.43          |
|    | <b>Total</b>          | <b>142559.96</b> | <b>36645.79</b> | <b>10479.59</b> | <b>7387.41</b> | <b>681.83</b> | <b>197754.57</b> | <b>100.00</b> |

Mapa N° 8: Contraste de puntos de ocurrencia de Trochilidae y mapa de distribución potencial generado.



**Levenda**

- Ríos
- Límite de Provincias
- Límite de microcuencas
- Puntos de presencia de Trochilidos
- Probabilidad muy baja ( 0% - 20%)
- Probabilidad baja ( 20% - 40%)
- Probabilidad Media (40% - 60%)
- Probabilidad alta (60% - 80%)
- Probabilidad muy alta (80% - 100%)



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO**

**ABAB DELCUSO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**TESIS:**

**DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA FAMILIA TROCHILIDAE  
EN LA CUENCA DEL RIO HUATANAY: UNA PROPUESTA  
DE AREAS PARA SU CONSERVACION.**

---

**MAPA:** **CONTRASTE DE PUNTOS DE OCURRENCIA DE TROCHILIDAE  
Y MAPA DE DISTRIBUCIÓN POTENCIAL GENERADO.**

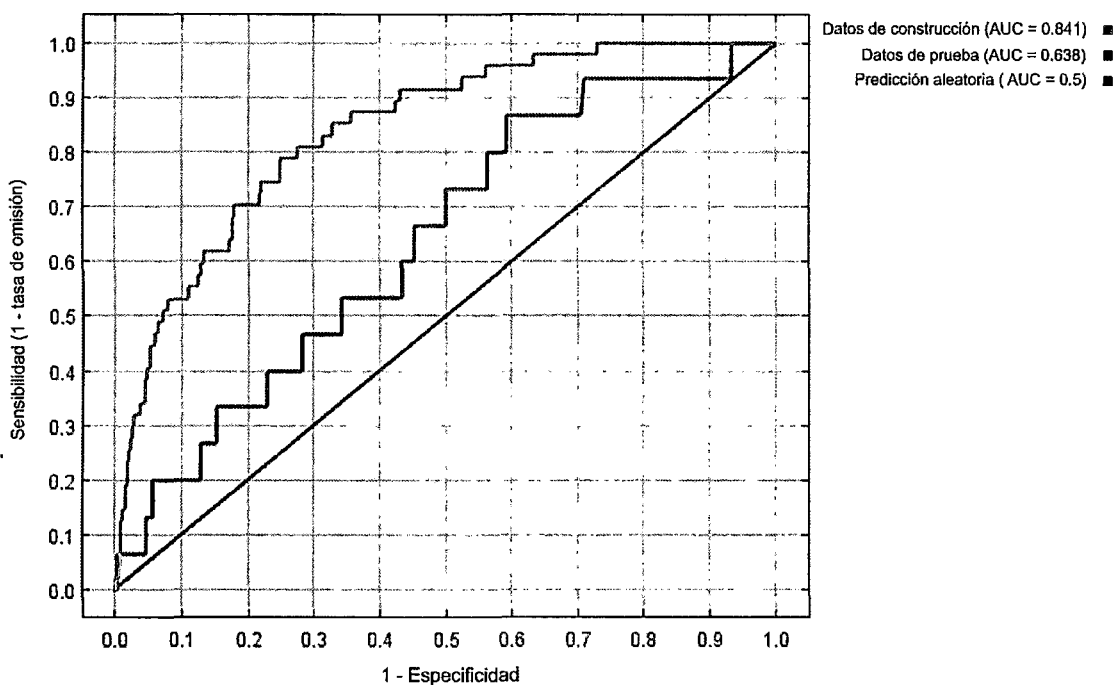
|                                  |                                                             |                |                |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| <b>UBICACION</b>                 | <b>TESISTA:</b>                                             | <b>ESCALA:</b> | <b>MAPA N°</b> |
| Dist.: Mutidistrital             | Bach. Willian N. Cárdenas<br>Enriquez                       | 1:155,000      | <b>08</b>      |
| Prov.: Cusco-Quispicanchi        | <b>ASESORES:</b>                                            | <b>FECHA:</b>  |                |
| Dpto.: Cusco                     | Dr. Efraín Molleapaza Arispe<br>Msc. Wilfredo Chávez Huamán | Abril, 2014    |                |
| Proy.: UTM WGS 84; L 19 S.       |                                                             |                |                |
| FUENTES: Imagen Alos, IGN, INEI. |                                                             |                |                |

Como se puede observar en el Mapa N° 8, no todos los lugares donde se tuvo registros de picaflores fueron considerados como áreas potenciales por MaxEnt, como por ejemplo Larapa, Parte de Lucre, Huacahuatana, etc.; y así mismo, se tienen lugares en donde no se tuvo registros a causa de no haber sido muestreados, sin embargo, MaxEnt los catalogó como sitios potenciales (Tipón, Huasao, Mullucancha, Kaqlacancha, Saylla-Huacarpay). Del mismo modo, en el Mapa N° 8, se incluyó los límites de las 28 microcuencas, para tener un panorama relativo del total de área de alto potencial para picaflores en cada una de ellas.

Para validar el modelo, se corrió la curva operada por el receptor (ROC, por sus siglas en ingles), para los datos de entrenamiento y los datos de prueba, debajo de cada una de estas funciones se presenta el área debajo de la curva (AUC, por sus siglas en ingles), el cual tuvo un valor de 0.841, todo esto se muestra en la Figura N° 3.

**Figura N° 3: Curva Operada por el Receptor (ROC), para los datos de entrenamiento y de prueba.**

**Sensibilidad vs 1 - Especificidad para Trochilidae**



El modelo que se generó en MaxEnt, Presenta un Área debajo de la Curva (AUC) con un valor de 0.841. Las líneas azul y roja difieren notablemente, debido a que se usó el 75% de los datos para el entrenamiento (construcción) del modelo, por consiguiente es normal que la curva roja (entrenamiento) muestre un mayor AUC que la curva azul (prueba). Phillips et al. (2006); indica que la curva roja (entrenamiento) representa el ajuste

del modelo a los datos de entrenamiento y es la auténtica prueba de la capacidad que tienen los modelos de predecir, la línea negra muestra lo que se esperaría si el modelo no fuese mejor que el azar. Si la curva azul (entrenamiento), estuviera por debajo de la línea negra; entonces significaría que su modelo se desempeña peor de lo que lo haría un modelo aleatorio.

**Factores Ambientales que más influyen en la distribución de la Familia Trochilidae**

**Cuadro N° 16: Variables que más contribuyeron al modelo.**

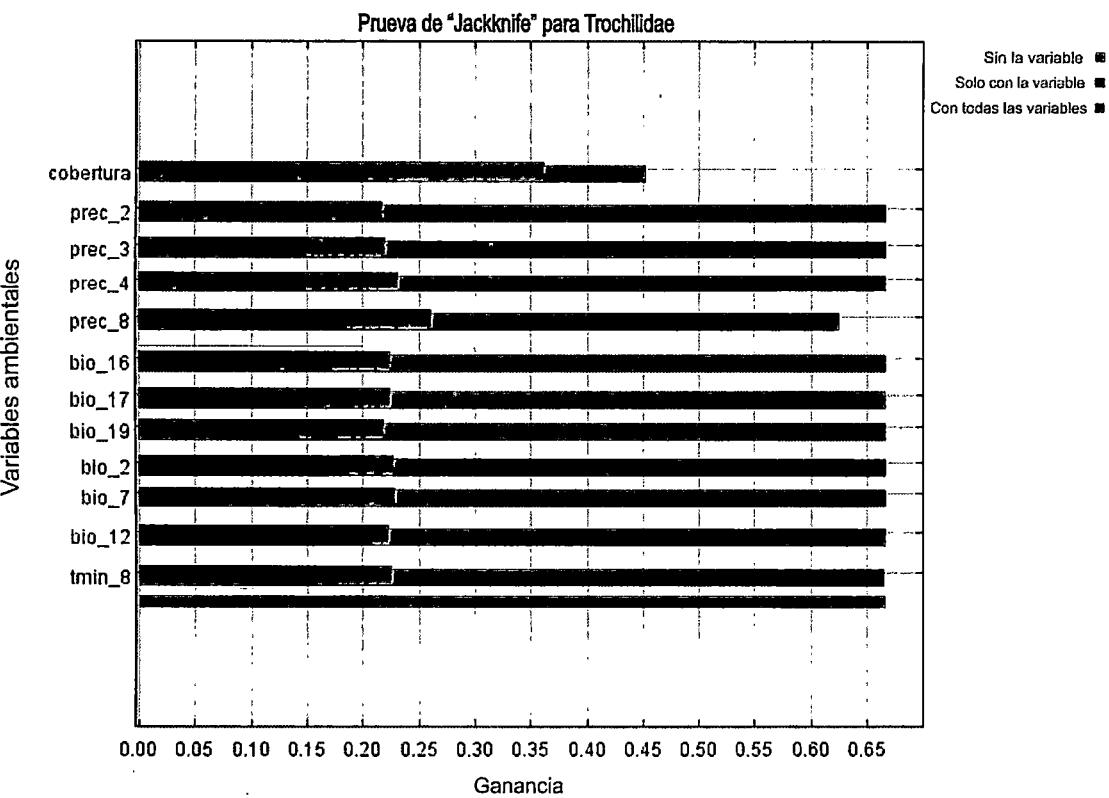
| Variable                       | Contribución porcentual | Importancia de intercambio |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Cobertura Vegetal              | 40.7                    | 32.7                       |
| Biotemperatura2                | 21.7                    | 0                          |
| Distancia a ríos               | 9.7                     | 0.8                        |
| Distancia a centros poblados   | 9.3                     | 6.9                        |
| Precipitación de agosto        | 6.1                     | 6                          |
| Biotemperatura6                | 3.3                     | 0                          |
| Biotemperatura14               | 2.5                     | 1.1                        |
| Biotemperatura15               | 2.1                     | 1.3                        |
| Biotemperatura11               | 1.3                     | 0                          |
| Temperatura media de noviembre | 1.1                     | 0                          |
| Precipitación de octubre       | 0.9                     | 0.7                        |
| Temperatura mínima de agosto   | 0.3                     | 43.3                       |
| Precipitación de diciembre     | 0.3                     | 2.4                        |
| Precipitación de abril         | 0.2                     | 0                          |
| Biotemperatura18               | 0.2                     | 0                          |
| Biotemperatura17               | 0.1                     | 4.1                        |
| Temperatura mínima de junio    | 0.1                     | 0                          |
| Precipitación de junio         | 0.1                     | 0.7                        |

Fuente: En base a resultados del presente estudio.

El cuadro N° 16, representa los porcentajes de contribución de cada variable que usó MaxEnt para generar el modelo, sin embargo, este proceso es heurístico, dependiente únicamente de la ruta particular del programa. Por lo tanto, no indica del todo, que una u otra variable, sea más importante para explicar la distribución de la entidad, en este caso la distribución de Trochilidae. Pues un algoritmo diferente a MaxEnt, puede llegar al mismo resultado por una ruta distinta. De esta manera, únicamente indica que la variable cobertura vegetal, la biotemperatura 2, la distancia a los ríos, la distancia a los poblados y la precipitación del mes de agosto, fueron las capas que más usó el programa para resolver el algoritmo.

Por tal motivo, se corrió la prueba de “jackknife”, a fin de saber cuáles fueron las variables que explican de mejor manera la distribución de los Trochilidae por sí solas.

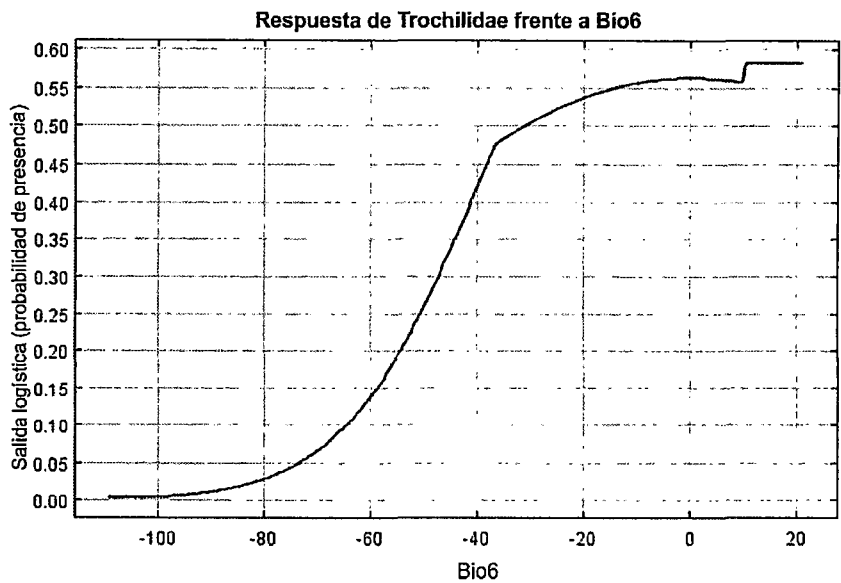
Figura N° 4: Prueba de "Jackknife" para la importancia de las variables.



En la Figura N° 4, se presenta las 12 variables que más ganancia aportan al modelo generado por MaxEnt. Las barras en azul, son las corridas del modelo usando solo una variable, las barras en verde claro, son las corridas del modelo, sin ninguna variable, de tal modo, que mientras más decrezca, sugiere que la variable posee información útil, la cual no está contenida en las demás variables. Para el caso de esta corrida, indica que la capa de cobertura vegetal permite un ajuste razonablemente bueno a los datos de entrenamiento, y por lo tanto es útil para estimar la distribución de Trochilidae.

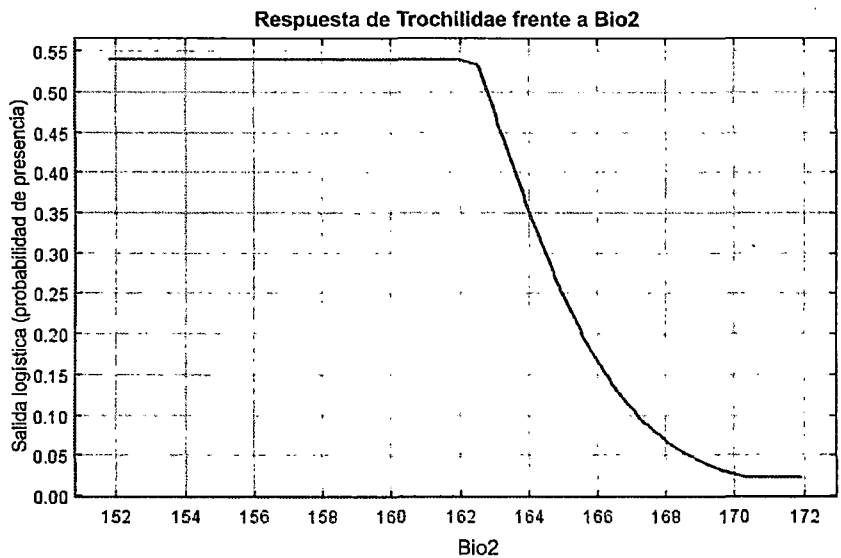
Seguidamente, se tiene los resultados de las curvas de respuesta de las variables con mayor porcentaje de contribución al modelo generado por MaxEnt. Se destaca que los valores del eje de las ordenadas correspondientes a temperatura, y biotemperatura, estan multiplicados por el valor de 10, los cuales vienen por defecto al ser descargados del BioClim. En el caso especial de distancia a fuentes de agua y centros poblados, se adjunta el análisis de los estadísticos descriptivos procesados en el software SPSS.

Figura N° 5: Curva de respuesta de Biotemperatura 6.



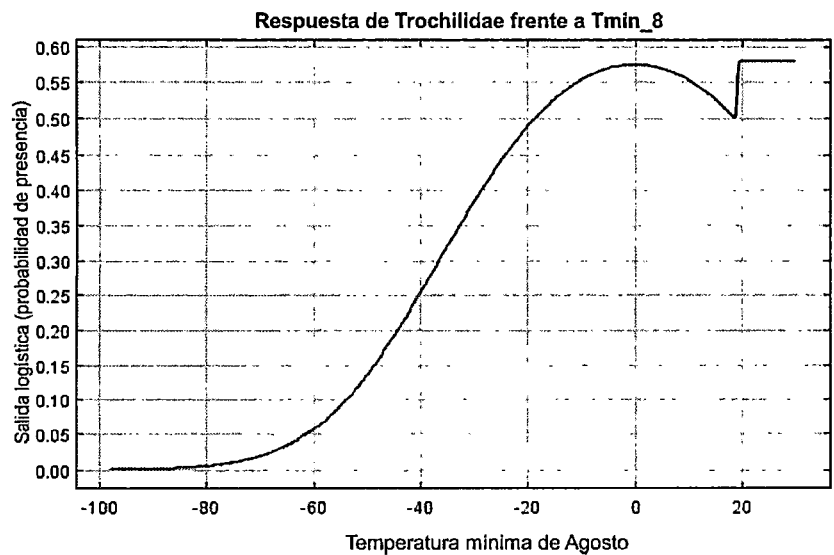
La respuesta de los picaflores frente a la Bio6 (temperatura mínima del mes más frío), indica que si esta temperatura se encuentra por debajo de los 0°C, existirá muy poca probabilidad de que se encuentren individuos en un lugar determinado, sin embargo, si esta temperatura es mayor a 0°C, la probabilidad de ocurrencia aumenta.

Figura N° 6: Curva de respuesta de Biotemperatura 2.



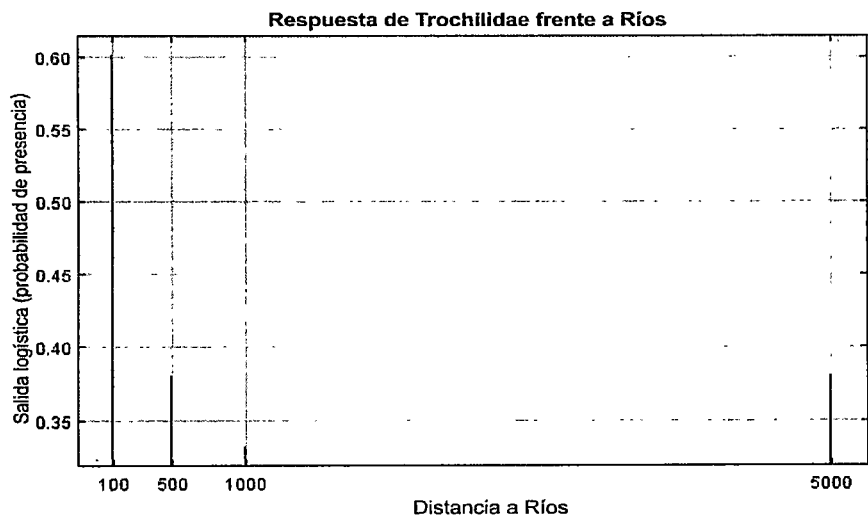
En la figura N° 6, se observa que si la Bio2 (Rango medio anual [promedio mensual de: "temperatura máxima - temperatura mínima"]), se encuentra entre 15.2 °C y 16.2°C, existirá una probabilidad de presencia de picaflores mayor al 50%, sin embargo si este rango medio anual aumenta, esta probabilidad desciende considerablemente.

Figura N° 7: Curva de respuesta de Temperatura mínima de agosto.



En el caso de la respuesta de los picaflores frente a la temperatura mínima del mes de agosto, la figura N° 7, indica que existe una mayor distribución y presencia de Trochilidae, cuando los valores se encuentran entre -2°C y 2°C, mientras que si este valor baja, la probabilidad de presencias disminuye drásticamente.

Figura N° 8: Curva de respuesta de ríos.



Para la distancia a ríos, existe alta probabilidad (60%) de encontrar picaflores a 100 metros de fuentes de agua, a 500 metros, disminuye la probabilidad, y a 1000 metros se hace muy pequeña. Lo cual brinda información sutil, de poder explicar una cierta dependencia de ambas variables.

Cuadro N° 17: Estadísticos descriptivos para distancia a fuentes de agua.

| Estadístico                                 |                 | Valor(m) | Error típ. |
|---------------------------------------------|-----------------|----------|------------|
| Media                                       |                 | 70,7512  | 6,88080    |
| Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 57,1846  |            |
|                                             | Límite superior | 84,3178  |            |
| Media recortada al 5%                       |                 | 58,4079  |            |
| Mediana                                     |                 | 30,0000  |            |
| Varianza                                    |                 | 9705,815 |            |
| Desv. típ.                                  |                 | 98,51810 |            |
| Mínimo                                      |                 | ,00      |            |
| Máximo                                      |                 | 553,00   |            |
| Rango                                       |                 | 553,00   |            |
| Amplitud intercuartil                       |                 | 88,00    |            |
| Asimetría                                   |                 | 2,047    | ,170       |
| Curtosis                                    |                 | 4,528    | ,338       |

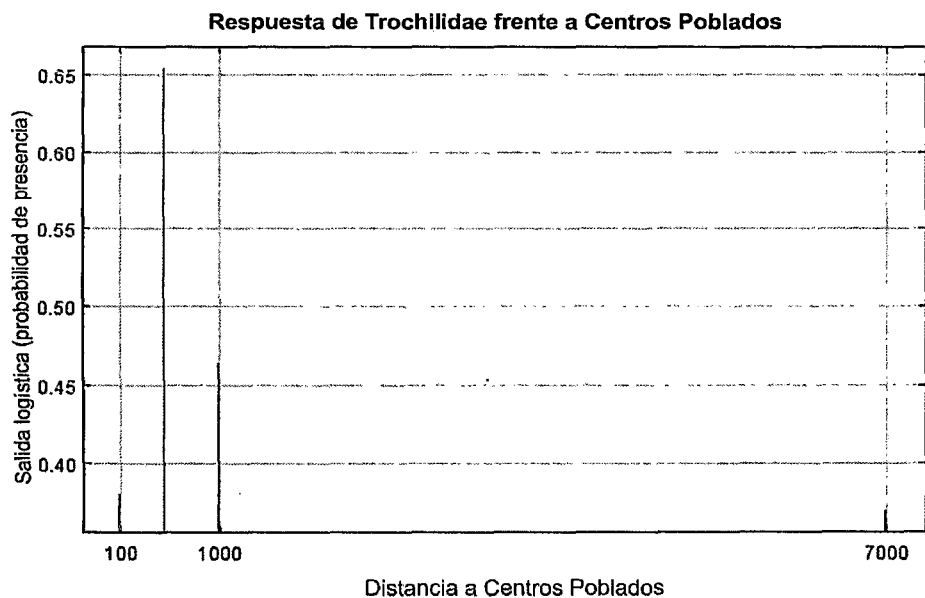
Fuente: elaborado en el Software SPSS en base a los datos del presente estudio.

El cuadro N°17 muestra los estadísticos descriptivos de la distancia a fuentes de agua (ríos), respecto a los puntos de ocurrencia de Trochilidae, y se indica que la distancia promedio de Trochilidae a las fuentes de agua es de 70,75 +/- 6,8 metros (m), así mismo, el 95% de los registros de Trochilidae fluctúan entre una distancia de 57,18 m y 84,31 m; solo un 2.5% de los registros se encuentran a una distancia inferior a 57,18 m y también un 2,5% de los registros se encuentran a una distancia superior a 84,31 m; estos intervalos no son muy variables si tomamos en cuenta la capacidad de desplazamiento de las especies de la Familia Trochilidae, por tanto los registros de Trochilidae son casi homogéneos respecto a la distancia a fuentes de agua. Así también, analizando el valor de la mediana, se observa que el 50% de los registros de Trochilidae se encuentran a una distancia menor a 30 m y el otro 50% de los registros a una distancia superior a 30 m.

También, en el cuadro N°17, se aprecia que la menor distancia de registros de Trochilidae fue de 0 m, y la mayor de 553 m, existiendo un rango entre estos valores de 553 m, la desviación típica o estándar indica que el promedio de la distancia de los registros respecto a la media es de 98,5 m. Del mismo modo, los datos de los registros presentan una asimetría positiva, lo cual indica que los valores se desvían hacia la derecha y que no presenta una distribución normal, y una curtosis de tipo leptocúrtica que indica que existe un pico entre los registros de Trochilidae.

Contrastando este análisis con la curva de respuesta brindada por MaxEnt para distancia a fuentes de agua, podemos aseverar que sí existe una relación positiva entre la presencia de Trochilidae y la distancia a fuentes de agua, mientras existe mayor cantidad de fuentes de agua, la probabilidad de presencia de Trochilidae aumentará.

Figura N° 9: Curva de respuesta de centros poblados



Por otra parte, en lo referente a la distancia a centros poblados, a 100 metros de estos, existe una probabilidad menor al 40% de encontrar individuos de la Familia Trochilidae, entre tanto a 500 metros, la probabilidad se hace muy alta, mayor al 65%, y a 1000 metros disminuye a un 45%, sin embargo a mayor distancia, la probabilidad se hace muy pequeña. Por consiguiente no se puede aseverar del todo, que la distancia a poblados sea determinante para la distribución de picaflors, pues 1000 metros de distancia no constituye una distancia considerable para estas aves cuyo rango de desplazamiento es amplio.

Cuadro N° 18: Estadísticos descriptivos para distancia a Centros Poblados.

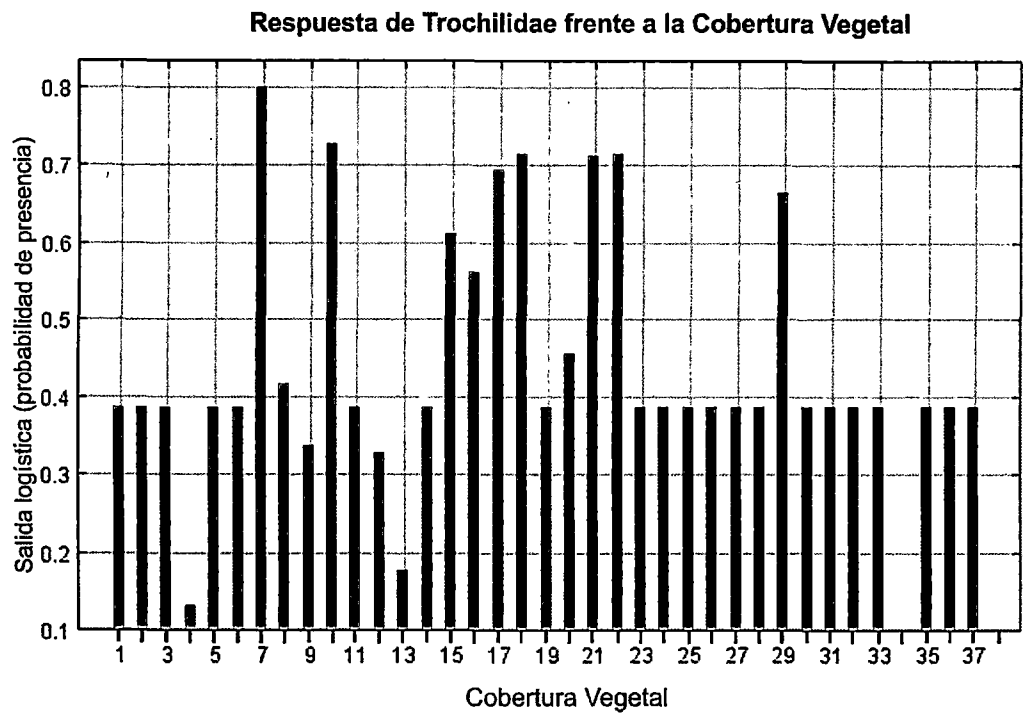
| Estadístico                                 |                 | Valor(m)    | Error típ. |
|---------------------------------------------|-----------------|-------------|------------|
| Media                                       |                 | 768,8976    | 71,23513   |
| Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior | 628,4460    |            |
|                                             | Límite superior | 909,3491    |            |
| Media recortada al 5%                       |                 | 601,8333    |            |
| Mediana                                     |                 | 523,0000    |            |
| Varianza                                    |                 | 1040261,112 |            |
| Desv. típ.                                  |                 | 1019,93192  |            |
| Mínimo                                      |                 | ,00         |            |
| Máximo                                      |                 | 5446,00     |            |
| Rango                                       |                 | 5446,00     |            |
| Amplitud intercuartil                       |                 | 695,50      |            |
| Asimetría                                   |                 | 3,046       | ,170       |
| Curtosis                                    |                 | 10,221      | ,338       |

Fuente: Elaborado en el Software SPSS con resultados del presente estudio.

En el cuadro N° 18, se observa que la distancia media de los registros de Trochilidae es de 768,8 +/- 71,2 metros respecto a la distancia a centros poblados, el 95% de los registros se hicieron entre una distancia de 628,44 m y 909,34 m. y el estadístico robusto de tendencia central como es la mediana, indica a su vez que el 50% de los registros se encuentran a una distancia superior de 523 m y el otro 50% de los registros a una distancia inferior a 523 m. Así también, se observa que la desviación típica es de 1019 m (promedio de registros respecto a la media). La mínima distancia de registro fue de 0 m y la máxima de 5 446 m. los valores de los registros de Trochilidae tienen una asimetría positiva que indica que no poseen distribución normal, y la Curtosis es del tipo Leptocúrtica, o con un pico y/o concentración de registros en una zona.

Contrastando este análisis con la Curva de respuesta de MaxEnt para centros poblados, el cual indica que a 500 m de distancia, la probabilidad de presencia de Trochilidae es de 65%, podemos inferir que los centros poblados no son condicionantes para la presencia de Trochilidae, sin embargo influyen en la medida que estén relacionados con la pérdida de la cobertura vegetal cuya presencia es fundamental, tal como indica el modelo MaxEnt y los antecedentes descritos para estas especies. La poca probabilidad de presencia de Trochilidae a mayor distancia de centros poblados, también se explica por esta razón, pues la cobertura vegetal cambia de condiciones favorables para estas especies halladas con el modelo MaxEnt (bosques de chachacomo y tasta), por pajonal y césped de puna, cuya presencia condiciona la probabilidad de ocurrencia tal y como indica el modelo.

Figura N° 10: Respuesta de la Cobertura vegetal.



Cuadro N° 19: Leyenda de las unidades vegetales (cobertura).

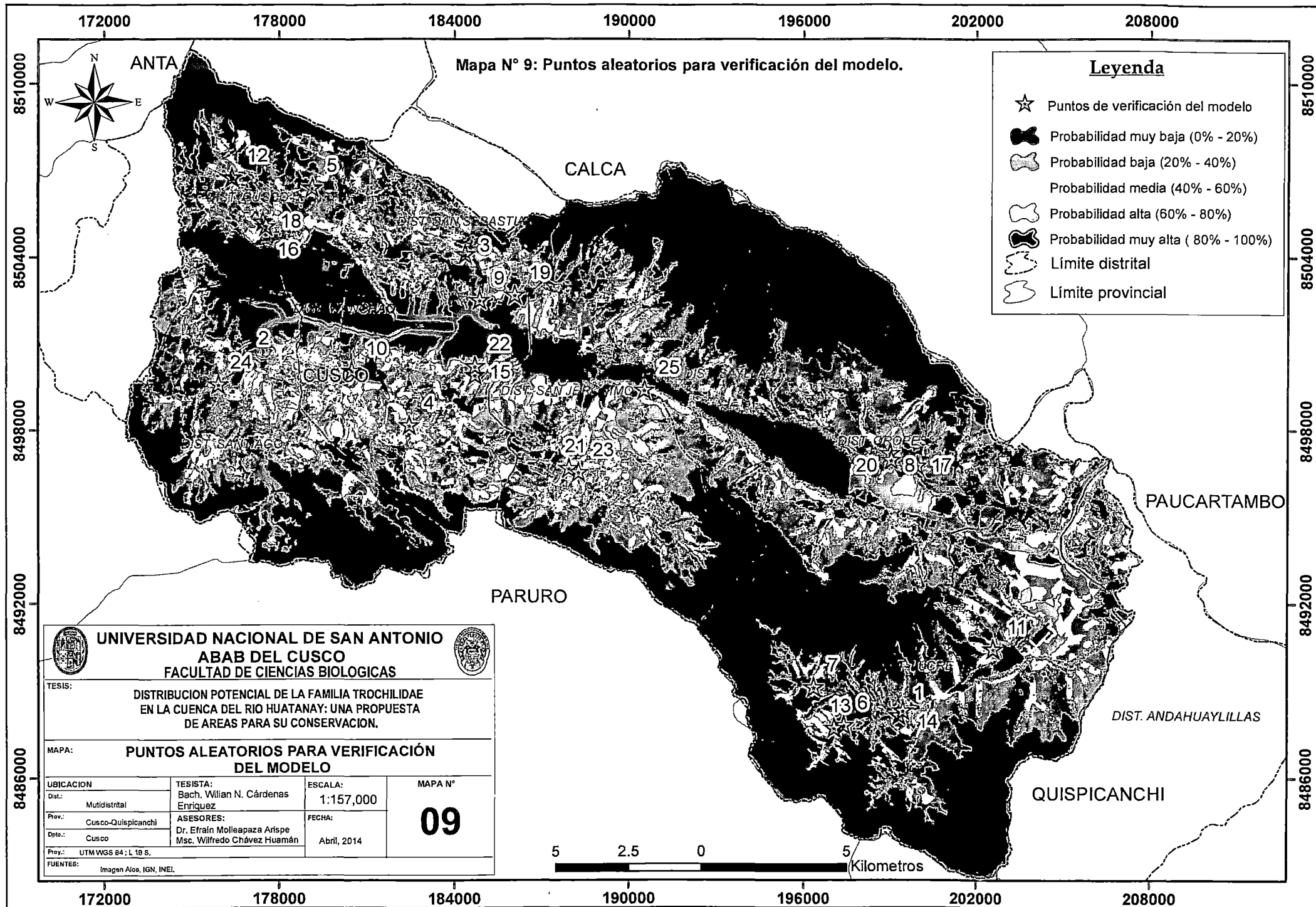
| Valor | Unidad de Cobertura Vegetal                                                         |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Área de ocupación rural                                                             |
| 2     | Matorral inerme asociado con cultivo en secano                                      |
| 3     | Roquedal con matorral                                                               |
| 4     | Pajonal y césped de puna                                                            |
| 5     | Roquedal con pajonal de puna                                                        |
| 6     | Bofedal                                                                             |
| 7     | Bosque de estrato bajo denso de <i>Escallonia resinosa</i> (chachacomo)             |
| 8     | Matorral denso inerme                                                               |
| 9     | Plantación de estrato medio denso de <i>Eucaliptus globulus</i> (eucalipto)         |
| 10    | Bosque de estrato bajo ralo de tasta                                                |
| 11    | Plantación de estrato medio ralo de <i>Eucaliptus globulus</i> (eucalipto)          |
| 12    | Área de cultivo en secano                                                           |
| 13    | Área de ocupación urbana                                                            |
| 14    | Matorral inerme asociado con plantaciones de <i>Eucaliptus globulus</i> (eucalipto) |
| 15    | Área de cultivo con riego                                                           |
| 16    | Bosque de estrato bajo ralo de <i>Escallonia resinosa</i> (chachacomo)              |
| 17    | Área sin vegetación                                                                 |
| 18    | Bosque de estrato bajo denso de <i>Escallonia myrtilloides</i> (tasta)              |
| 19    | Herbazal denso                                                                      |

|    |                                                                                                          |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20 | Matorral denso subinorme                                                                                 |
| 21 | Área de cultivo en secano con agroforesteria                                                             |
| 22 | Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con plantaciones de <i>Eucaliptus globulus</i> (eucalipto) |
| 23 | Laguna                                                                                                   |
| 24 | Bosque de estrato bajo denso de <i>Schinus molle</i> (molle)                                             |
| 25 | Bosque de estrato medio denso de <i>Alnus acuminata</i> (aliso)                                          |
| 26 | Bosque de estrato bajo denso de <i>Polylepis sp</i> (queuña)                                             |
| 27 | Matorral ralo subinorme                                                                                  |
| 28 | Área de cultivo con riego y agroforesteria                                                               |
| 29 | Matorral ralo inorme                                                                                     |
| 30 | Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con cultivo en secano                                      |
| 31 | Matorral inorme con zanjas de infiltración                                                               |
| 32 | Bosque de estrato bajo ralo de queuña                                                                    |
| 33 | Bosque de estrato bajo de queuña asociado con cultivo en secano                                          |
| 34 | Matorral denso de queuña                                                                                 |
| 35 | Bosque de estrato bajo de queuña asociado con plantaciones de eucalipto                                  |
| 36 | Bosque de estrato bajo de molle asociado con cultivo en secano                                           |
| 37 | Pajonal y cesp   de puna con zanjas de infiltración                                                     |
| 38 | Matorral ralo de queuña                                                                                 |

La figura N   10, se corresponde con el cuadro N   19, el cual constituye la leyenda para poder interpretar cada barra de dicha figura. Esta figura, permite conocer, la distribución de picaflores en función de las unidades vegetales. El modelo de MaxEnt, arrojó que; las unidades en las cuales existe mayor probabilidad de presencia, son los bosques de estrato bajo denso de chachacomo con un 80% de probabilidad de presencia de picaflores, los bosques de estrato bajo ralo de tasta con un 74% de probabilidad de presencia y los bosques de estrato bajo denso de tasta con un 72%. Y las áreas con menor probabilidad de presencia de Trochilidos, fueron: Matorral denso de queuña, matorral ralo de queuña, los pajonales y césped de puna, y áreas de ocupación urbana, con probabilidades menores al 20% de ocurrencia.

#### 4.1.3. Corroboración del Modelo

A continuación, en el Mapa N  9 se muestra los puntos aleatorios que se generaron para la verificación del modelo generado por MaxEnt para la distribución potencial de Trochilidae dentro de la Cuenca del Río Huatanay.



**Cuadro N° 20: Verificación del modelo.**

| N° de punto | N° de especies | N° de individuos | Tiempo de espera (min) |
|-------------|----------------|------------------|------------------------|
| 1           | 4              | 8                | 6                      |
| 2           | 1              | 4                | 14                     |
| 3           | 3              | 7                | 7                      |
| 4           | 6              | 12               | 4                      |
| 5           | 3              | 5                | 10                     |
| 6           | 6              | 10               | 1                      |
| 7           | 6              | 10               | 3                      |
| 8           | 3              | 9                | 11                     |
| 9           | 3              | 8                | 9                      |
| 10          | 4              | 10               | 1                      |
| 11          | 3              | 8                | 6                      |
| 12          | 5              | 8                | 1                      |
| 13          | 5              | 11               | 2                      |
| 14          | 4              | 5                | 4                      |
| 15          | 3              | 7                | 5                      |
| 16          | 3              | 7                | 12                     |
| 17          | 3              | 7                | 4                      |
| 18          | 4              | 6                | 8                      |
| 19          | 5              | 10               | 3                      |
| 20          | 3              | 5                | 6                      |
| 21          | 4              | 8                | 5                      |
| 22          | 3              | 9                | 8                      |
| 23          | 5              | 13               | 2                      |
| 24          | 4              | 11               | 4                      |
| 25          | 2              | 7                | 8                      |

Fuente: Elaborado con resultados del presente estudio.

El número de punto del cuadro N°20, se corresponde con los puntos del mapa N°9, y en este cuadro se muestra, los resultados que se registraron en cada uno de ellos, como el número de especies que se observó, el número total de individuos de picaflors, y el tiempo de espera en el que se visualizó al primer individuo. Del mismo modo, hay que aclarar que el número total de especies e individuos, se registró en un promedio de 15-30 minutos de espera en cada punto. Estos 25 puntos de corroboración del modelo, se crearon al azar únicamente en las áreas de alta probabilidad de presencia de Trochilidos (80%-100%), y se corrobora dicho argumento, pues en todos los puntos se tuvo registros de estas especies.

#### 4.1.4. Áreas Potenciales para la Conservación de la Familia Trochilidae

A continuación se muestra en el cuadro N° 21, el resultado de la ponderación de los puntos de verificación o corroboración del Modelo MaxEnt, en base a estos valores y siguiendo la evaluación in-situ tomando los criterios de: Los lugares de mayor tamaño de área, mayor número de especies, mayor número de presencia de individuos, la menor presencia antrópica y el menor tiempo de espera; se formula la propuesta de las Áreas de Conservación con potencial para sostener a las especies de la Familia Trochilidae.

Las áreas con mayor potencial y que poseen las mejores características de hábitat para cada especie de la Familia Trochilidae dentro de la Cuenca del Río Huatanay, se encuentran en las Microcuencas de Lucre, Kayra y Huillcarpay. Sin embargo, ninguna de ellas posee las suficientes características como para ser gestionada como una de las grandes categorías dentro de la legislación peruana de ANPs (Áreas Naturales Protegidas), Ley N°26834 – Ley de Áreas Naturales Protegidas, debido principalmente a la poca extensión de bosque primario y la presencia antrópica en forma de cultivos y plantaciones de la especie exótica *Eucaliptus globulus*

No obstante, siguiendo la prospección que se realizó en cada una de estas áreas, se puede aseverar que poseen muy buenas características como para constituirse en “Áreas de Conservación Privada”, en especial los lugares de bosque de *Escallonia myrtilloides* en la Microcuenca de Lucre, y de bosque de *Escallonia resinosa* en la Microcuenca de Kayra. De todas formas, para que el presente estudio se pueda constituir en una propuesta final de un determinado Área de Conservación, se deben de realizar una serie de estudios complementarios, tanto técnicos como aunar la legislación correspondiente que lo sustente.

En ese entender, el presente estudio, se constituye en una parte importante en la información de línea de base y un antecedente, que muestra los lugares con mejores características para sostener las especies de la Familia Trochilidae y/o Áreas Clave de Biodiversidad dentro de la Cuenca del Río Huatanay.

**Cuadro N° 21: Ponderación de los puntos de verificación del modelo.**

| N° de punto | Microcuenca      | Tamaño del área (ha) | N° de especies | N° de individuos | Presencia Antrópica | Tiempo de espera (min) | Valor total |
|-------------|------------------|----------------------|----------------|------------------|---------------------|------------------------|-------------|
| 6           | Lucre            | 3                    | 3              | 3                | 3                   | 3                      | 15          |
| 13          | Lucre            | 3                    | 3              | 3                | 3                   | 3                      | 15          |
| 23          | Kayra            | 3                    | 3              | 3                | 3                   | 3                      | 15          |
| 7           | Lucre            | 3                    | 3              | 3                | 3                   | 3                      | 15          |
| 1           | Lucre            | 3                    | 2              | 3                | 3                   | 2                      | 13          |
| 12          | Saphi            | 2                    | 3              | 3                | 2                   | 3                      | 13          |
| 14          | Lucre            | 3                    | 2              | 2                | 3                   | 3                      | 13          |
| 19          | Larapa           | 1                    | 3              | 3                | 3                   | 3                      | 13          |
| 4           | Huillcarpay      | 2                    | 3              | 3                | 2                   | 3                      | 13          |
| 21          | Kayra            | 3                    | 2              | 3                | 2                   | 3                      | 13          |
| 24          | Huancaro-Chocco  | 3                    | 2              | 3                | 2                   | 3                      | 13          |
| 15          | Pillao-matao     | 3                    | 2              | 3                | 2                   | 3                      | 13          |
| 10          | Tankarpata       | 3                    | 2              | 3                | 1                   | 3                      | 12          |
| 17          | Choquepata       | 2                    | 2              | 3                | 2                   | 3                      | 12          |
| 22          | Pillao-matao     | 2                    | 2              | 3                | 2                   | 3                      | 12          |
| 3           | Pumamarca        | 3                    | 2              | 3                | 2                   | 2                      | 12          |
| 25          | Saylla-huacarpay | 3                    | 1              | 3                | 2                   | 2                      | 11          |
| 9           | Pumamarca        | 3                    | 2              | 3                | 1                   | 2                      | 11          |
| 11          | Lucre            | 2                    | 2              | 3                | 2                   | 2                      | 11          |
| 16          | Saphi            | 1                    | 2              | 3                | 2                   | 3                      | 11          |
| 5           | Cachimayo        | 2                    | 2              | 2                | 2                   | 2                      | 10          |
| 8           | Tipón            | 1                    | 2              | 3                | 1                   | 3                      | 10          |
| 18          | Saphi            | 1                    | 2              | 3                | 2                   | 2                      | 10          |
| 2           | Huancaro-Chocco  | 3                    | 1              | 2                | 1                   | 1                      | 8           |
| 20          | Tipón            | 1                    | 2              | 2                | 1                   | 2                      | 8           |

El cuadro N° 21, es el resultado, de ponderar los 25 puntos del cuadro N°20, siguiendo los criterios del cuadro N°8, y se ordenaron de mayor a menor. Se aprecia que las microcuencas con mayor ponderación en lo referente al potencial que poseen para sostener especies de la Familia Trochilidae, fueron las Microcuencas de Lucre, Kayra y Huillcarpay, así mismo se incluyeron 2 áreas de interés para observación de estas aves, puesto que no poseen una extensión considerable, entre estas áreas se tiene la zona del “Balcón del Diablo” en la Microcuenca de Saphy, y la zona de Santa María, en la Microcuenca de Larapa.

## Microcuenca de Lucre

Fotografía 1: Vista panorámica de la Microcuenca de Lucre.

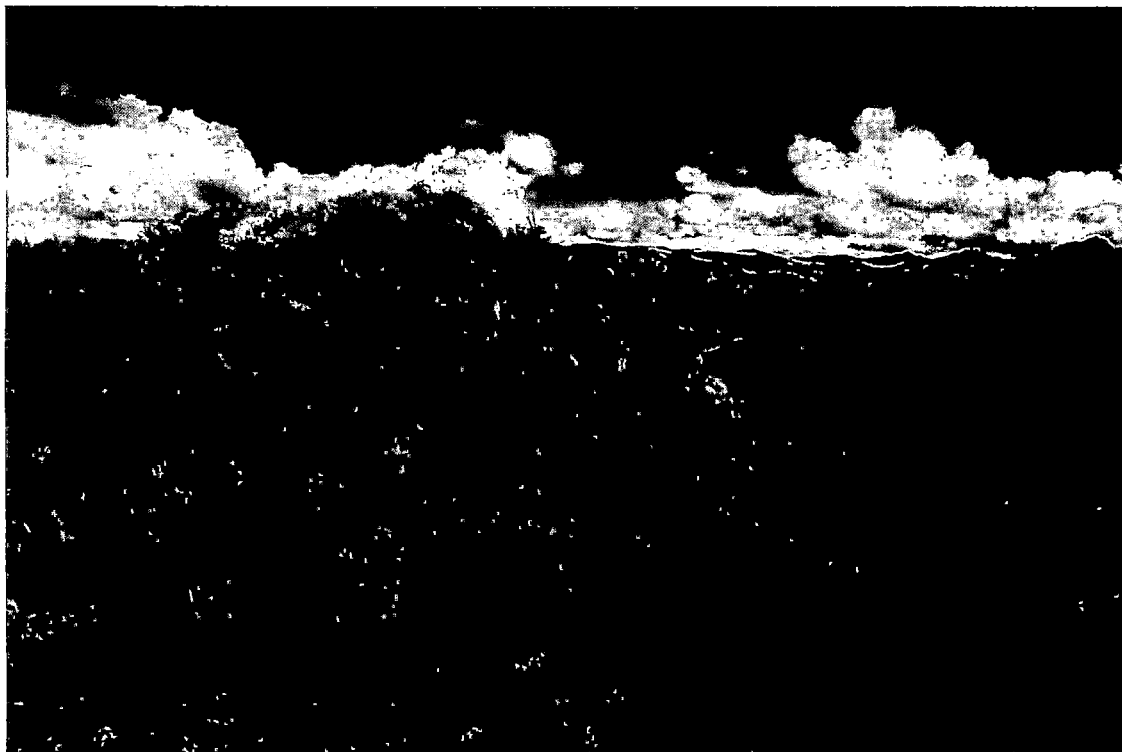


En la Microcuenca de Lucre, que comprende un vasto territorio, desde la Laguna de Ulpuqocha (4300 m) hasta su desembocadura en el Río Vilcanota a 3020 m, la vegetación está dominada por bosques nativos de la especie *Escallonia myrtilloides* (T'asta), al mismo tiempo, es la microcuenca que posee menor perturbación antrópica aparente, y mejor estado de conservación de todas las microcuencas visitadas durante el estudio. Además, se pudo registrar abundante fauna, como 54 especies de aves (lista adjunta en anexos), también, se registraron mamíferos de importancia como *Lycalopex culpaeus* (zorro andino), *Odocoileus virginianus* (venado), y *Leopardus jacobitus* (gato andino), esta última, es una especie que está catalogada como En Peligro (EN) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

Así mismo, incluyendo el muestreo in-situ y la corroboración del modelo, se registró 10 especies de Trochilidos, que constituyen el total de especies registradas en toda la Cuenca del Huatanay, entre ellas, *Colibri coruscans*, *Oreotrochilus estella*, *Lesbia nuna*, *Lesbia victoriae*, *Aglaeactis castelnaudii*, *Aglaeactis cupripennis*, *Patagona gigas*, *Oreonympha nobilis*, *Amazilia chionogaster* y *Metallura tyrianthina*. Por todas esas

razones, se escogió a la Microcuenca de Lucre como la que posee mayor potencial para ser conservada y sostener a la Familia Trochilidae.

**Fotografía 2: Bosques de T'asta en la Microcuenca de Lucre.**



### **Microcuenca de Kayra**

**Fotografía 3: Vista panorámica de la Microcuenca de Kayra.**



La Microcuenca de Kayra se encuentra desde los 4080 msnm (Abra Occoruro), hasta los 3200 en su desembocadura en el Río Huatanay. El tipo de vegetación que domina son

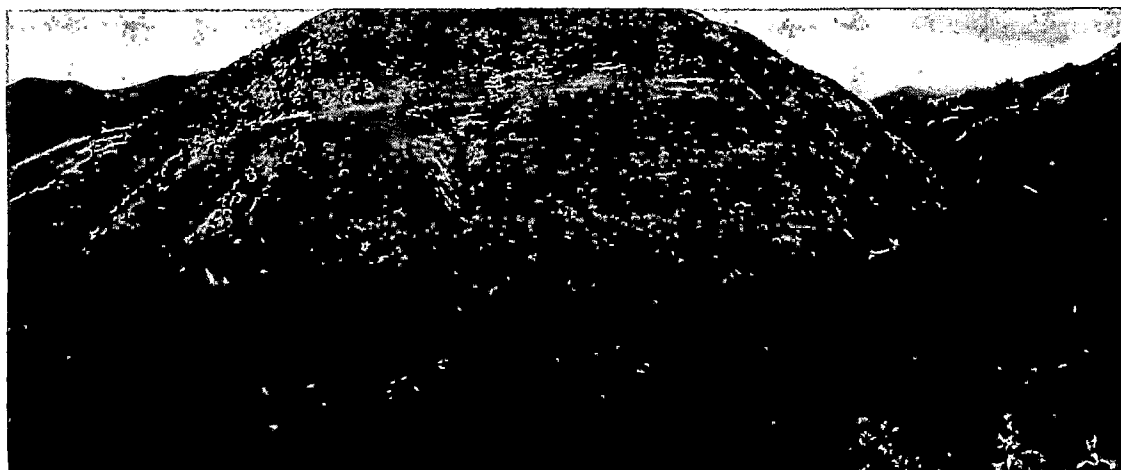
bosques de *Escallonia resinosa* (chachacomo), y en las quebradas, se presentan abundantes matorrales, compuestos básicamente por especies como *Puya ferruginea*, *Cantua buxifolia*, *Nicotiana engleriana*, *Mutisia glauca*, *Baccharis latifolia*, *Salvia oppositiflora* y otras.

Así mismo existen abundantes fuentes de agua, y con buen caudal, lo que hace que exista diversidad de especies en esta microcuenca. Sin embargo, existen también, abundantes áreas de cultivos en secano, lo cual no hace que disminuya la cantidad de especies y número de individuos de picaflores, sino, que para ser área de conservación sería más conveniente poca actividad antrópica.

A pesar de todo ello, se constituye en una microcuenca con alto potencial para sostener Trochilidos, y se la consideró como la segunda opción, en lo que respecta a áreas de conservación para picaflores.

Entre la fase de muestreo y la de verificación del modelo, se pudo registrar un total de 6 especies, entre ellas, *Colibri coruscans*, *Patagona gigas*, *Lesbia nuna*, *Oreonympha nobilis*, *Metallura tyrianthina* y *Aglaeactis cupripennis*. Cabe destacar, que el número de individuos por especie, fue muy alto.

**Fotografía 4:** Bosques de Chachacomo y matorrales en la Microcuenca de Kayra.



## Microcuenca de Huilcarpay

Fotografía 5: Vista panorámica de la Microcuenca de Huilcarpay.



El territorio de la Microcuenca de Huilcarpay comprende desde los 4020 msnm hasta los 3290 msnm. La vegetación predominante son las plantaciones de *Eucaliptus globulus* (eucalipto) y los bosques de *Escallonia resinosa* (chachacomo) asociados con matorrales ralos. Del mismo modo, se tuvo un amplio registro de especies de aves, y también de mamíferos como *Odocoileus virginianus* (venado) y *Lycalopex culpaeus* (zorro andino).

La razón de constituirse en la tercera opción como área potencial para picaflores, es debido principalmente a la presencia de las abundantes plantaciones de eucalipto, esta especie al contrario de ser un mal hábitat para picaflores, se tuvo muchos registros en ella. Sino, que al estar destinadas para un uso comercial, no podrían constituirse en áreas conservadas.

Incluyendo la fase inicial de muestreo in-situ y la fase de corroboración del modelo se tuvo en total un registro de 6 especies de Trochilidos en esta microcuenca, como: *Colibri coruscans*, *Aglaeactis cupripennis*, *Amazilia chionogaster*, *Patagona gigas*, *Oreonympha nobilis* y *Metallura tyrianthina*.

**Fotografía 6: Plantaciones de eucalipto y bosques de Chachacomo en la Microcuenca de Huilcarpay.**



Además, de presentar las 3 microcuencas con mayor potencial para Trochilidos, generadas por el modelo MaxEnt y corroboradas en campo, se presenta dos áreas de interés para observación de estas especies. Debido a que su extensión no es muy grande, no se las tomó en cuenta como áreas para conservación.

### **Santa María**

La zona de Santa María se ubica en la Microcuenca de Larapa y tiene una altitud de 3370 m, hay que destacar que esta zona constituye: “La Primera Servidumbre Ecológica del Perú”.

**Fotografía 7: Santa María, en la Microcuenca de Larapa.**



En Santa María, se registraron 5 especies en la fase de corroboración del modelo: *Colibri coruscans*, *Patagona gigas*, *Metallura tyrianthina*, *Oreonympha nobilis*, y *Lesbia muna*.

## Balcón del Diablo

La zona del “Balcón del Diablo”, se ubica en la Microcuenca de Saphi, a una altitud de 3700 msnm, y es parte del Parque Arqueológico de Sacsayhuamán.

**Fotografía 8: Zona "Balcón del diablo" en la Microcuenca de Saphi.**



Se registraron 5 especies en la fase de corroboración del modelo: *Metallura tyrianthina*, *Oreonympha nobilis*, *Lesbia victoriae*, *Colibri coruscans*, y *Lesbia nuna*.

#### 4.1.5. Listado y fotografías de especies de Trochilidos de la Cuenca del Río Huatánay

Fotografía 9: *Oreotrochilus estella*.



Nombre en inglés: Andean Hillstar

Nombre en español: Estrella Andina

Situación IUCN: Preocupación menor

Tamaño: 11 – 12 cm

Longitud de pico: 1.7 – 1.9 cm

Distribución en el Perú: Ampliamente distribuida y usualmente común en la Puna, entre 3 400 – 4 600 metros de altitud.

Fotografía 10: *Amazilia chionogaster*.



Nombre en inglés: White-bellied Hummingbird

Nombre en español: Colibrí de Vientre Blanco

Situación IUCN: Preocupación menor

Tamaño: 10 – 11 cm

Longitud de pico: 2.2 cm

Distribución en el Perú: Bastante común a lo largo de la vertiente este de los Andes, al sur del

Río Marañón y en las partes altas, más húmedas de valles intermontanos. Ampliamente distribuido en el valle del Utcubamba, pero sustituido en la parte seca del Marañón por el similar Colibrí Andino. Principalmente entre 1 200 – 3 500 metros de altitud.

Fotografía 11: *Metallura tyrianthina*.



Nombre en inglés: Tyrian Metaltail

Nombre en español: Colibrí Tirio

Situación IUCN: Preocupación menor

Tamaño: 9.5 – 10 cm

Longitud de pico: 1 – 1.2 cm

Distribución en el Perú: Común, el Metallura más ampliamente distribuido. En la vertiente oeste de los Andes, localmente hasta Lima en el sur, en la valle del Marañón y, localmente en las partes altas y húmedas de otros valles intermontanos, y a lo largo de la vertiente este de los Andes, entre 2 400 – 4 200 m.

Fotografía 12: *Patagona gigas*.



Nombre en inglés: Giant Hummingbird

Nombre en español: Colibrí Gigante

Situación IUCN: Preocupación menor

Tamaño: 20 – 21 cm

Longitud de pico: 3.4 – 4.1 cm

Distribución en el Perú: Ampliamente distribuido y bastante común en la vertiente oeste de los Andes y en valles intermontanos, entre 2 000 – 3 400 m. ocupa hábitat abiertos, relativamente áridos: matorrales montanos, setos y bosques abiertos.

**Fotografía 13: *Lesbia victoriae*.**



Nombre en inglés: Black-tailed Trainbearer

Nombre en español: Colibrí de Cola Larga Negra

Situación IUCN: Preocupación menor

Tamaño: 16 – 18 cm

Longitud de pico: 1.3 – 1.5 cm

Distribución en el Perú: presente localmente en la vertiente oeste de los Andes, por el sur hasta el norte de Lima, en el valle del Marañón y en valles intermontanos, cruzando muy localmente

hacia la parte superior de las vertientes de los Andes orientadas hacia el este, a 2 700 – 4 100 m.

**Fotografía 14: *Lesbia nuna*.**



Nombre en inglés: Green-tailed Trainbearer

Nombre en español: Colibrí de Cola Larga Verde

Situación IUCN: Preocupación menor

Tamaño: 16 – 19 cm

Longitud de pico: 1.3 – 1.5 cm

Distribución en el Perú: Presente localmente en la vertiente oeste de los Andes, por el sur hasta el norte de Lima, en el Valle del Marañón, y en valles intermontanos, a 1 700 – 3 800 m.

Fotografía 15: *Oreonympha nobilis*.



Nombre en inglés: Bearded Mountaineer

Nombre en español: Montañas Barbudo

Situación IUCN: Preocupación menor

Tamaño: 15.5 – 16.5 cm

Longitud del pico: 2.4 cm

Distribución en el Perú: Poco común en matorrales montanos secos en valles intermontanos en la parte sur de los Andes centrales, entre 2 700 – 3 900 m. con frecuencia visto en las especies del género *Nicotiana*.

**ENDÉMICO.**

Fotografía 16: *Colibri coruscans*.



Nombre en inglés: Sparkling Violetear

Nombre en español: Oreja-Violeta de Vientre Azul

Situación IUCN: Preocupación menor

Tamaño: 13.5 – 14 cm

Longitud del pico: 2.5 cm

Distribución en el Perú: El oreja violeta más ampliamente distribuido. Más común en valles intermontanos secos y en la vertiente oeste, pero puede ocurrir casi en cualquier lugar. Rango altitudinal muy alto, entre 400 – 4 500 m.

Fotografía 17: *Aglaeactis castelnaudii*.



Nombre en inglés: White-tufted Sunbeam

Nombre en español: Rayo-de-Sol Acanelado

Situación IUCN: Preocupación menor

Tamaño: 11 – 12 cm

Longitud del pico: 1.8 - 2 cm

Distribución en el Perú: Bastante común localmente, pero distribuido irregularmente (en parches), principalmente en las áreas más húmedas de las partes altas de valles intermontanos. Entre 2 600 – 4 100 m de altitud. **ENDÉMICO.**

Fotografía 18: *Aglaeactis cupripennis*.



Nombre en inglés: Shining Sunbeam

Nombre en español: Rayo-de-Sol Brillante

Situación IUCN: Preocupación menor

Tamaño: 11 – 12 cm

Longitud del pico: 1.5 – 1.9 cm

Distribución en el Perú: Bastante común y ampliamente distribuido en los Andes, 2 500 – 4 600 m de altitud. Localmente baja hasta 2 200 m, es el rayo de sol más distribuido en Perú, y única especie

localizada en la vertiente oeste de los Andes.

Fotografía 19: *Patagona gigas* (colibrí gigante), libando néctar de *Cantua buxifolia*.



En la fotografía 19, se observa el espectro de *Patagona gigas*, el cual es la especie de picaflor más grande del mundo. Esta fotografía fue realizada en la parte alta de la Microcuenca de Lucre, entre los matorrales del bosque de *Escallonia resinosa* (T'asta) a una altitud aproximada de 3800 metros.

## 4.2. DISCUSIÓN

Matos (1974), determinó 5 especies de troquílidos para todo el Valle del Cusco, pero puede que el registro de *Amazilia chionogaster* fuera erróneamente registrada como *Polyonymus caroli*.

Venero (1996), indica que las especies vegetales más visitadas por los picaflores, son *Barnadesia horrida*, *Eucaliptus globulus*, *Tecoma sambucifolia*, *Nicotiana glauca*, *Barnadesia horrida*, y *Mutisia acuminata*, las cuales coinciden con las especies en las que mayores registros se obtuvo en el presente estudio, sin embargo no se tuvo ningún registro en la especie *Tecoma sambucifolia*, debido quizá a la poca población de esta especie en el área de estudio.

Sayre & Sayre (1999), mencionan, que los picaflores prefieren las flores de formas tubulares, y cuyas coloraciones se desvían al espectro rojo. En el presente estudio, se citó las especies vegetales, en las que se tuvo mayor número de registros de picaflores, entre ellas, *Eucaliptus globulus*, *Escallonia resinosa*, *Cantua buxifolia*, *Mutisia acuminata*, *Nicotiana spp*, *Puya spp* y *Salvia oppositiflora*. Estas 6 últimas especies vegetales, tienen las características que indican Sayre & Sayre (1999), flores con forma tubular y coloraciones rojas, amarillas y anaranjadas (desviadas al espectro rojo), mientras que *Eucaliptus globulus* posee inflorescencias tipo umbrela de coloración blanco-amarillenta, y *Escallonia resinosa* tiene inflorescencia racimosa, de coloración blanca con estambres rojizos, esto puede corresponderse con lo expuesto por Perrins (2011), que indica que un porcentaje de la dieta de los Trochilidos consiste en artrópodos, y en estas especies vegetales dichos organismos habitan en abundancia. Además, la gran cantidad de registros que se tuvo en la especie *Eucaliptus globulus*, puede deberse, a que existe un gran porcentaje de cobertura por las plantaciones de esta especie, llegando a representar hasta el 9.5% del territorio de la Cuenca del Huatanay (4 641.08 ha), si se suma todas las áreas en las que se encuentra presente (Per-IMA, 2012b).

De la cita del C.G.P.A. (2004), hay coincidencia con las 10 especies registradas en este estudio, sin embargo, hay que aclarar que: El registro de *Leucipus chionogaster*, es

sinónimo de *Amazilia chionogaster*, y como se puede ver en el cuadro N° 16, no indican las localidades para *Aglaeactis castelnaudii*

**Cuadro N° 22: Lista de especies y microcuencas realizada por CGPA (2004).**

| Especie                            | Huacoto | Huasao | Choquepata | Oropesa | Lucre | Pacramayo | Ccolcaqui | Oropesa MD | Paucarpata | Saylla | Kaellacancha | Kayra | Pillao-Matao |
|------------------------------------|---------|--------|------------|---------|-------|-----------|-----------|------------|------------|--------|--------------|-------|--------------|
| 1. <i>Colibri coruscans</i>        | x       | x      | x          | x       | x     | x         | x         |            |            |        | x            | x     |              |
| 2. <i>Oreotrochilus estella</i>    | x       | x      |            |         |       | x         | x         |            |            |        |              |       |              |
| 3. <i>Lesbia nuna</i>              | x       | x      | x          | x       | x     | x         | x         |            |            |        |              | x     |              |
| 4. <i>Lesbia victoriae</i>         | x       | x      | x          | x       | x     |           |           |            |            |        |              |       |              |
| 5. <i>Oreonympha nobilis</i>       | x       | x      | x          | x       | x     | x         | x         |            |            |        |              | x     |              |
| 6. <i>Patagona gigas</i>           | x       | x      | x          | x       | x     | x         | x         |            |            |        |              | x     | x            |
| 7. <i>Metallura tyrianthina</i>    |         |        | x          |         | x     |           |           |            |            |        |              |       |              |
| 8. <i>Leucippus chionogaster</i>   | x       |        | x          | x       |       |           |           |            |            |        |              | x     |              |
| 9. <i>Aglaeactis cupripennis</i>   | x       |        | x          |         |       |           |           |            |            |        |              |       |              |
| 10. <i>Aglaeactis castelnaudii</i> |         |        |            |         |       |           |           |            |            |        |              |       |              |

Fuente: en base a C.G.P.A. (2004)

De la Colina (2006), manifiesta que en la zona de Santa María perteneciente a la Microcuenca de Larapa, existen 7 especies, en el presente estudio, únicamente se registró 5 especies para esta zona, y quizá sea debido a que se visitó esta zona únicamente en la etapa de corroboración del modelo. De todas formas, se difiere con el registro de la especie *Metallura aeneocauda*.

Ochoa (2005), indica, que del total de aves que se registraron en el Valle del Cusco, por estudios anteriores, 11 pertenecen a la Familia Trochilidae, una especie más que la que se registró en este estudio, y se trata de *Polyonymus caroli*, sin embargo, esta especie puede haber sido confundida con *Amazilia chionogaster*.

Cabrera & Cruz (2008), registraron ocho especies durante su estudio de avifauna en las localidades de Tambomachay, Kayra, Huillcarpay y Santa María, sin embargo una de estas especies, *Metallura aeneocauda*, no fue registrada durante el presente estudio, más si *Metallura tyrianthina*, por lo cual se puede inferir que su registro haya sido confundido, con esta última especie.

Venero (2008), registró un total de 6 especies en el humedal Lucre-Huacarpay, perteneciente a la Microcuenca de Lucre, de estos registros no se tuvo la oportunidad de

observar a la especie *Chaetocercus muslant*, y quizá no se la pudo observar, debido a que es considerado por este autor como una especie de presencia muy ocasional.

Cruz (2010), en el modelamiento de la distribución potencial de la especie *Rhyncopsita pachyrhincha*, determinó un área debajo de la curva (AUC) de 0.988, lo cual es muy alto; y en el presente estudio para la Familia Trochilidae, se encontró un AUC de 0.841. Dicha diferencia se puede justificar posiblemente debido a la escala y el tamaño del área de estudio, pues Cruz (2010), realizó el modelamiento en toda la Sierra Occidental, del País de México, y en el estudio de la Familia Trochilidae, en un área mucho menor. Pues las capas de información del Bioclim, poseen una resolución de 1Km<sup>2</sup>, y a pesar que esta información fue extrapolada para una cantidad menor de píxeles en este estudio, los datos base, se mantuvieron igual. Sin embargo, tal y como lo expresa Elith et al (2006), un AUC mayor a 0.75, es suficientemente fiable para poder predecir.

Venero & Aragon (2012), determinaron 5 especies de Trochilidos, en su trabajo de grabaciones de vocalizaciones de aves del Valle Sur, todas estas especies fueron registradas en el presente estudio, sin embargo el hecho que no tengan mayores registros de especies de Trochilidos, puede deberse a la naturaleza puntual del tipo de investigación que realizaron.

El modelo generado para la Familia Trochilidae, indica que hay mayor probabilidad de encontrar a sus representantes a unos 500 metros de distancia de centros poblados. Según el análisis de la curva de respuesta y los estadísticos descriptivos para esta variable, la distancia a centros poblados no es determinante en la presencia o ausencia de estas especies, sin embargo, si tomamos en cuenta la variable que explica de mejor manera la distribución de Trochilidae en la Cuenca del Río Huatanay (Cobertura Vegetal) se infiere que los centros poblados influyen indirecta y negativamente, en la medida que estos centros poblados condicionen la presencia de áreas con bosques de *Escallonia resinosa*, *Escallonia myrtilloides* y demás especies vegetales que constituyen el hábitat para estas especies. Así mismo, tomando en cuenta el muestreo In-situ y la etapa de la corroboración del modelo, se asevera que a menor distancia a centros poblados se observó menor diversidad de especies de la Familia Trochilidae, cuya explicación podría deberse, nuevamente a la no presencia de especies vegetales de las que requieren para su alimentación, y/o a otras consecuencias de los centros poblados en el hábitat de estas especies, como la alteración de la biotemperatura 2 por ejemplo.

Por lo expuesto, se puede ratificar y aceptar la hipótesis planteada en el presente estudio.

Si analizamos la curva de respuesta de la segunda variable que más explica la distribución de Trochilidae, (biotemperatura 2), que es el promedio mensual entre la diferencia de la temperatura máxima y temperatura mínima, se indica que existe un 50% de probabilidad de presencia de Trochilidae cuando esta biotemperatura 2 se encuentra entre 15.2 °C y 16.2°C, si este promedio de temperaturas se hace mayor la probabilidad de Trochilidae desciende considerablemente, esto se puede explicar siguiendo a Crawford (1990), quien sustenta que los picaflores tienen la mayor producción de energía, y por tanto se infiere que si existe un aumento de temperatura en el ambiente, Trochilidae se puede sobrecalentar como sistema físico en mayor medida que otros organismos, si tomamos en cuenta la relación volumen/superficie, lo que podría condicionar su fisiología y por ende evita lugares con estas características.

En lo referente a la distancia a fuentes de agua, existe más del 50% de probabilidad de encontrar a Trochilidae a unos 100 metros de distancia a dichas fuentes de agua, y se corrobora lo indicado por Perrins (2001), quien asevera que estas especies se bañan varias veces al día, hecho observado durante el presente estudio. Entonces existe una relación positiva entre ambas variables.

A pesar que las herramientas de modelamiento de hábitat de especies, constituyen un potencial cada vez mayor, en lo que respecta para la determinación de áreas potenciales de distribución, hay que tener en cuenta las limitantes y fuentes de error y tomarlos como una herramienta y no como un fin (Maldonado, 2010). Pues los MDP, generan nichos ecológicos fundamentales sin profundizar en otras dimensiones ecológicas o antrópicas, como interacciones bióticas (mutualismo, competencia, depredación, etc.), barreras geográficas y otras variables más sutiles. Lo cual puede explicar, el por qué, las especies raramente ocupan todas las áreas con ambientes favorables.

## CONCLUSIONES

1. Las variables que más contribuyeron al modelamiento de la Familia Trochilidae en la Cuenca del Río Huatanay, fueron:
  - La variable, que más contribuye al modelamiento es la “Cobertura Vegetal”. De esta, las unidades que muestran mayor potencial son las que están determinadas por los bosques nativos de *Escallonia resinosa*, y *Escallonia myrtilloides* y las diferentes especies de matorral asociadas a ellas.
  - La segunda variable que más contribuye al modelamiento de la distribución de Trochilidae, es la Biotemperatura 2
  - La “distancia a fuentes hídricas”, constituye una variable importante y explica que a menor distancia de ella, hay mayor probabilidad de presencia de Trochilidae.
  - La “distancia a centros poblados”, no explica una relación determinante, en función a la presencia o ausencia de Trochilidae, más si en la medida que condicione la pérdida de cobertura vegetal de la que estas especies dependen.
2. El Método de Máxima Entropía (MaxEnt), es fiable para modelar la distribución potencial de la Familia Trochilidae, y esto se demuestra en la corroboración del modelo en el campo.
3. Existen 10 especies de Trochilidos, cuya presencia es continua durante todo el año, en las diferentes microcuencas que constituyen la Cuenca del Huatanay y son: *Colibri coruscans*, *Oreotrochilus estella*, *Lesbia nuna*, *Lesbia victoriae*, *Oreonympha nobilis*, *Patagona gigas*, *Metallura tyrianthina*, *Amazilia chionogaster*, *Aglaeactis cupripennis* y *Aglaeactis castelnaudii*.
4. Las áreas prioritarias para conservación en función al potencial para sostener a las especies de la Familia Trochilidae son las Microcuencas de Lucre, Kayra y Huilcarpay y se constituirán en Áreas de Conservación.

## SUGERENCIAS

1. Se sugiere continuar con investigaciones similares en las áreas no cubiertas en esta investigación, de modo que pueda ratificarse la perspectiva del presente trabajo. Como verificar las áreas de alto potencial, en las que no se corroboró el modelo.
2. La metodología empleada en el presente trabajo, podría tomarse, como base para estudios posteriores en otras realidades geográficas.
3. Se deben continuar con estudios básicos, que también permitan ratificar o aumentar el número de especies de la Familia.
4. Realizar investigaciones similares, con especies de otras Familias, para ver si el modelo también funciona para ellas.
5. Generar diferentes modelos de distribución potencial de especies, y contrastar con el modelo generado en este estudio.
6. Tomar en cuenta la Distribución Potencial de la Familia Trochilidae, para que pueda ser considerado en la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) de la Cuenca del Huatanay como áreas prioritarias para su conservación.

## Revisión de Literatura

- Acasi, D. J. (2011). *Dinámica de Cambios de Vegetación en el Valle del Cusco Mediante el uso de Imágenes Satelitales*. Seminario de Investigación, UNSAAC: Cusco.
- Arozamena, M., Blanco, L., Cabezón, G., Clemente, G., Giacobone, A., & Veloso, C. (2012). *Gran Atlas de la Ciencia-Aves - National Geographic*. Barcelona-Buenos Aires: Producciones Cantabria S.A.C.
- Austin, O. (1994). *Familias de Aves*. México: Editorial Trillas.
- Bolivar, B. (2009). *Análisis del Hábitat Óptimo y Modelado de Nicho Ecológico para la Conservación del Venado Cola Blanca en el Centro de Veracruz*. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias, Intituto de Ecología: Veracruz, México.
- C.G.P.A (Centro Guamán Poma de Ayala). (2005). *Amanecer en el Bajo Huatanay*. Cusco: AUSONIA S.A.
- Cabrera, L. M., & Cruz, R. (2008). *Avifauna de Cuatro Áreas del Valle del Cusco en la Estación de Secas*. Seminario de Investigación, UNSAAC: Cusco.
- Carlotto, V. (2002). *Évolution Andine Et Raccourcissement Au Niveau de Cusco (13-16°S) Pérou*. Tesis Doctoral, Université Joseph Fourier: Francia.
- Choquehuanca, A., Montalvan del Río, L., & Barcena, F. (1996). *Organización Espacial del Valle del Cusco*. Cusco: Consejo de Investigación, Informe N°7.
- Crawford, H. (1990). *Hummingbird*. Ontario: General Publishing Company.
- Cruz, N. (2010). *Contribución a la Conservación de la Cotorra Serrana Occidental (Rhynchopsitta pachyrhyncha) Mediante la Caracterización y Modelación de Sitios Potenciales de Anidación en la Sierra Madre Occidental, México*. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae, Turrialba: Costa Rica.
- De la Colina, L. R. (2006). *Informe Final de la Evaluación Ornitológica en el Bosque de la servidumbre Ecológica de Santa María*. Cusco: UNSAAC.
- Di Biteiti, M. (2012). ¿Qué es el hábitat? Ambigüedad en el uso de jerga técnica. *Scielo*, 22: 137-143.
- Elith, J., Phillips, S., Hastie, T., & Dudík, M. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distribution*, 43-57.
- Elton, C. (1927). *Animal Ecology*. Londres: Clarendon Press.
- Felícísimo, A., Muñoz, J., Villalba, C., & Rubén, M. (3 de junio de 2010). *Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación de la flora al Cambio Climático*. Recuperado el 06 de 12 de 2013, de Libro OECC, Universidad de Extremadura, Real Jardín Botánico

- (CSIC), Oficina Española del Cambio Climático: disponible en:  
<http://secad.unex.es/wiki/libroOECC/index.php>
- Felipe-García, B. (1 de noviembre de 2009). *Red Iberoamericana para el Estudio de Ecosistemas Forestales ante el Cambio Climático Global - FORCLIM*. Recuperado el 22 de diciembre de 2013, disponible en:  
[http://161.67.130.145/~red/index.php?option=com\\_content&view=article&id=23&Itemid=53](http://161.67.130.145/~red/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=53)
- Gámes, R. (2011). *Guía para la Elaboración de Mapas de Distribución Potencial*. México: Universidad Veracruzana.
- Grosvenor, G. (2007). *Enciclopedia de los Animales - Aves III- National Geographic*. Barcelona: Punto y Coma Editores SAC.
- Hall, L., Krausman, P., & Morrison, M. (1997). The hábitat concept and a plea for standar terminology. *Wildlife Society Bulletin*, 25: 171-182.
- Hijmans, R., Cameron , S., & Parra, J. (s.f.). Recuperado el 15 de diciembre de 2013, de WorldClim|BioClim - Global Climate Data:Disponible en:  
<http://www.worldclim.org/bioclim>
- Hill, R., & Wyse, G. (1992). *Fisiología Animal*. Madrid: Ediciones Akal S.A.
- Hutchinson, G. (1957). Concluding remarks . *Cold Spring Harbos Symposia on Quantitative Biology*, 22: 415-427.
- IUCN (Union Internacional para la Conservación de la Naturaleza). (febrero de 2013). *RedList Guiding Conservation for 50 Years*. Recuperado el 28 de marzo de 2014, disponible en: <http://www.iucnredlist.org/search>
- Kazuya, N., Gómez , I., López, R., Meneses , R., & Vargas, J. (2006). Comparación de modelos de distribución de especies para predecir la distribución potencial de vida silvestre en Bolivia. *Ecología en Bolivia* , 65-78.
- Kindersley, D. (2001). *ANIMAL*. China: COSAR editores.
- Martinez, R., Jairo, M., & Sanabria, A. (2006). Cálculo eficiente del estimador jaceknife para mínimos lineales de rango completo. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* , 361-365.
- Matos, G. (1974). *Las Aves del Valle del Cusco*. Tesis para Optar el Grado de Doctor: UNSAAC, Cusco.
- Mayr, G. (2009). *Paleogene Fossil Birds*. Heidelberg: Springer.
- Molina, E. (2014). *Geografía del Cusco*. Cusco: Aquarela Impresiones Gráficas E.I.R.L.
- Molleapaza, E. (2005). Ecología del Valle del Cusco. *Historia Natural del Valle del Cusco*, 147-152.

- Morales, N. (2012). Modelos de distribución de especies: Software MaxEnt y sus aplicaciones en conservación. *Revista de Conservación Ambiental* , 1-5.
- NatureServe. (2009). *Nature Serve América Latina y el Caribe*. Recuperado el 14 de diciembre de 2013, disponible en: <http://www.natureserve.org>
- Newfield, N., & Nielsen, B. (1996). *Hummingbird Gardens* . New York: Interglobe Beauceville.
- Ochoa, & Gustavo, J. (2005). Las Aves del Valle del Cusco. *Historia Natural del Valle del Cusco*, 304-327.
- Odum, E. (1972). *Ecología*. México: Nueva Editorial Interamericana S.A.
- OSINFOR (Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre). (2013). *Modelamiento espacial de Nichos Ecológicos para la evaluación de presencia de Especies Forestales Maderables en la Amazonía Peruana*. Lima, Perú: Punto & Gráfica S.A.C.
- Pantigoso, H.(2009). *ArcGis: El Mejor Sistema de Información Geográfica*. Lima: Megabyte S.A.C..
- Pearson, R., Dawson, T., & Lin, C. (2004). Modelling species distributions in Britain: and hierarchical integration of climate and land-cover data. *Ecology*, 27: 285-298.
- Per-IMA (Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente). (2012a). *Ampliación y Mejoramiento del Sistema de protección y Gestión de riesgos contra Inundaciones en 38 km del Cauce del Río Huatanay*. Proyecto de Inversión Pública Huatanay, 2012: Cusco.
- Per-IMA (Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente). (2012b). *Tratamiento de Microcuencas Inestables de la Cuenca del Río Huatanay*. Proyecto de Inversión Pública, 2012: Cusco.
- Perrins, C. (2011). *Enciclopedia Completa de las Aves*. Madrid, España: Libsa.
- Peterson, A., Soberón, J., & Sanchez, C. (1999). Conservation of ecological niches in evolutionary time. *Science*, 285: 1265-1267.
- Phillips, S. (2004). A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling . *AT&T Labs-First International Conference on Machine Learning*, 655-662.
- Phillips, S. (2006). *Una Breve Guía didáctica sobre MaxEnt*. California: AT&T Research .
- Phillips, S., Robert, A., & Robert, S. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *AT&T Labs-Research - Ecological Modelling* , 231-259.
- Plenge, M.(2014). *Lista de las aves del Perú*. Disponible en: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>

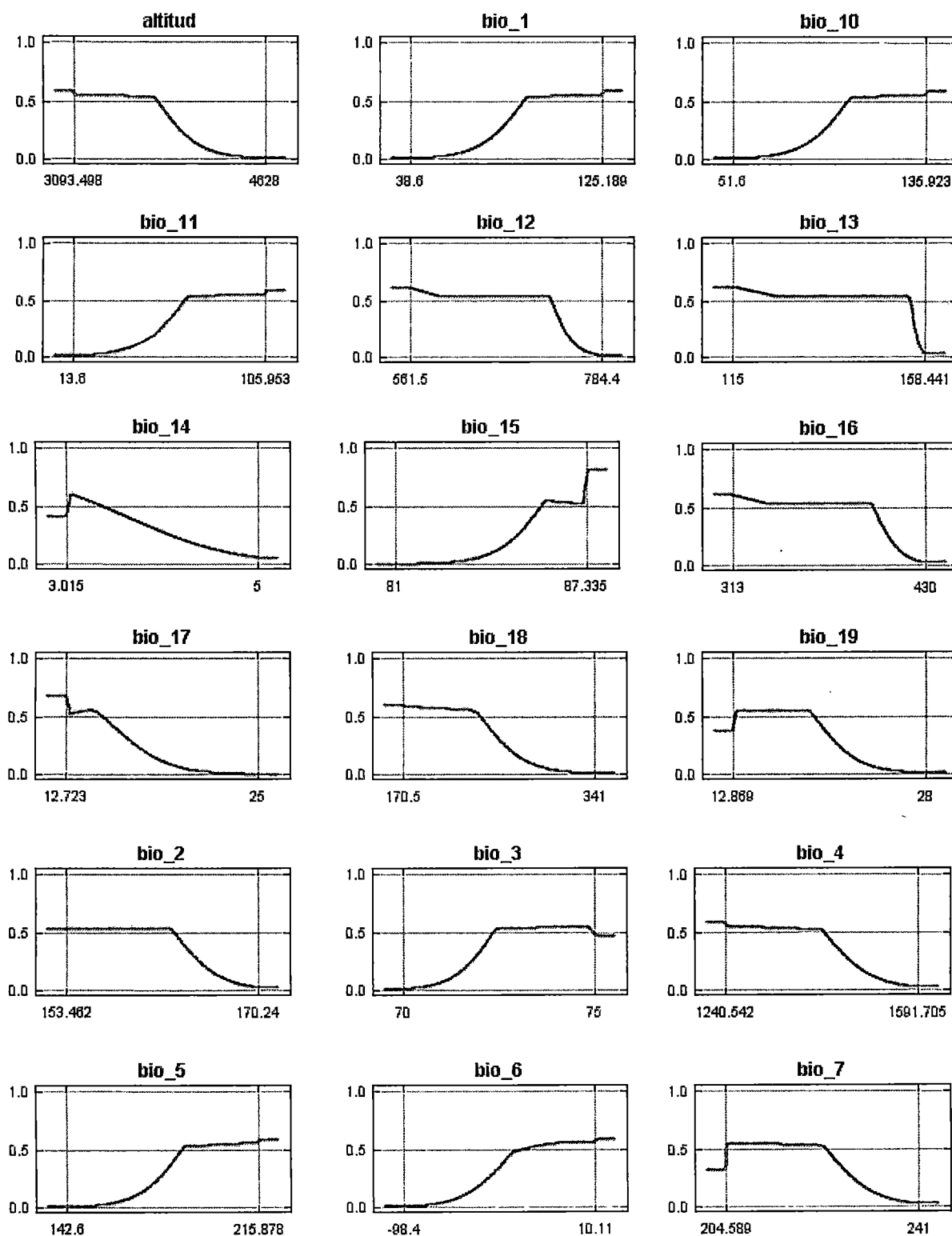
- Rabinovich, J. (1978). *Ecología de Poblaciones Animales*. Washington D.C.: Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos.
- Ralph C, J., Geupel R, G., Pyle, P., Martin E, T., DeSante F, D., & Milá, B. (1996). *Manual de Métodos de Campo para el Monitoreo de Aves Terrestres*. California: Pacific Southwest Research Station Albany.
- Remsen, J. V., Cadena, C. D., Jaramillo, A., Nores, M., Pacheco, J. F., Robbins, M. B., y otros. (22 de febrero de 2014). *A classification of the bird species of South America*. *American Ornithologist' Union*. Recuperado el 14 de marzo de 2014, disponible en: <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>
- Ricart, J. (2011). *Enciclopedia de los Animales-National Geographic*. Barcelona-Buenos Aires: Punto y Coma Editores.
- Salas, M., Paredes, O., Castillo, M., Carlotto, V., Samanez, R., & Rojas, J. (1998). *Cusco: Medio Ambiente y Desarrollo Urbano*. Cusco: Editorial Universitaria - UNSAAC.
- Sargent, R. (1999). *Hummingbird*. China: Stackpole Books.
- Sayre, J., & Sayre, A. (1999). *Hummingbird*. Malasya: Creative Publishing.
- Schulenberg, T., Stotz, D., Lane, D., O'neill, J., & Parker III, T. (2010). *Aves del Perú*. Lima: Innovación Gráfica S.A.
- Silva, G., & Abarca, L. (setiembre de 2009). *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*. Recuperado el 10 de diciembre de 2013, disponible en: <http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol22num3/articulos/distribucion/>
- Smith, R., & Smith, T. (2004). *Ecología*. Madrid: Pearson Education.
- SOPRONAC (Sociedad Protectora de la Naturaleza-Cusco). (2005). *Historia Natural del Valle del Cusco*. Cusco: Imprenta Edmundo Pantigozo.
- Southwood, R. (2004). *La historia de la Vida*. Buenos Aires: El Ateneo.
- UICN-PNUMA-WWF. (1980). *Estrategia Mundial Para la Conservación*. Roma: Anuario FAO.
- Venero, J.L. (1983). *Dieta de los Grandes Fitófagos Silvestres del Parque Nacional de Doñana-España*. Sevilla. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla-España. 235 pp: [1984 Doñana-Acta Vertrebrata. 11-3: 130 pp].
- Venero, J.L. (1996). Polinización por Aves en Calca. *Revista Universitaria Cusco*, 93-107.
- Venero, J. L. (2008). *Etonornitología y Guía de Aves del Humedal "Lucre Huacarpay"*. Cusco: Editorial Moderna.

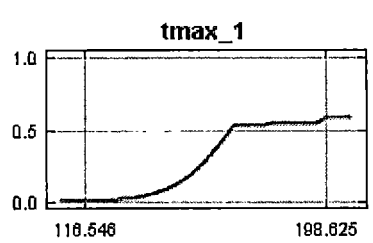
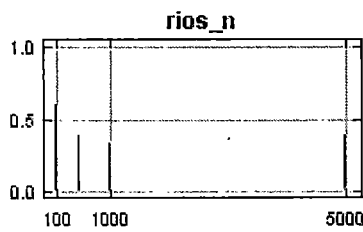
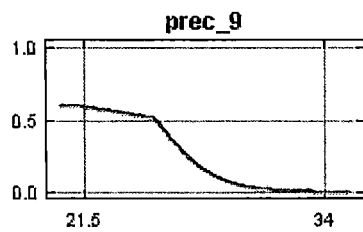
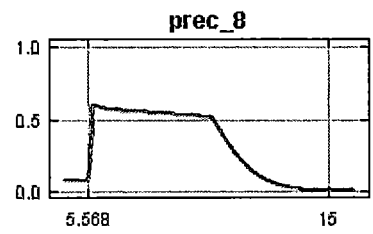
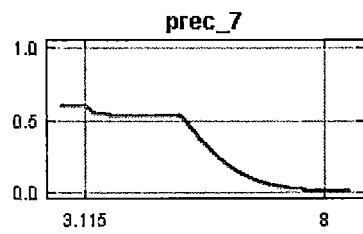
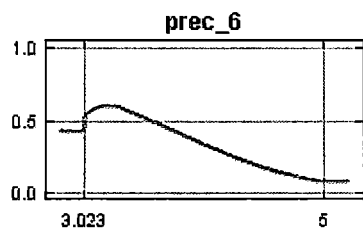
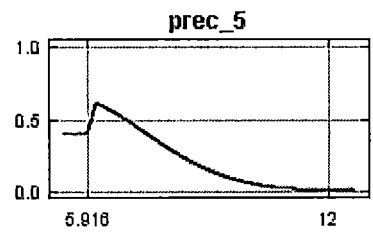
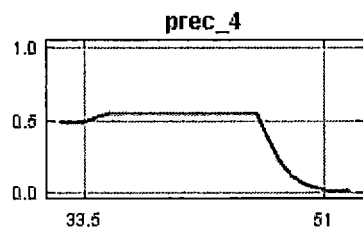
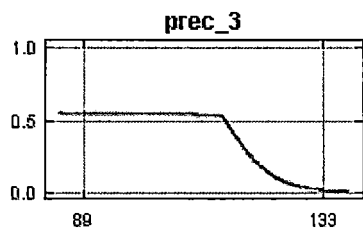
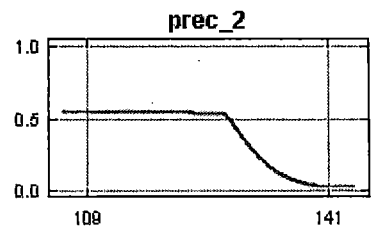
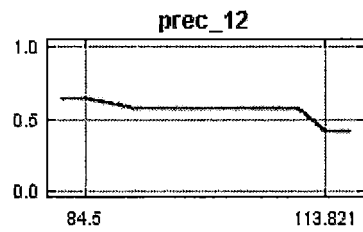
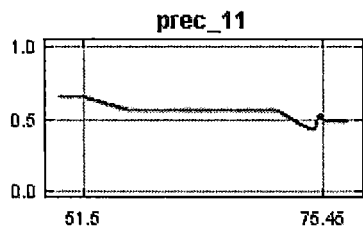
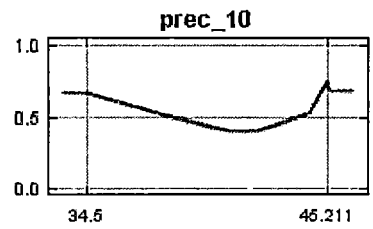
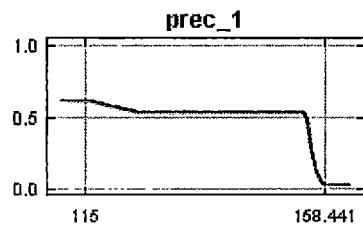
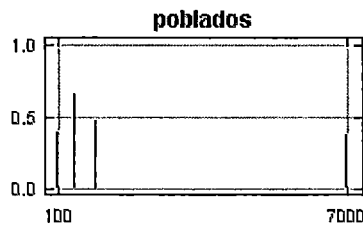
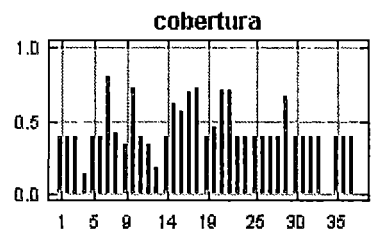
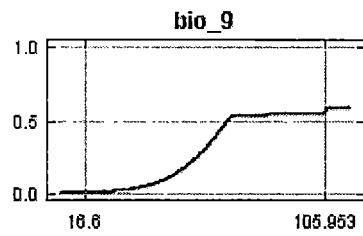
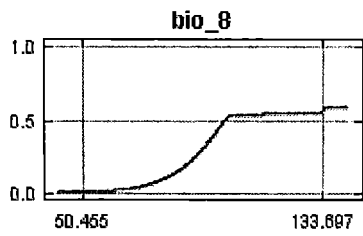
- Venero, J. L., & Aragón, J. (2012). Vocalizaciones Típicas de Aves Silvestres en el Valle Sur del Cusco. *Revista Universitaria*, (141): 109-125.
- Venero, J. L., Tupayachi, A., & Loayza, W. (2012). *Guía de Aves y Flora - Laguna de Orurillo*. Cusco: Alpha Servicios Gráficos S.R.L.
- Villordo, J. A. (2009). *Distribución y estado de conservación del jaguar (Panthera onca) en San Luís Potosí, México*. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias: Montecillo, México.
- Williamson , S. (2001). *Hummingbird of North America*. Singapore: Lynotype-Hell Fairfield.

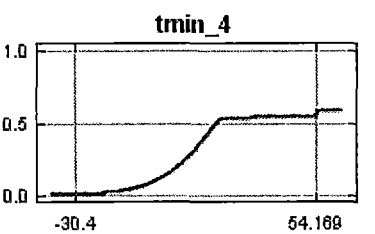
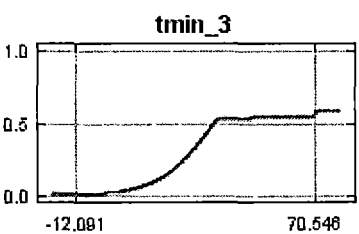
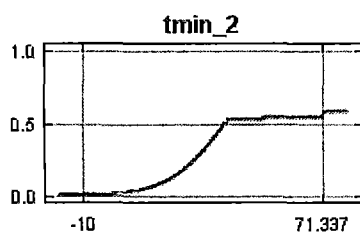
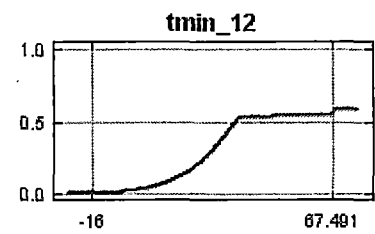
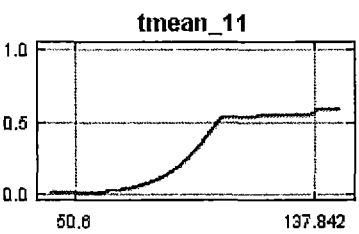
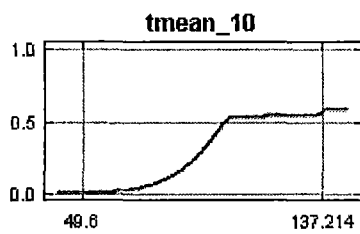
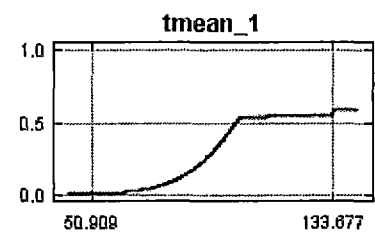
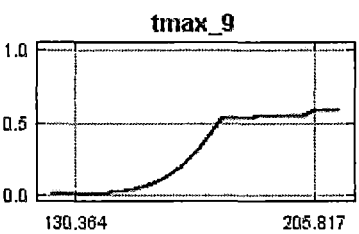
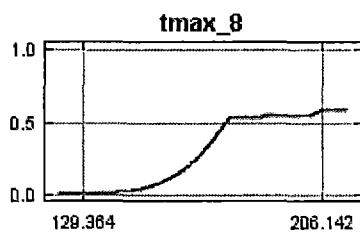
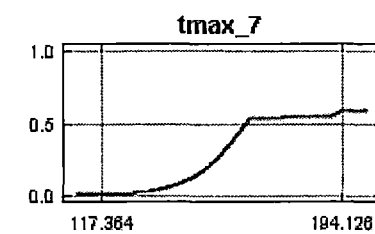
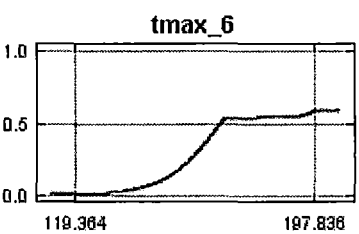
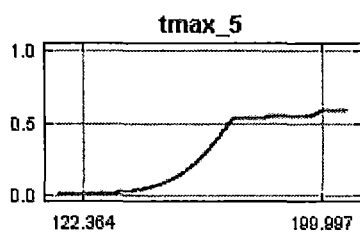
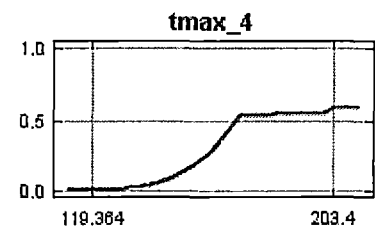
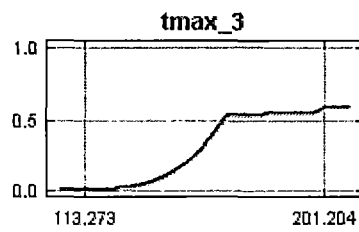
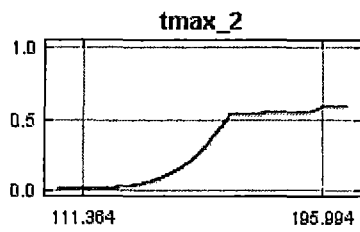
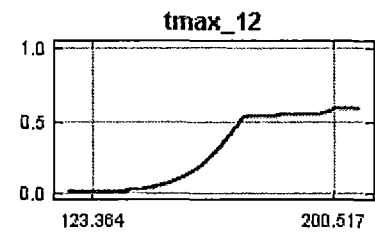
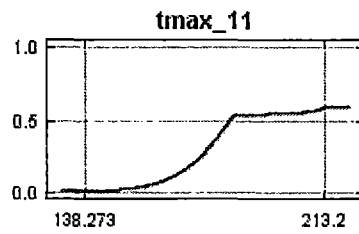
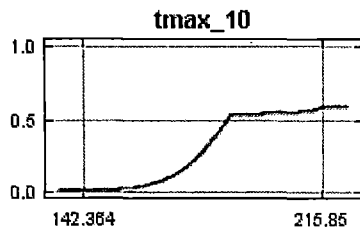
# ANEXOS

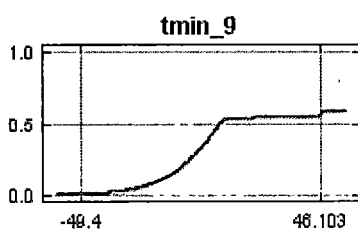
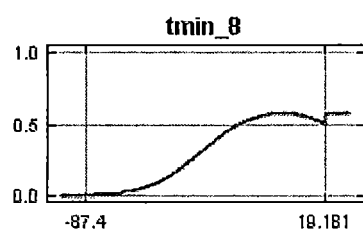
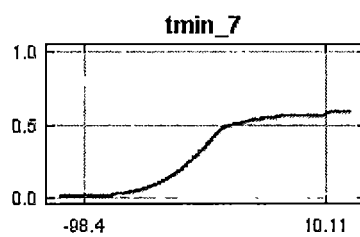
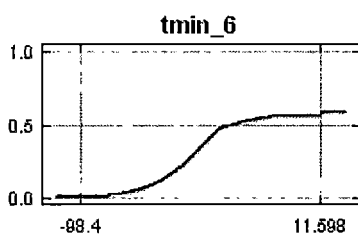
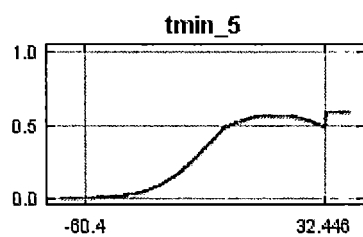


## Curvas de Respuesta de las variables Ambientales para Trochilidae









### Registro de Troquílidos durante el Muestreo In-situ

| ID | zona | X      | Y       | Z    | Microcuenca | Especie                       | Unidad de Cobertura vegetal                    | Lugar de registro              |
|----|------|--------|---------|------|-------------|-------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1  | 19 L | 199124 | 8488336 | 3505 | Lucre       | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Bosque de estrato bajo denso de tasta          | Volando                        |
| 2  | 19 L | 197931 | 8488536 | 3589 | Lucre       | <i>Oreotrochilus estella</i>  | Bosque de estrato bajo denso de tasta          | <i>Colletia sp</i>             |
| 3  | 19 L | 197980 | 8488568 | 3625 | Lucre       | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto     | <i>Eucaliptus sp</i>           |
| 4  | 19 L | 195176 | 8488746 | 3985 | Lucre       | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | Bosque de estrato bajo denso de tasta          | <i>Escallonia myrtilloides</i> |
| 5  | 19 L | 197281 | 8488788 | 3682 | Lucre       | <i>Patagona gigas</i>         | Matorral inerme asociado con cultivo en secano | Volando                        |
| 6  | 19 L | 195251 | 8488805 | 3954 | Lucre       | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | Bosque de estrato bajo denso de tasta          | <i>Escallonia myrtilloides</i> |
| 7  | 19 L | 196903 | 8488911 | 3790 | Lucre       | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral inerme asociado con cultivo en secano | <i>Eucaliptus sp</i>           |
| 8  | 19 L | 201417 | 8489043 | 3246 | Lucre       | <i>Patagona gigas</i>         | Area de cultivo con riego                      | <i>Puya sp</i>                 |
| 9  | 19 L | 201374 | 8489159 | 3273 | Lucre       | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral denso inerme                          | <i>Colletia sp</i>             |
| 10 | 19 L | 201467 | 8489216 | 3235 | Lucre       | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Matorral denso inerme                          | Volando                        |
| 11 | 19 L | 201909 | 8489268 | 3229 | Lucre       | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Area de cultivo en secano                      | <i>Puya sp</i>                 |
| 12 | 19 L | 201611 | 8489270 | 3230 | Lucre       | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Matorral denso inerme                          | <i>Prunus sp</i>               |
| 13 | 19 L | 196183 | 8489276 | 3738 | Lucre       | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | Bosque de estrato bajo denso de tasta          | <i>Escallonia myrtilloides</i> |
| 14 | 19 L | 196071 | 8489454 | 3779 | Lucre       | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo denso de tasta          | Volando                        |
| 15 | 19 L | 196055 | 8489472 | 3784 | Lucre       | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo denso de tasta          | Volando                        |
| 16 | 19 L | 201715 | 8489477 | 3216 | Lucre       | <i>Amazilia chionogaster</i>  | Matorral denso inerme                          | <i>Prunus sp</i>               |
| 17 | 19 L | 201813 | 8489540 | 3216 | Lucre       | <i>Lesbia victoriae</i>       | Matorral denso inerme                          | <i>Zea mais</i>                |
| 18 | 19 L | 201765 | 8489670 | 3214 | Lucre       | <i>Lesbia nuna</i>            | Matorral denso inerme                          | <i>Cantua sp</i>               |
| 19 | 19 L | 202130 | 8489706 | 3205 | Lucre       | <i>Colibri coruscans</i>      | Area de cultivo con riego                      | <i>Eucaliptus sp</i>           |
| 20 | 19 L | 201927 | 8489725 | 3205 | Lucre       | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral denso inerme                          | <i>Muticia sp</i>              |
| 21 | 19 L | 202419 | 8489789 | 3185 | Lucre       | <i>Patagona gigas</i>         | Area de cultivo con riego                      | <i>Prunus sp</i>               |
| 22 | 19 L | 202051 | 8489872 | 3427 | Lucre       | <i>Patagona gigas</i>         | Matorral denso inerme                          | Volando                        |
| 23 | 19 L | 204203 | 8491352 | 3111 | Lucre       | <i>Patagona gigas</i>         | Area de cultivo con riego                      | <i>Puya sp</i>                 |
| 24 | 19 L | 205800 | 8492616 |      | Lucre       | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Area de cultivo en secano                      | Volando                        |
| 25 | 19 L | 205720 | 8492843 |      | Lucre       | <i>Patagona gigas</i>         | Bofedal                                        | <i>Colletia sp</i>             |
| 26 | 19 L | 205718 | 8492904 |      | Lucre       | <i>Patagona gigas</i>         | Matorral denso subinerme                       | Volando                        |

|    |      |        |         |      |                  |                               |                                                |                            |
|----|------|--------|---------|------|------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------|
| 27 | 19 L | 205644 | 8492969 |      | Lucre            | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral denso subinerme                       | <i>Muticia sp</i>          |
| 28 | 19 L | 205577 | 8492971 |      | Lucre            | <i>Colibri coruscans</i>      | Bofedal                                        | Volando                    |
| 29 | 19 L | 205547 | 8492992 |      | Lucre            | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Bofedal                                        | Volando                    |
| 30 | 19 L | 205433 | 8493059 |      | Lucre            | <i>Colibri coruscans</i>      | Bofedal                                        | Volando                    |
| 31 | 19 L | 205530 | 8493061 |      | Lucre            | <i>Patagona gigas</i>         | Matorral denso subinerme                       | <i>Colletia sp</i>         |
| 32 | 19 L | 205353 | 8493120 |      | Lucre            | <i>Patagona gigas</i>         | Bofedal                                        | Volando                    |
| 33 | 19 L | 206591 | 8493521 | 3344 | Lucre            | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Matorral denso inerme                          | <i>Colletia sp</i>         |
| 34 | 19 L | 206536 | 8493566 | 3345 | Lucre            | <i>Patagona gigas</i>         | Matorral denso inerme                          | Volando                    |
| 35 | 19 L | 202462 | 8494150 | 3089 | Saylla-huacarpay | <i>Lesbia nuna</i>            | Area de cultivo con riego                      | <i>Matorral</i>            |
| 36 | 19 L | 202663 | 8494232 | 3087 | Saylla-huacarpay | <i>Lesbia nuna</i>            | Area de cultivo con riego                      | <i>Matorral</i>            |
| 37 | 19 L | 204410 | 8494242 | 3107 | Huacahuatana     | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral inerme asociado con cultivo en secano | <i>Puya sp</i>             |
| 38 | 19 L | 204345 | 8494262 | 3114 | Huacahuatana     | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo denso de molle          | <i>Puya sp</i>             |
| 39 | 19 L | 202519 | 8494280 | 3106 | Saylla-huacarpay | <i>Lesbia nuna</i>            | Area de cultivo con riego                      | <i>Matorral</i>            |
| 40 | 19 L | 202159 | 8494311 | 3115 | Huacahuatana     | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral denso subinerme                       | <i>Baccharis latifolia</i> |
| 41 | 19 L | 204088 | 8494347 | 3122 | Huacahuatana     | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo denso de molle          | <i>Schinus molle</i>       |
| 42 | 19 L | 204928 | 8494443 | 3088 | Huambutio        | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Matorral denso subinerme                       | <i>Nicotiana sp</i>        |
| 43 | 19 L | 203892 | 8494886 | 3207 | Huacahuatana     | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio ralo de eucalipto      | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 44 | 19 L | 203962 | 8494970 | 3222 | Huacahuatana     | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio ralo de eucalipto      | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 45 | 19 L | 186460 | 8495173 | 3774 | Kayra            | <i>Patagona gigas</i>         | Matorral inerme asociado con cultivo en secano | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 46 | 19 L | 205561 | 8495705 | 3093 | Huacahuatana     | <i>Colibri coruscans</i>      | Area de cultivo con riego                      | Volando                    |
| 47 | 19 L | 205665 | 8495750 | 3090 | Huambutio        | <i>Patagona gigas</i>         | Area de cultivo con riego                      | Volando                    |
| 48 | 19 L | 186230 | 8495881 | 3703 | Kayra            | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo      | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 49 | 19 L | 205781 | 8496006 | 3091 | Huambutio        | <i>Patagona gigas</i>         | Matorral ralo subinerme                        | <i>Puya sp</i>             |
| 50 | 19 L | 205830 | 8496125 | 3090 | Huambutio        | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral ralo subinerme                        | <i>Colletia sp</i>         |
| 51 | 19 L | 200968 | 8496190 | 3283 | Oropesa          | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | Bosque de estrato medio denso de eucalipto     | Volando                    |
| 52 | 19 L | 187137 | 8496286 | 3536 | Kayra            | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto     | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 53 | 19 L | 205919 | 8496292 | 3092 | Huambutio        | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral ralo subinerme                        | <i>Muticia sp</i>          |

|    |      |        |         |      |              |                               |                                                                     |                            |
|----|------|--------|---------|------|--------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 54 | 19 L | 205992 | 8496334 | 3091 | Huambutio    | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral ralo subinerme                                             | Volando                    |
| 55 | 19 L | 201245 | 8496351 | 3350 | Oropesa      | <i>Colibri coruscans</i>      | Area de cultivo con riego y agroforesteria                          | <i>Nicotiana sp</i>        |
| 56 | 19 L | 187324 | 8496354 | 3470 | Kayra        | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                          | <i>Muticia sp</i>          |
| 57 | 19 L | 187267 | 8496373 | 3479 | Kayra        | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                          | Volando                    |
| 58 | 19 L | 201269 | 8496373 | 3258 | Oropesa      | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral denso inerme                                               | <i>Nicotiana sp</i>        |
| 59 | 19 L | 188238 | 8496400 |      | Kayra        | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo denso de chachacomo                          | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 60 | 19 L | 206138 | 8496445 | 3093 | Huambutio    | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Matorral ralo subinerme                                             | Volando                    |
| 61 | 19 L | 186697 | 8496447 | 3684 | Kayra        | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                          | <i>Salvia sp</i>           |
| 62 | 19 L | 201438 | 8496465 | 3333 | Oropesa      | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Area de cultivo en secano                                           | <i>Muticia sp</i>          |
| 63 | 19 L | 187072 | 8496481 | 3529 | Kayra        | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                          | Volando                    |
| 64 | 19 L | 200482 | 8496481 | 3403 | Choquepata   | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                          | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 65 | 19 L | 201302 | 8496514 | 3259 | Oropesa      | <i>Patagona gigas</i>         | Matorral ralo inerme                                                | Volando                    |
| 66 | 19 L | 187016 | 8496534 | 3547 | Kayra        | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                          | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 67 | 19 L | 184950 | 8496544 | 3742 | Pillao Matao | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                          | <i>Senna birostris</i>     |
| 68 | 19 L | 201286 | 8496549 | 3368 | Oropesa      | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral ralo inerme                                                | <i>Cantua sp</i>           |
| 69 | 19 L | 188223 | 8496556 |      | Kayra        | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Bosque de estrato bajo denso de chachacomo                          | <i>Cantua sp</i>           |
| 70 | 19 L | 181166 | 8496605 | 3808 | Huillcarpay  | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 71 | 19 L | 201559 | 8496734 | 3409 | Oropesa      | <i>Patagona gigas</i>         | Area de cultivo en secano                                           | <i>Cantua sp</i>           |
| 72 | 19 L | 201266 | 8496772 | 3354 | Oropesa      | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral ralo inerme                                                | <i>Puya sp</i>             |
| 73 | 19 L | 201298 | 8496814 | 3357 | Oropesa      | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral ralo inerme                                                | <i>Salvia sp</i>           |
| 74 | 19 L | 201298 | 8496892 | 3358 | Oropesa      | <i>Patagona gigas</i>         | Matorral ralo inerme                                                | <i>Colletia sp</i>         |
| 75 | 19 L | 185035 | 8496894 | 3694 | Pillao Matao | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con cultivo en secano | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 76 | 19 L | 206511 | 8496898 |      | Huambutio    | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Matorral ralo subinerme                                             | Volando                    |
| 77 | 19 L | 206530 | 8496904 |      | Huambutio    | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral ralo subinerme                                             | <i>Salvia sp</i>           |
| 78 | 19 L | 201291 | 8496914 | 3358 | Oropesa      | <i>Patagona gigas</i>         | Matorral ralo inerme                                                | <i>Puya sp</i>             |
| 79 | 19 L | 201498 | 8496921 | 3398 | Oropesa      | <i>Colibri coruscans</i>      | Area de cultivo en secano                                           | <i>Muticia sp</i>          |

|     |      |        |         |      |                 |                               |                                                                             |                            |
|-----|------|--------|---------|------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 80  | 19 L | 206578 | 8496933 |      | Huambutio       | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral ralo subinorme                                                     | <i>Schinus molle</i>       |
| 81  | 19 L | 206558 | 8496943 | 3095 | Huacahuatana    | <i>Colibri coruscans</i>      | Area de ocupacion urbana                                                    | <i>Nicotiana sp</i>        |
| 82  | 19 L | 206512 | 8496949 | 3095 | Huacahuatana    | <i>Colibri coruscans</i>      | Area de ocupacion urbana                                                    | <i>Nicotiana sp</i>        |
| 83  | 19 L | 201385 | 8496957 | 3373 | Oropesa         | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral ralo inerme                                                        | Volando                    |
| 84  | 19 L | 201293 | 8496961 | 3351 | Oropesa         | <i>Patagona gigas</i>         | Matorral ralo inerme                                                        | Volando                    |
| 85  | 19 L | 206472 | 8496961 | 3093 | Huacahuatana    | <i>Colibri coruscans</i>      | Area de ocupacion urbana                                                    | <i>Nicotiana sp</i>        |
| 86  | 19 L | 206547 | 8496970 | 3094 | Huacahuatana    | <i>Colibri coruscans</i>      | Area de ocupacion urbana                                                    | <i>Nicotiana sp</i>        |
| 87  | 19 L | 206564 | 8496970 | 3094 | Huacahuatana    | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Area de ocupacion urbana                                                    | <i>Nicotiana sp</i>        |
| 88  | 19 L | 201376 | 8496978 | 3373 | Oropesa         | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral ralo inerme                                                        | <i>Barnadesia sp</i>       |
| 89  | 19 L | 206564 | 8496981 | 3095 | Huacahuatana    | <i>Colibri coruscans</i>      | Area de ocupacion urbana                                                    | <i>Nicotiana sp</i>        |
| 90  | 19 L | 206555 | 8496983 | 3095 | Huacahuatana    | <i>Colibri coruscans</i>      | Area de ocupacion urbana                                                    | <i>Nicotiana sp</i>        |
| 91  | 19 L | 206539 | 8496987 | 3094 | Huacahuatana    | <i>Colibri coruscans</i>      | Area de ocupacion urbana                                                    | <i>Nicotiana sp</i>        |
| 92  | 19 L | 206503 | 8496991 |      | Huacahuatana    | <i>Colibri coruscans</i>      | Area de ocupacion urbana                                                    | Volando                    |
| 93  | 19 L | 206541 | 8496998 | 3094 | Huacahuatana    | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Area de ocupacion urbana                                                    | <i>Nicotiana sp</i>        |
| 94  | 19 L | 180871 | 8497052 | 3807 | Huillcarpay     | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                                   | Volando                    |
| 95  | 19 L | 201709 | 8497216 | 3556 | Oropesa         | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | Matorral inerme asociado con cultivo en secano                              | <i>Colletia sp</i>         |
| 96  | 19 L | 180694 | 8497271 | 3790 | Huillcarpay     | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                                   | Volando                    |
| 97  | 19 L | 181213 | 8497374 | 3694 | Huillcarpay     | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                                  | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 98  | 19 L | 185148 | 8497387 | 3554 | Pillao Matao    | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con plantaciones de eucalipto | <i>Salvia sp</i>           |
| 99  | 19 L | 180598 | 8497388 | 3806 | Huillcarpay     | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo denso de chachacomo                                  | <i>Matorral</i>            |
| 100 | 19 L | 200519 | 8497407 | 3591 | Choquepata      | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                                  | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 101 | 19 L | 200613 | 8497554 | 3602 | Choquepata      | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral inerme asociado con cultivo en secano                              | <i>Cantua sp</i>           |
| 102 | 19 L | 178627 | 8497620 | 3625 | Huancaro-chocco | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo denso de chachacomo                                  | Volando                    |
| 103 | 19 L | 201839 | 8497626 | 3670 | Oropesa         | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | Matorral denso inerme                                                       | Volando                    |
| 104 | 19 L | 178459 | 8497779 | 3526 | Huancaro-chocco | <i>Lesbia nuna</i>            | Bosque de estrato bajo denso de chachacomo                                  | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 105 | 19 L | 175889 | 8497809 | 3564 | Huancaro-chocco | <i>Lesbia nuna</i>            | Area de cultivo en secano                                                   | <i>Escallonia resinosa</i> |

|     |      |        |         |      |                 |                                |                                                |                            |
|-----|------|--------|---------|------|-----------------|--------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------|
| 106 | 19 L | 181424 | 8497843 |      | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>       | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo      | <i>Cantua sp</i>           |
| 107 | 19 L | 181472 | 8497880 |      | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>       | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo      | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 108 | 19 L | 181494 | 8498012 | 3478 | Huillcarpay     | <i>Amazilia chionogaster</i>   | Bosque de estrato medio denso de eucalipto     | <i>Cantua sp</i>           |
| 109 | 19 L | 188372 | 8498019 |      | Kayra           | <i>Colibri coruscans</i>       | Bosque de estrato medio denso de eucalipto     | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 110 | 19 L | 181623 | 8498029 | 3500 | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>       | Bosque de estrato medio denso de eucalipto     | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 111 | 19 L | 181707 | 8498043 |      | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>       | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo      | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 112 | 19 L | 181628 | 8498045 | 3505 | Huillcarpay     | <i>Aglaeactis cupripennis</i>  | Bosque de estrato medio denso de eucalipto     | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 113 | 19 L | 181399 | 8498050 |      | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>       | Matorral inerme asociado con cultivo en secano | Volando                    |
| 114 | 19 L | 181619 | 8498052 | 3500 | Huillcarpay     | <i>Aglaeactis cupripennis</i>  | Bosque de estrato medio denso de eucalipto     | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 115 | 19 L | 181577 | 8498075 | 3477 | Huillcarpay     | <i>Amazilia chionogaster</i>   | Area de cultivo en secano                      | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 116 | 19 L | 181609 | 8498095 | 3479 | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>       | Area de cultivo en secano                      | <i>Cantua sp</i>           |
| 117 | 19 L | 175771 | 8498106 | 3576 | Huancaro-chocco | <i>Lesbia victoriae</i>        | Area de cultivo en secano                      | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 118 | 19 L | 175666 | 8498140 | 3597 | Huancaro-chocco | <i>Colibri coruscans</i>       | Area de cultivo en secano                      | <i>Cantua sp</i>           |
| 119 | 19 L | 175608 | 8498143 | 3595 | Huancaro-chocco | <i>Aglaeactis castelnaudii</i> | Area de cultivo en secano                      | <i>Bomarea sp</i>          |
| 120 | 19 L | 181608 | 8498153 | 3482 | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>       | Area de cultivo en secano                      | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 121 | 19 L | 181660 | 8498227 | 3482 | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>       | Area de cultivo en secano                      | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 122 | 19 L | 179727 | 8498232 | 3607 | Tankarpata      | <i>Patagona gigas</i>          | Bosque de estrato bajo denso de chachacomo     | Volando                    |
| 123 | 19 L | 181682 | 8498248 | 3483 | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>       | Area de cultivo en secano                      | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 124 | 19 L | 175617 | 8498263 | 3591 | Huancaro-chocco | <i>Lesbia nuna</i>             | Area de cultivo en secano                      | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 125 | 19 L | 179792 | 8498336 | 3566 | Tankarpata      | <i>Colibri coruscans</i>       | Bosque de estrato medio denso de eucalipto     | <i>Muticia sp</i>          |
| 126 | 19 L | 201798 | 8498341 | 3772 | Oropesa         | <i>Patagona gigas</i>          | Matorral denso inerme                          | Volando                    |
| 127 | 19 L | 201836 | 8498359 | 3797 | Oropesa         | <i>Patagona gigas</i>          | Matorral denso inerme                          | <i>Muticia sp</i>          |
| 128 | 19 L | 200626 | 8498441 | 3885 | Choquepata      | <i>Patagona gigas</i>          | Matorral ralo inerme                           | Volando                    |
| 129 | 19 L | 180018 | 8498451 | 3540 | Tankarpata      | <i>Colibri coruscans</i>       | Bosque de estrato bajo denso de chachacomo     | <i>Muticia sp</i>          |
| 130 | 19 L | 175554 | 8498462 | 3592 | Huancaro-chocco | <i>Lesbia victoriae</i>        | Bosque de estrato medio denso de eucalipto     | <i>Colletia sp</i>         |
| 131 | 19 L | 175596 | 8498495 | 3597 | Huancaro-chocco | <i>Lesbia nuna</i>             | Area de cultivo en secano                      | <i>Senna birostris</i>     |
| 132 | 19 L | 200613 | 8498530 | 3917 | Choquepata      | <i>Patagona gigas</i>          | Matorral ralo inerme                           | <i>Puya sp</i>             |

|     |      |        |         |      |                 |                              |                                                                             |                            |
|-----|------|--------|---------|------|-----------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 133 | 19 L | 175419 | 8498648 | 3647 | Huancaro-chocco | <i>Colibri coruscans</i>     | Area de cultivo en secano                                                   | <i>Bomarea sp</i>          |
| 134 | 19 L | 185015 | 8498720 | 3447 | Uscullopata     | <i>Patagona gigas</i>        | Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con plantaciones de eucalipto | Volando                    |
| 135 | 19 L | 193120 | 8498796 | 3351 | Angostura       | <i>Colibri coruscans</i>     | Matorral denso inerme                                                       | <i>Senna birostris</i>     |
| 136 | 19 L | 193167 | 8498839 | 3232 | Angostura       | <i>Lesbia nuna</i>           | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                                  | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 137 | 19 L | 185003 | 8498959 | 3361 | Uscullopata     | <i>Colibri coruscans</i>     | Bosque de estrato medio ralo de eucalipto                                   | <i>Salvia sp</i>           |
| 138 | 19 L | 181774 | 8498991 | 3398 | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>     | Area de cultivo en secano                                                   | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 139 | 19 L | 180087 | 8499077 | 3433 | Tankarpata      | <i>Amazilia chionogaster</i> | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                                  | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 140 | 19 L | 181763 | 8499192 | 3383 | Huillcarpay     | <i>Oreonympha nobilis</i>    | Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con plantaciones de eucalipto | <i>Nicotiana sp</i>        |
| 141 | 19 L | 180426 | 8499246 | 3406 | Molleray        | <i>Colibri coruscans</i>     | Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con plantaciones de eucalipto | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 142 | 19 L | 175835 | 8499293 | 3565 | Huancaro-chocco | <i>Colibri coruscans</i>     | Matorral ralo inerme                                                        | <i>Bomarea sp</i>          |
| 143 | 19 L | 175852 | 8499418 | 3531 | Huancaro-chocco | <i>Lesbia victoriae</i>      | Area de cultivo en secano                                                   | <i>Bomarea sp</i>          |
| 144 | 19 L | 185158 | 8499419 | 3313 | Uscullopata     | <i>Patagona gigas</i>        | Area de cultivo en secano                                                   | <i>Puya sp</i>             |
| 145 | 19 L | 181654 | 8499424 | 3379 | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>     | Area de cultivo con riego                                                   | <i>Nicotiana sp</i>        |
| 146 | 19 L | 180738 | 8499442 | 3398 | Molleray        | <i>Colibri coruscans</i>     | Matorral denso inerme                                                       | <i>Cantua sp</i>           |
| 147 | 19 L | 181652 | 8499448 | 3370 | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>     | Area de cultivo con riego                                                   | <i>Cantua sp</i>           |
| 148 | 19 L | 181628 | 8499466 | 3372 | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>     | Area de cultivo con riego                                                   | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 149 | 19 L | 175861 | 8499485 | 3523 | Huancaro-chocco | <i>Colibri coruscans</i>     | Area de cultivo en secano                                                   | <i>Bomarea sp</i>          |
| 150 | 19 L | 175881 | 8499509 | 3515 | Huancaro-chocco | <i>Colibri coruscans</i>     | Bosque de estrato medio ralo de eucalipto                                   | <i>Bomarea sp</i>          |
| 151 | 19 L | 193340 | 8499662 | 3562 | Angostura       | <i>Patagona gigas</i>        | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                                  | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 152 | 19 L | 193253 | 8499891 | 3541 | Angostura       | <i>Patagona gigas</i>        | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                                  | <i>Salvia sp</i>           |
| 153 | 19 L | 181485 | 8499908 | 3357 | Huillcarpay     | <i>Patagona gigas</i>        | Matorral inerme asociado con cultivo en secano                              | Volando                    |
| 154 | 19 L | 181381 | 8500051 | 3366 | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>     | Matorral inerme asociado con cultivo en secano                              | <i>Salvia sp</i>           |
| 155 | 19 L | 181392 | 8500241 | 3359 | Huillcarpay     | <i>Colibri coruscans</i>     | Area de ocupacion urbana                                                    | <i>Salvia sp</i>           |
| 156 | 19 L | 189488 | 8501770 | 3356 | Huaccoto        | <i>Metallura tyrianthina</i> | Bosque de estrato medio ralo de eucalipto                                   | <i>Passifloraceae</i>      |
| 157 | 19 L | 189638 | 8501880 | 3363 | Huaccoto        | <i>Patagona gigas</i>        | Area sin vegetacion                                                         | Volando                    |

|     |      |        |         |      |           |                               |                                                                     |                            |
|-----|------|--------|---------|------|-----------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 158 | 19 L | 189637 | 8501886 | 3365 | Huaccoto  | <i>Colibri coruscans</i>      | Area sin vegetacion                                                 | Volando                    |
| 159 | 19 L | 175283 | 8501892 | 3769 | Saphi     | <i>Lesbia victoriae</i>       | Bosque de estrato medio ralo de eucalipto                           | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 160 | 19 L | 189775 | 8501997 | 3372 | Huaccoto  | <i>Amazilia chionogaster</i>  | Area de cultivo con riego                                           | <i>Muticia sp</i>          |
| 161 | 19 L | 189763 | 8502043 | 3383 | Huaccoto  | <i>Patagona gigas</i>         | Area sin vegetacion                                                 | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 162 | 19 L | 189961 | 8502114 | 3392 | Huaccoto  | <i>Colibri coruscans</i>      | Area sin vegetacion                                                 | <i>Muticia sp</i>          |
| 163 | 19 L | 190166 | 8502141 | 3426 | Huaccoto  | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Bosque de estrato medio ralo de eucalipto                           | Volando                    |
| 164 | 19 L | 190246 | 8502324 | 3427 | Huaccoto  | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 165 | 19 L | 190286 | 8502329 | 3430 | Huaccoto  | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Area de cultivo con riego                                           | <i>Muticia sp</i>          |
| 166 | 19 L | 190293 | 8502364 | 3464 | Huaccoto  | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 167 | 19 L | 190332 | 8502407 |      | Huaccoto  | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 168 | 19 L | 190354 | 8502476 |      | Huaccoto  | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 169 | 19 L | 190468 | 8502575 |      | Huaccoto  | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 170 | 19 L | 186919 | 8502937 | 3467 | Larapa    | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                          | <i>Cantua sp</i>           |
| 171 | 19 L | 186930 | 8502968 |      | Larapa    | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | <i>Muticia sp</i>          |
| 172 | 19 L | 187007 | 8503006 | 3505 | Larapa    | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 173 | 19 L | 186972 | 8503010 | 3494 | Larapa    | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | Volando                    |
| 174 | 19 L | 186422 | 8503167 |      | Larapa    | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                          | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 175 | 19 L | 186528 | 8503205 |      | Larapa    | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 176 | 19 L | 186592 | 8503274 |      | Larapa    | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 177 | 19 L | 186479 | 8503303 |      | Larapa    | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                          | Volando                    |
| 178 | 19 L | 186585 | 8503340 |      | Larapa    | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | Volando                    |
| 179 | 19 L | 186809 | 8503419 |      | Larapa    | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Bosque de estrato medio denso de eucalipto                          | <i>Eucaliptus sp</i>       |
| 180 | 19 L | 186680 | 8503427 |      | Larapa    | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | Volando                    |
| 181 | 19 L | 185606 | 8503907 | 3471 | Pumamarca | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato bajo de chachacomo asociado con cultivo en secano | <i>Escallonia resinosa</i> |
| 182 | 19 L | 185647 | 8503924 | 3498 | Pumamarca | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | <i>Baccharis sp</i>        |
| 183 | 19 L | 185583 | 8503961 | 3504 | Pumamarca | <i>Patagona gigas</i>         | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo                           | <i>Escallonia resinosa</i> |

|     |      |        |         |      |              |                               |                                              |                      |
|-----|------|--------|---------|------|--------------|-------------------------------|----------------------------------------------|----------------------|
| 184 | 19 L | 185657 | 8503970 | 3515 | Pumamarca    | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato bajo ralo de chachacomo    | <i>Muticia sp</i>    |
| 185 | 19 L | 175397 | 8503987 | 3648 | Saphi        | <i>Lesbia nuna</i>            | Matorral denso inerme                        | <i>Cantua sp</i>     |
| 186 | 19 L | 175260 | 8503996 | 3665 | Saphi        | <i>Lesbia nuna</i>            | Area de cultivo en secano                    | <i>Eucaliptus sp</i> |
| 187 | 19 L | 185738 | 8504029 | 3564 | Pumamarca    | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral denso inerme                        | <i>Salvia sp</i>     |
| 188 | 19 L | 175287 | 8504103 | 3681 | Saphi        | <i>Lesbia nuna</i>            | Matorral denso inerme                        | <i>Cantua sp</i>     |
| 189 | 19 L | 185866 | 8504278 |      | Pumamarca    | <i>Patagona gigas</i>         | Matorral denso inerme                        | <i>Puya sp</i>       |
| 190 | 19 L | 185820 | 8504360 |      | Pumamarca    | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral denso inerme                        | <i>Cantua sp</i>     |
| 191 | 19 L | 185859 | 8504457 |      | Pumamarca    | <i>Oreonympha nobilis</i>     | Bosque de estrato medio ralo de eucalipto    | <i>Eucaliptus sp</i> |
| 192 | 19 L | 185995 | 8504521 |      | Pumamarca    | <i>Patagona gigas</i>         | Matorral denso inerme                        | Volando              |
| 193 | 19 L | 185907 | 8504574 |      | Pumamarca    | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | Matorral denso inerme                        | Volando              |
| 194 | 19 L | 178167 | 8505540 |      | Saphi        | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto   | <i>Eucaliptus sp</i> |
| 195 | 19 L | 178190 | 8505654 |      | Saphi        | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto   | <i>Eucaliptus sp</i> |
| 196 | 19 L | 182134 | 8505707 | 3532 | Pumamarca    | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato bajo denso de queu±a       | Volando              |
| 197 | 19 L | 178117 | 8505713 |      | Saphi        | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto   | <i>Barnadesia sp</i> |
| 198 | 19 L | 178113 | 8505718 |      | Saphi        | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto   | <i>Barnadesia sp</i> |
| 199 | 19 L | 178101 | 8505730 |      | Saphi        | <i>Colibri coruscans</i>      | Bosque de estrato medio denso de eucalipto   | <i>Eucaliptus sp</i> |
| 200 | 19 L | 182047 | 8505807 |      | Pumamarca    | <i>Colibri coruscans</i>      | Matorral ralo inerme                         | Volando              |
| 201 | 19 L | 179885 | 8506768 |      | Cachimayo    | <i>Colibri coruscans</i>      | Area de cultivo con riego y agroforesteria   | Volando              |
| 202 | 19 L | 176407 | 8507066 | 3806 | Saphi        | <i>Colibri coruscans</i>      | Area de cultivo en secano con agroforesteria | <i>Eucaliptus sp</i> |
| 203 | 19 L | 175783 | 8507769 | 3867 | Saphi        | <i>Aglaeactis cupripennis</i> | Bosque de estrato bajo denso de queu±a       | Volando              |
| 204 | 19 L | 204123 | 8494952 |      | Huacahuatana | <i>Amazilia chionogaster</i>  | Matorral ralo subinerme                      | <i>Baccharis sp</i>  |
| 205 | 19 L | 204179 | 8494810 |      | Huacahuatana | <i>Amazilia chionogaster</i>  | Matorral ralo subinerme                      | <i>Baccharis sp</i>  |

Datos de presencia de Trochilidos brindados por los Expertos y revisión bibliográfica

Cuadro brindado por el Msc. Barry Walker

| Hummingbirds              | Trochilidae                    | Nombre en español          |     |    |
|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----|----|
| Sparkling Violet-ear      | <i>Colibri coruscans</i>       | Orejivioleta Iridiscente   | U/C | C  |
| White-bellied Hummingbird | <i>Leucippus chionogaster</i>  | Colibri Vientre Blanco     | U/C | U  |
| Giant Hummingbird         | <i>Patagona gigas</i>          | Colibri Gigante            | U/C | C  |
| Shining Sunbeam           | <i>Aglaeactis cupripennis</i>  | Rayo-de-Sol Brillante      | U/C | U  |
| White-tufted Sunbeam      | <i>Aglaeactis castelnaudii</i> | Rayo-de-Sol Acanelado      | U/C | R  |
| Black-tailed Trainbearer  | <i>Lesbia victoriae</i>        | Colibrí Cola Larga Negra   | U/C | FC |
| Green-tailed Trainbearer  | <i>Lesbia nuna</i>             | Colibrí Cola Larga Verde   | U/C | FC |
| Tyrian Metaltail          | <i>Metallura tyrianthina</i>   | Cola-metal de Tiro         | U/M | R  |
| Bearded Mountaineer       | <i>Oreonympha nobilis</i>      | Ninfa Montes Barbuda       | U/M | FC |
| White-bellied Woodstar    |                                | Estrella de Vientre Blanco | U/M | V  |

Leyenda:

|              |
|--------------|
| C = Común    |
| FC=Regular   |
| U=Poco común |
| R=Raro       |
| V=Vagante    |

La información proporcionada por el Msc. Barry Walker, nos brinda un panorama general de las especies que se registraron dentro de la Cuenca del Huatanay, y la condición que presentan cada una de ellas, como por ejemplo se indica que 5 son comunes en dicha área, en contraparte, se menciona que entre las especies raras, se tiene el picaflor endémico para Perú *Aglaeactis castelnaudii* y *Metallura Tyrianthina* y poco común *Aglaeactis cupripennis* y *Leucippus chionogaster*.

Cuadro brindado por el Dr. Rob Williams

| Especie                      | Ubicación dentro de la Cuenca                                 |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <i>Colibri coruscans</i>     | En toda la zona                                               |
| <i>Lesbia nuna</i>           | En toda la zona, raro en zonas urbanas                        |
| <i>Patagona gigas</i>        | En todas partes, pero variaciones estacionales en abundancia  |
| <i>Oreonympha nobilis</i>    | Cerca de huacarpay, tipón y Santa maría                       |
| <i>Metallura tyrianthina</i> | En zonas altas (Santa maría, Tipón, Sacsayhuamán y huacarpay) |

Los datos brindados por el Dr. Rob Williams, nos informan la ubicación del registro de algunas especies dentro de la Cuenca del Huatanay, indicando por ejemplo que *Colibrí coruscans* y *Lesbia nuna* tienen una distribución en la totalidad del área, mientras que otras como *Metallura tyrianthina* se encuentran mayormente en zonas altas. Y también se puede obtener puntos estratégicos para visualizar algunas especies como el caso de *Oreonympha nobilis* en Santa María.

De la Revisión Bibliografica

Cuadro: especies registradas en el libro: “Etnornitología del Humedal Lucre-Huacarpay”

| Especie                      | Lugar                   |
|------------------------------|-------------------------|
| <i>Colibri coruscans</i>     | Humedal Lucre-Huacarpay |
| <i>Lesbia nuna</i>           | Humedal Lucre-Huacarpay |
| <i>Lesbia victoriae</i>      | Humedal Lucre-Huacarpay |
| <i>Oreonympha nobilis</i>    | Humedal Lucre-Huacarpay |
| <i>Patagona gigas</i>        | Humedal Lucre-Huacarpay |
| <i>Chaetocercus muslant</i>  | Humedal Lucre-Huacarpay |
| <i>Amazilia chionogaster</i> | Humedal Lucre-Huacarpay |

La información obtenida de dicha publicación, nos menciona, que en el área que comprende el Humedal Ramsar de Lucre-Huacarpay, se tienen registradas 7 especies de picaflores, sin embargo, el registro de todas estas especies, se realizó durante 4 años, lo cual puede incrementar la posibilidad de ver especies muy ocasionales como es el caso de *Chaetocercus muslant*.

**ORNITOFAUNA DE LA CUENCA ALTA DE LUCRE, CUSCO. (14-16 de noviembre del 2013).**

| Nº | ORDEN           | FAMILIA      | GENERO        | ESPECIE                            | Nombre en ingles              | Nombre en español             |
|----|-----------------|--------------|---------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1  | TINAMIFORMES    | TINAMIDAE    | Nothoprocta   | <i>Nothoprocta ornata</i>          | Ornate Tinamou                | Perdiz Cordillerana           |
| 2  | ANSERIFORMES    | ANATIDAE     | Anas          | <i>Anas flavirostris</i>           | Yellow-billed (Speckled) Teal | Pato Barcino                  |
| 3  |                 |              | Lophonetta    | <i>Lophonetta specularioides</i>   | Crested Duck                  | Pato Crestón                  |
| 4  |                 |              | Cairina       | <i>Cairina moschata</i>            | Muscovy Duck                  | Pato Criollo                  |
| 5  | ACCIPITRIFORMES | ACCIPITRIDAE | Geranoaetus   | <i>Geranoaetus polyosoma</i>       | Variable Hawk                 | Aguilucho Variable            |
| 6  |                 |              |               | <i>Geranoaetus melanoleucus</i>    | Black-chested Buzzard-Eagle   | Aguilucho de Pecho Negro      |
| 7  | CHARADRIIFORMES | CHARADRIIDAE | Vanellus      | <i>Vanellus resplendens</i>        | Andean Lapwing                | Avefría Andina                |
| 8  | COLUMBIFORMES   | COLUMBIDAE   | Patagioenas   | <i>Patagioenas maculosa</i>        | Spot-winged Pigeon            | Paloma de Ala Moteada         |
| 9  |                 |              | Metriopelia   | <i>Metriopelia ceciliae</i>        | Bare-faced Ground Dove        | Tortolita Moteada             |
| 10 |                 |              |               | <i>Metriopelia melanoptera</i>     | Black-winged Ground Dove      | Tortolita de Ala Negra        |
| 11 | APODIFORMES     | TROCHILIDAE  | Aglaeactis    | <i>Aglaeactis cupripennis</i>      | Shining Sunbeam               | Rayo-de-Sol Brillante         |
| 12 |                 |              |               | <i>Aglaeactis castelnaudii</i> (E) | White-tufted Sunbeam          | Rayo-de-Sol Acanelado         |
| 13 |                 |              | Lesbia        | <i>Lesbia nuna</i>                 | Green-tailed Trainbearer      | Colibrí de Cola Larga Verde   |
| 14 |                 |              | Oreonympha    | <i>Oreonympha nobilis</i> (E)      | Bearded Mountaineer           | Montañas Barbudo              |
| 15 |                 |              | Metallura     | <i>Metallura tyrianthina</i>       | Tyrian Metaltail              | Colibrí Tirio                 |
| 16 |                 |              | Patagona      | <i>Patagona gigas</i>              | Giant Hummingbird             | Colibrí Gigante               |
| 17 |                 |              | Oreotrochilus | <i>Oreotrochilus estella</i>       | Andean Hillstar               | Estrella Andina               |
| 18 | APODIFORMES     | APODIDAE     | Aeronautes    | <i>Aeronautes andecolus</i>        | Andean Swift                  | Vencejo Andino                |
| 19 | PICIFORMES      | PICIDAE      | Colaptes      | <i>Colaptes rupicola</i>           | Andean Flicker                | Carpintero Andino             |
| 20 | FALCONIFORMES   | FALCONIDAE   | Phalcoboenus  | <i>Phalcoboenus megalopterus</i>   | Mountain Caracara             | Caracara Cordillerano         |
| 21 |                 |              | Falco         | <i>Falco femoralis</i>             | Aplomado Falcon               | Halcón Aplomado               |
| 22 |                 |              |               | <i>Falco sparverius</i>            | American Kestrel              | Cernícalo Americano           |
| 23 | PSITTACIFORMES  | PSITTACIDAE  | Psilopsiagon  | <i>Psilopsiagon aurifrons</i>      | Mountain Parakeet             | Perico Cordillerano           |
| 24 | PASSERIFORMES   | COTINGIDAE   | Ampelion      | <i>Ampelion rubrocristatus</i>     | Red-crested Cotinga           | Cotinga de Cresta Roja        |
| 25 |                 | EMBERIZIDAE  | Zonotrichia   | <i>Zonotrichia capensis</i>        | Rufous-collared Sparrow       | Gorrión de Collar Rufo        |
| 26 |                 | FRINGILLIDAE | Sporagra      | <i>Sporagra atrata</i>             | Black Siskin                  | Jilguero Negro                |
| 27 |                 |              |               | <i>Sporagra magellanica</i>        | Hooded Siskin                 | Jilguero Encapuchado          |
| 28 |                 | FURNARIIDAE  | Cranioleuca   | <i>Cranioleuca albicapilla</i> (E) | Creamy-crested Spinetail      | Cola-Espina de Cresta Cremosa |

|       |    |               |               |                                 |                                  |                               |
|-------|----|---------------|---------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| 29    |    |               | Cinclodes     | <i>Cinclodes albiventris</i>    | Cream-winged Cinclodes           | Churrete de Ala Crema         |
| 30    |    |               | Asthenes      | <i>Asthenes ottonis</i> (E)     | Rusty-fronted Canastero          | Canastero de Frente Rojiza    |
| 31    |    |               | Geositta      | <i>Geositta tenuirostris</i>    | Slender-billed Miner             | Minero de Pico Largo          |
| 32    |    | HIRUNDINIDAE  | Orochelidon   | <i>Orochelidon andecola</i>     | Andean Swallow                   | Golondrina Andina             |
| 33    |    | THRAUPIDAE    | Phrygilus     | <i>Phrygilus punensis</i>       | Peruvian Sierra-Finch            | Fringilo Peruano              |
| 34    |    |               |               | <i>Phrygilus fruticeti</i>      | Mourning Sierra-Finch            | Fringilo de Pecho Negro       |
| 35    |    |               |               | <i>Phrygilus unicolor</i>       | Plumbeous Sierra-Finch           | Fringilo Plomizo              |
| 36    |    |               |               | <i>Phrygilus plebejus</i>       | Ash-breasted Sierra-Finch        | Fringilo de Pecho Cenizo      |
| 37    |    |               | Catamenia     | <i>Catamenia inornata</i>       | Plain-colored Seed eater         | Semillero Simple              |
| 38    |    |               |               | <i>Catamenia analis</i>         | Band-tailed Seed eater           | Semillero de Cola Bandeada    |
| 39    |    |               | Xenodacnis    | <i>Xenodacnis parina</i>        | Tit-like Dacnis                  | Azulito Altoandino            |
| 40    |    |               | Conirostrum   | <i>Conirostrum cinereum</i>     | Cinereous Conebill               | Pico-de-Cono Cinéreo          |
| 41    |    |               | Diglossa      | <i>Diglossa brunneiventris</i>  | Black-throated Flower-piercer    | Pincha-Flor de Garganta Negra |
| 42    |    |               | Poospiza      | <i>Poospiza caesar</i> (E)      | Chestnut-breasted Mountain-Finch | Monterita de Pecho Castaño    |
| 43    |    |               | Saltator      | <i>Saltator aurantirostris</i>  | Golden-billed Saltator           | Saltador de Pico Dorado       |
| 44    |    |               | Oreomanes     | <i>Oreomanes fraseri</i>        | Giant Conebill                   | Pico-de-Cono Gigante          |
| 45    |    | TROGLODYTIDAE | Troglodytes   | <i>Troglodytes aedon</i>        | House Wren                       | Cucarachero Común             |
| 46    |    | TURDIDAE      | Turdus        | <i>Turdus chiguanco</i>         | Chiguanco Thrush                 | Zorzal Chiguanco              |
| 47    |    |               |               | <i>Turdus fuscater</i>          | Great Thrush                     | Zorzal Grande                 |
| 48    |    | TYRANNIDAE    | Polioxolmis   | <i>Polioxolmis rufipennis</i>   | Rufous-webbed Bush-Tyrant        | Ala-Rufa Canelo               |
| 49    |    |               | Anairetes     | <i>Anairetes alpinus</i>        | Ash-breasted Tit-Tyrant          | Torito de Pecho Cenizo        |
| 50    |    |               | Ochthoeca     | <i>Ochthoeca oenanthoides</i>   | d'Orbigny's Chat-Tyrant          | Pitajo de d'Orbigny           |
| 51    |    |               |               | <i>Ochthoeca leucophrys</i>     | White-browed Chat-Tyrant         | Pitajo de Ceja Blanca         |
| 52    |    |               |               | <i>Ochthoeca rufipectoralis</i> | Rufous-breasted Chat-Tyrant      | Pitajo de Pecho Rufo          |
| 53    |    |               | Agriornis     | <i>Agriornis montanus</i>       | Black-billed Shrike-Tyrant       | Arriero de Pico Negro         |
| 54    |    |               | Muscisaxicola | <i>Muscisaxicola rufivertex</i> | Rufous-naped Ground-Tyrant       | Dormilona de Nuca Rojiza      |
| TOTAL | 10 | 19            | 42            | 54                              |                                  |                               |

Taxonomía: En base a Manuel A. Plengue (2013).

(E): Endémicas para Perú

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
 FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS  
 TESIS: "DISTRIBUCION POTENCIAL DE LA FAMILIA TROCHILIDAE EN LA CUENCA DEL RIO HUATANAY: UNA PROPUESTA  
 DE AREAS PARA SU CONSERVACION"



FICHA TECNICA DE DATOS DE TROCHILIDOS REGISTRADOS EN LA CUENCA DEL HUATANAY

Nombre del Investigador y/o Institución:

| N° | Zona/localidad | Microcuenca | Especies registradas | Coordenadas UTM | Método empleado | Fecha y hora de registro |
|----|----------------|-------------|----------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|
| 1  |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 2  |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 3  |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 4  |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 5  |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 6  |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 7  |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 8  |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 9  |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 10 |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 11 |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 12 |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 13 |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 14 |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 15 |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 16 |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 17 |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 18 |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 19 |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 20 |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 21 |                |             |                      |                 |                 |                          |
| 22 |                |             |                      |                 |                 |                          |

## Fotografías de Microcuencas de la Cuenca del Río Huatanay.

Microcuenca de Angostura.



Microcuenca de Choquepata



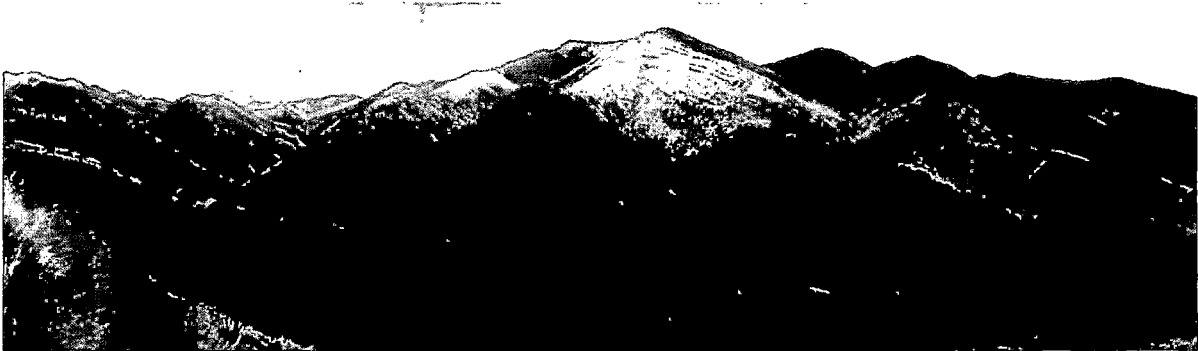
Microcuenca de Kayra



Microcuenca de Huillcarpay



Microcuenca de Lucre



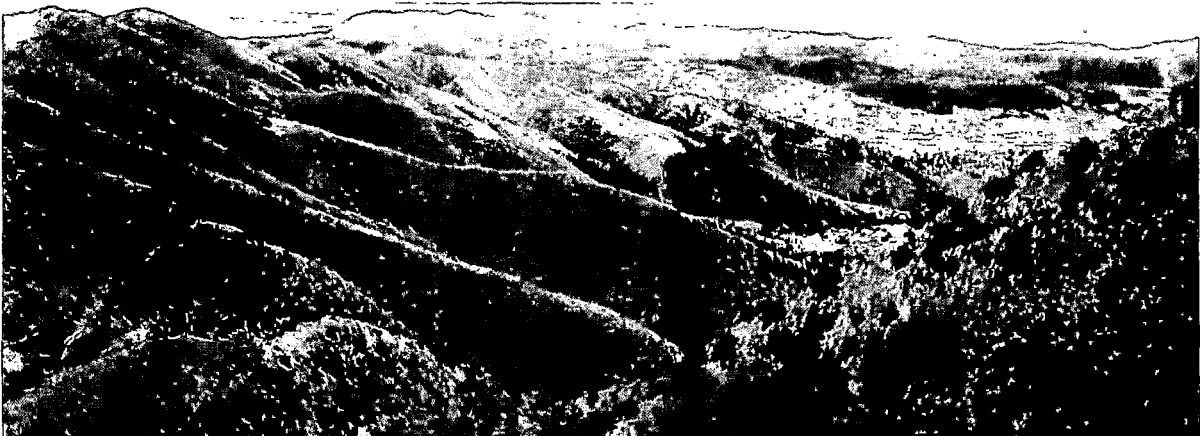
Microcuenca de Oropesa



Microcuenca de Pillao-Matao



Microcuenca de Tankarpata



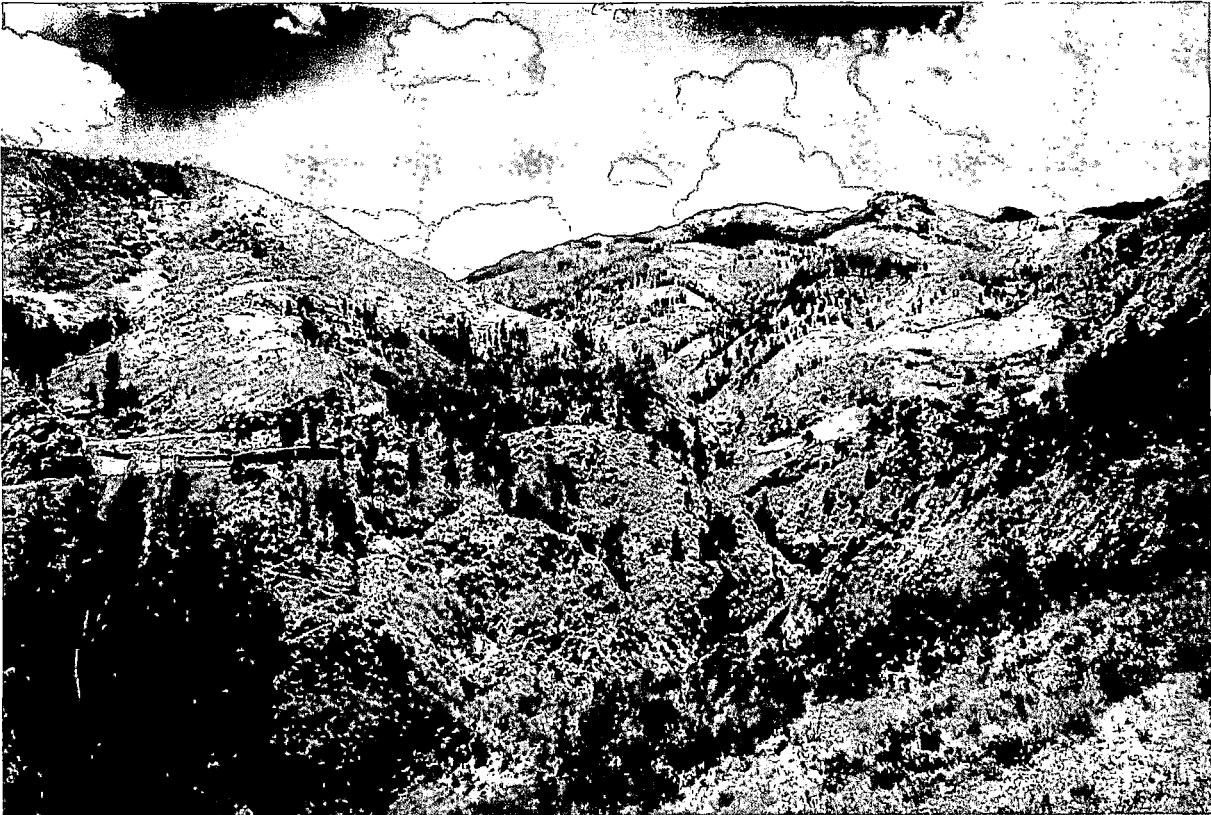
Microcuenca de Uscullopata



Microcuenca de Saphi



Microcuenca de Chocco

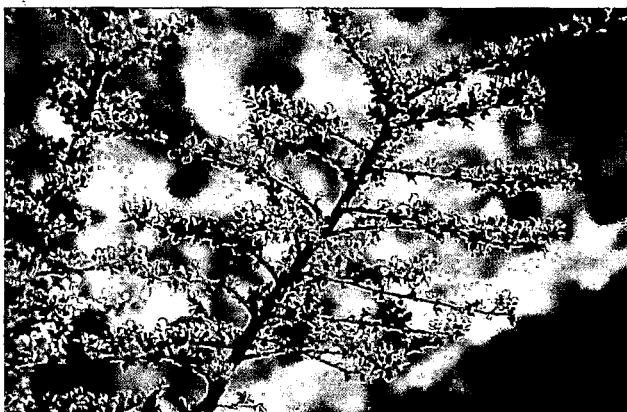


Fotografías de Plantas en las que se observó a los Trochilidos de la Cuenca del Huatanay

*Escallonia resinosa*



*Escallonia myrtilloides*



*Salvia oppositiflora*



*Cantua buxifolia*



*Nicotiana glauca*



*Eucaliptus globulus*



*Mutisia acuminata*



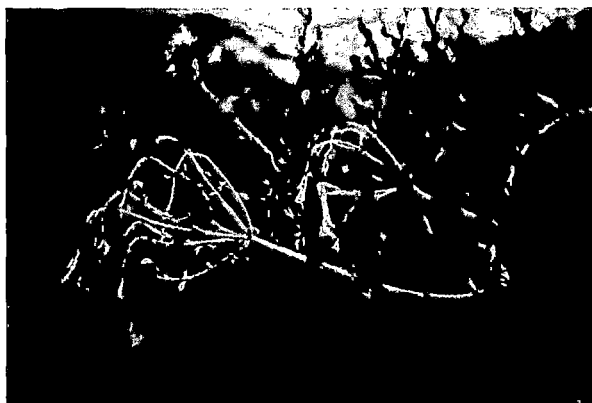
*Puya ferruginea*



*Opuntia ficus-indica*



*Bomarea sp.*



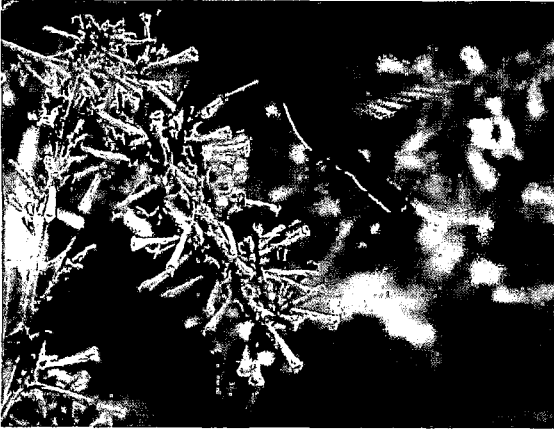
*Barnadesia horrida*



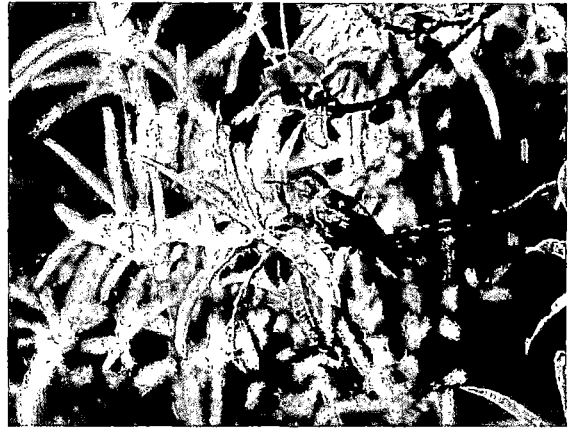
*Austrocylindropuntia subulata*



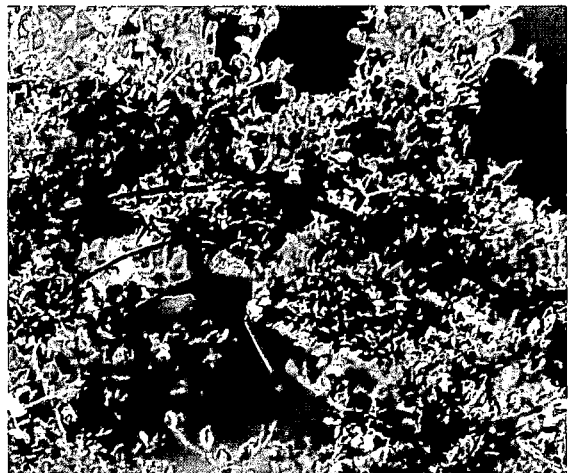
Fotografías de picaflores de la Cuenca del Río Huatanay.



*Colibri coruscans* libando néctar de *Nicotiana glauca*



*Aglaeactis cupripennis* perchado en *Gynoxis sp*



*Oreonympha nobilis* y *Lesbia nuna* perchados en sendas *Escallonia myrtilloides*



*Patagona gigas* libando néctar de *Austrocylindropuntia sp* y *Colibri coruscans* chapoteando en el río.

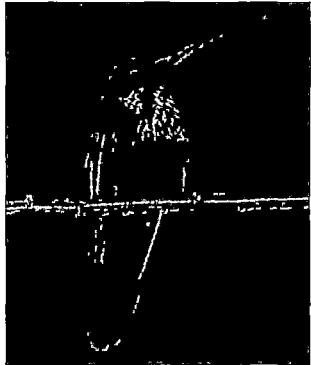
Fotografías del trabajo de campo.



En la Microcuenca de Oropesa, registrando las presencias de picaflors en el GPS mediante la técnica del "recocho", que consiste en el desplazamiento y búsqueda por una ruta establecida.



En la Microcuenca de Tankampata, realizando la técnica del Acecho, o espera sigilosa, para poder captar la imagen espectral de un picaflor en el sensor de la cámara



En la parte alta de la Microcuenca de Huillcarpay.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

# **GUÍA PRÁCTICA: APLICACIÓN DEL SOFTWARE MAXENT**

---

Modelamiento de Distribución Potencial de especies con el Método  
Máxima Entropía

**Wiliam Cárdenas Enriquez**

**05/11/2013**

**Asesores:**

**Dr. Efraín Molleapaza Arispe**

**Msc. Wilfredo Chávez Huamán.**

Guía práctica de distribución potencial de especies, en base a datos reales de la distribución actual de las especies de la Familia Trochilidae en la Cuenca del Río Huatanay. Cusco, Perú.

Contenido

INTRODUCCIÓN. .... 2

RECOLECCIÓN DE DATOS ..... 3

    Consulta a expertos y recopilación de antecedentes bibliográficos. .... 3

    Muestreo en campo ..... 3

PREPARACIÓN DE DATOS DE CAMPO ..... 3

    Descargando datos de GPS al software MapSource ..... 3

    Convirtiendo los datos de coordenadas UTM a geográficas ..... 4

    Generando un Archivo .csv (Comma Separated Value). .... 5

DESCARGANDO DATOS CLIMÁTICOS DE BIOCLIM ..... 6

PREPARACIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS PARA UNA CORRIDA EN MAXENT..... 7

    Reducción de celdas de los datos ambientales del Bioclim ..... 7

    Ajustando las capas ambientales al mismo tamaño y numero de celdas..... 9

    Creación de ráster a partir de los Shapes categóricos ..... 10

REALIZANDO UNA CORRIDA EN MaxEnt ..... 19

## INTRODUCCIÓN.

Representar el escenario ecológico en un modelo simplificado, es la tarea más inquietante de cualquier ecólogo. Pues, indefectiblemente, el funcionamiento de un sistema complejo no se basa únicamente en la suma de sus partes, sino; a la serie de interacciones que se da entre ellas, para ser más preciso, a las propiedades emergentes del sistema en funcionamiento.

De esta manera, cualquier modelo simplificado de la realidad, no es sino una representación probabilística de lo que puede estar ocurriendo. Es por ello, que las predicciones, asumen una extrapolación de la gráfica de la función hallada con el modelo, lo cual únicamente maximiza el error o incertidumbre inicial; a manera de un efecto mariposa. Sin embargo, estas tendencias y modelos que se hallan, nos brindan cierta información de la realidad, y es lo que nos interesa. Mientras se tenga algo de información de un sistema, se puede gestionar los elementos que lo constituyen, y prevenir ciertos sucesos que pondrían en peligro su funcionamiento original. Un ecosistema no es lejano de este concepto, así mismo las diferentes poblaciones que lo constituyen, y es precisamente de lo que trataremos a continuación.

Las poblaciones, en un enfoque sistémico, están en función de los nacimientos, muertes y migración de los individuos que lo conforman; sin embargo, el espacio es vital, o como decía el Maestro Margalef: “Los ecosistemas no bailan en la punta de un alfiler”. Es en ese entender, que la densidad y la dispersión y/o distribución de las especies es de suma importancia para entender dichas poblaciones. Quizá el mejor método para evaluar estas características, sea el muestreo in-situ; sin embargo, no se puede emprender innumerables programas para muestrear en un tiempo continuo las diferentes poblaciones que existen, debido a lo costoso que podría resultar. Y la gestión de los recursos, no se hace esperar; los cambios en el clima global y el crecimiento excesivo de la población humana, urgen de respuestas.

Es por ello, que el modelamiento en base a un muestreo inicial, se ha hecho una herramienta muy sutil, pues ahorra mucho tiempo y dinero, a su vez, que las predicciones son cada vez más confiables debido a la cantidad de variables que pueden analizar.

En esta ocasión, presentamos una guía práctica, para el modelamiento de distribución de especies, con el uso del software Maxent (acrónimo de máxima entropía), para un caso y escenario particular, la Familia Trochilidae en la cuenca del Río Huatanay.

---

## RECOLECCIÓN DE DATOS

### Consulta a expertos y recopilación de antecedentes bibliográficos.

La consulta a expertos, y la revisión de bibliografía, pocas veces incluye datos de coordenadas que puedan ser utilizados directamente para correr el modelo MaxEnt, más bien, nos puede dar una idea de zonas donde exista referencia de presencia de la entidad que deseamos modelar (picaflores en este caso), y por ello, es relevante contar con estos antecedentes, pues serán tomados como lugares prioritarios para el muestreo in situ que se planifique posteriormente.

### Muestreo en campo

El diseño de la muestra, dependerá mucho de las condiciones del área de estudio en el que estamos trabajando, si se tiene abundante información acerca de la biología y/o referencias de lugares en donde hay mayor probabilidad de encontrar a la especie, se puede estratificar el área de estudio y realizar un muestreo estratificado, valga la redundancia, apoyados en los sistemas de información geográfica (SIG). Sin embargo, lo más conveniente será tratar de abarcar la mayor cantidad de terreno posible. Es el caso para este estudio, en el cual el muestreo incluyó casi la totalidad del área de estudio, y la metodología que se usó para el levantamiento de información fueron las técnicas del “acecho” y del “rececho”, la primera constituye en una búsqueda sigilosa, y la segunda en una espera en un lugar estratégico. Cada registro se tiene que marcar y anotar en el GPS (Sistema de Posicionamiento Global), y en la libreta de campo. Además, es de mucha importancia, anotar también las condiciones en las que se está registrando al individuo (volando, perchado en alguna especie vegetal, etc.). Así mismo, es necesario que el muestreo sea realizado en un año calendario, para abarcar la época de lluvias y la época de secas, pues debido a las migraciones verticales u horizontales, puede ver variaciones en la presencia de los individuos.

## PREPARACIÓN DE DATOS DE CAMPO

### Descargando datos de GPS al software MapSource

En este estudio se utilizó un GPS garmin modelo etrex vista HcX, lo primero que hay que realizar es encender el GPS, y conectar al computador por medio del cable de conexión de datos, luego, se debe de configurar el GPS para ser usado sin conexión a satélites. Abrimos el software MapSource, y hacemos clic en el ícono “recibir de dispositivo”, automáticamente aparecerá el GPS que hemos conectado, y seleccionamos “Waypoints” y finalmente hacemos

click en recibir. Todos los puntos marcados en el GPS aparecerán en la pantalla principal del software, y en la barra lateral izquierda la información que hemos guardado en el dispositivo, como coordenadas, fecha y hora del registro, altitud, etc. El GPS se apaga automáticamente una vez descargados los datos, y desconectamos el cable de conexión.

### Convirtiendo los datos de coordenadas UTM a geográficas

Las coordenadas UTM se pueden transformar directamente en el software MapSource, en la barra de menús, seleccionamos **editar** – preferencias - posición, y en la pestaña que indica cuadrícula podemos cambiar al sistema de coordenadas que deseamos.

Sin embargo para evitar errores en la corrida del programa, la conversión de un sistema de coordenadas a otro lo haremos directamente en el programa ArcGis 10.1. Para ello, el archivo que esta inicialmente en el MapSource lo guardamos en el formato: “DXF”. Esto lo hacemos sencillamente cambiando en la pestaña “tipo” de la ventana: “Guardar como”, el formato original “.gdb” a “DXF(\*.dxf)”.

Luego abrimos un nuevo archivo en ArcGis 10.1, y definimos la proyección en la que trabajaremos: Anticlick en la pantalla de inicio del programa – Data frame properties – Coordinate System y elegimos para nuestro caso particular WGS1984 UTM Zone 19S (si el área de estudio se encuentra en dos zonas distintas, se elige la zona que representa la mayor parte del terreno) y aceptamos. Seguidamente, añadimos el archivo que guardamos en el paso anterior, desde el ícono “Add data”. Se añadirán una serie de capas, con extensión .dxf, únicamente nos interesa la que contiene nuestros puntos: “nombredearchivo.dxf Point”, por ello, convertiremos este archivo en uno compatible y editable con el programa (Shapefile). Le hacemos anticlick encima de este archivo, luego seleccionamos: Data - Export data, y direccionamos el lugar donde guardaremos, y finalmente añadimos este nuevo archivo, el cual ya es un shapefile.

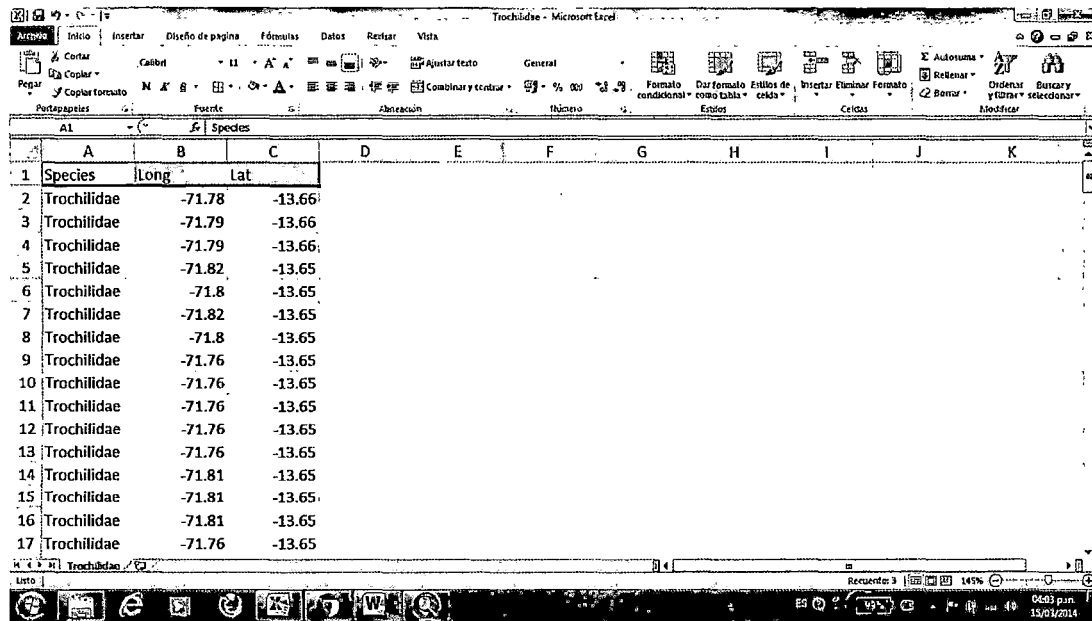
Ahora, este shapefile con nuestros puntos de ocurrencia, es completamente editable, y su base de datos se encuentra íntegra, tal y como lo exportamos desde el MapSource, incluso ahora se le puede añadir campos, con mayor información para cada punto; pero, aún el programa no reconoce la proyección en la que se encuentran estos puntos, por tanto, definiremos esta proyección de este modo: Abrimos la caja de herramientas Arc Toolbox – Data Management Tools – Projections and Transformations – Define Projection. Le hacemos doble click en esta última ruta, y en el campo que dice: “Input Dataset or Feature Class” añadimos nuestro

shapefile de puntos, y en el campo que indica: “Coordinate System” buscaremos el sistema de coordenadas que queremos darle a nuestros puntos (WGS1984 UTM Zone 19S), y aceptamos.

Nuestro shapefile, ya tiene una proyección, ahora si podemos trabajar cualquier tipo de acción que involucre una georreferenciación correcta, como por ejemplo, hallar las coordenadas para ese punto. Para esto, abrimos la tabla de atributos del shapefile de puntos, y añadimos dos nuevos campos, a uno de ellos lo renombraremos: “latitud”, y al otro “longitud”. Seleccionamos toda la columna “latitud” y le hacemos un anticlick – Calculate Geometry – Yes. En el campo **Property** seleccionamos X Coordinate of point , y en **units** escogemos: “Packed DMS Format (+/-DDD.MMSSssssss)” y aceptamos. Repetimos el mismo paso para la columna de “longitud”, solo cambiamos en el campo **Property** a: Y Coordinate of point.

### **Generando un Archivo .csv (Comma Separated Value).**

Ahora que ya contamos con nuestros datos de registros de campo, en un solo sistema de coordenadas (geográficas), tenemos que ordenarlos para que pueda ser reconocido por MaxEnt. Para esto necesitamos exportar, la base de datos del shapefile al Excel. Esto lo hacemos desde la tabla de atributos del shapefile, y se exportará como un archivo con extensión: “.dbf”; este archivo lo abrimos en un nuevo documento de Excel, en el Excel eliminamos todas las columnas que tengan información que no se necesite para la corrida del modelo. Y nos quedamos únicamente con tres campos, en el primero se pondrá la entidad o la especie de la cual se está realizando el modelamiento de su distribución, en el segundo campo la longitud, y en el tercero la latitud. Nos dirigimos a : “Guardar como”, y en el campo **tipo**, cambiamos lo que está por defecto (libro de Excel), por: “CSV (delimitado por comas)”. Listo, ahora nuestros puntos de ocurrencia de la entidad en estudio, son reconocibles por MaxEnt.

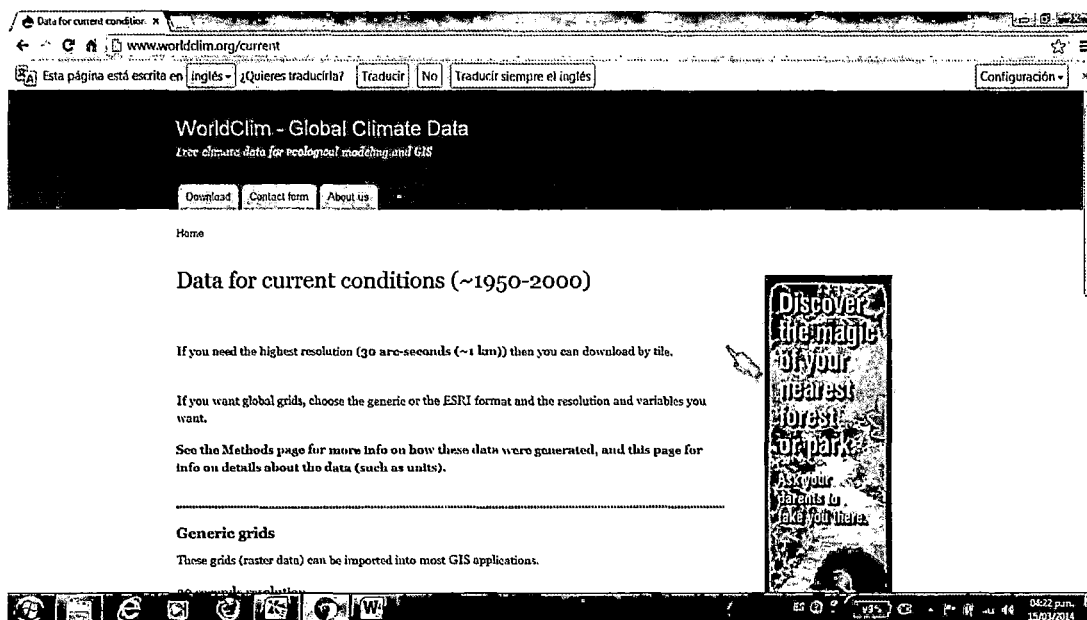


|    | A           | B      | C      | D | E | F | G | H | I | J | K |
|----|-------------|--------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|    | Species     | Long   | Lat    |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  | Trochilidae | -71.78 | -13.66 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  | Trochilidae | -71.79 | -13.66 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  | Trochilidae | -71.79 | -13.66 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  | Trochilidae | -71.82 | -13.65 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  | Trochilidae | -71.8  | -13.65 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  | Trochilidae | -71.82 | -13.65 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  | Trochilidae | -71.8  | -13.65 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | Trochilidae | -71.76 | -13.65 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | Trochilidae | -71.76 | -13.65 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 | Trochilidae | -71.76 | -13.65 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 | Trochilidae | -71.76 | -13.65 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 | Trochilidae | -71.76 | -13.65 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 | Trochilidae | -71.81 | -13.65 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 | Trochilidae | -71.81 | -13.65 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 | Trochilidae | -71.81 | -13.65 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 | Trochilidae | -71.76 | -13.65 |   |   |   |   |   |   |   |   |

## DESCARGANDO DATOS CLIMÁTICOS DE BIOCLIM

El WordClim | Bioclim , son datos de información climática en formato raster, que se pueden descargar gratuitamente desde este link: <http://www.worldclim.org/download> , ahí se presenta tres opciones para descargar, la primera indica las condiciones actuales (Current conditions ), el cual es una base de datos que se generó entre los años 1950 al 2000. Luego tenemos la opción de condiciones futuras (Future conditions), que fueron generados extrapolando la tendencia que siguieron los parámetros climáticos; y finalmente se tiene las condiciones pasadas (past conditions).

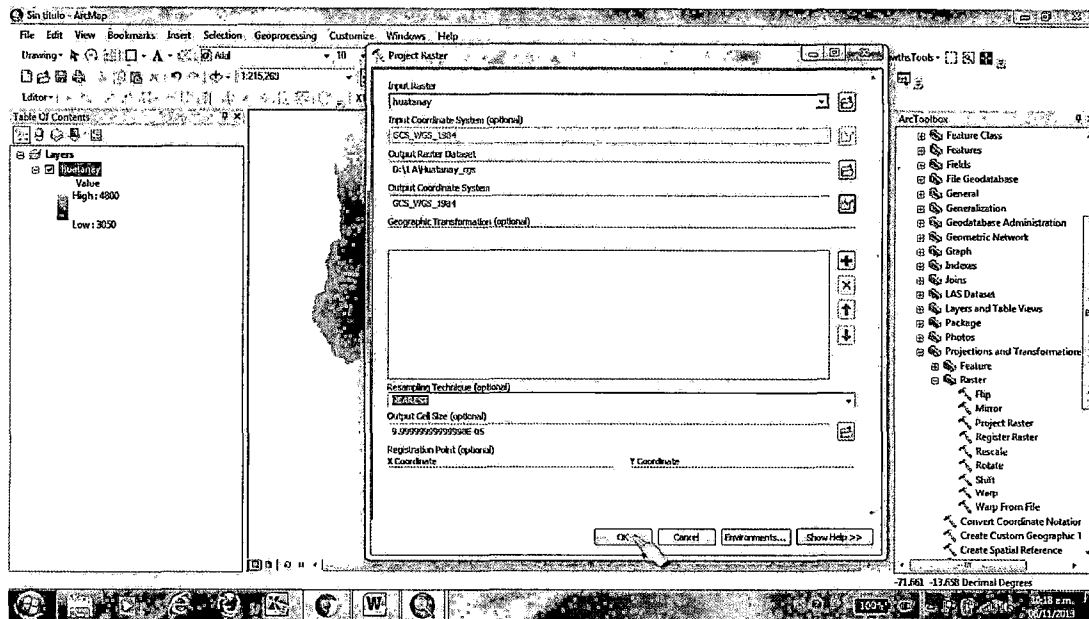
Para este estudio, únicamente utilizamos los datos de las condiciones actuales. Se descargan las 72 capas con información correspondientes a 30 segundos de resolución (30 second resolutions), que es la mayor resolución que está disponible, aproximadamente corresponde a 1Km<sup>2</sup>. Entre las variables que están disponibles tenemos: temperatura mínima por mes, temperatura máxima por mes, temperatura promedio por mes, precipitación por mes, altitud, y las 19 bio temperaturas (Bioclim), que son operaciones algebraicas raster, que se realizan en base a las anteriores capas. Es importante contar con un espacio mínimo de 35Gb en el disco duro, pues toda esta información es muy pesada.



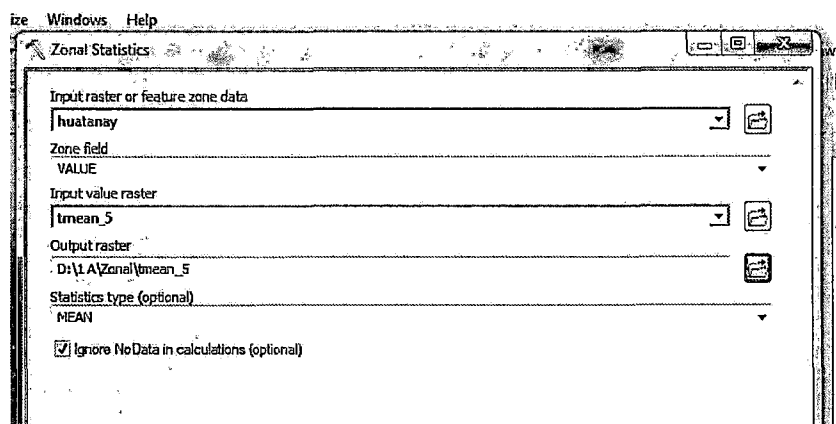
## PREPARACIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS PARA UNA CORRIDA EN MAXENT

### Reducción de celdas de los datos ambientales del Bioclim

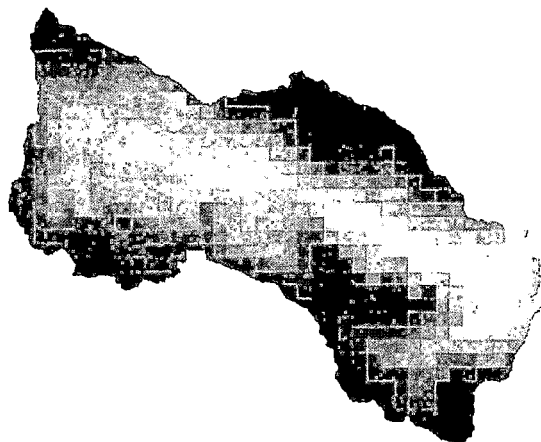
1. Creamos una carpeta en el disco D. en este caso, le pusimos el nombre de 1 A. por conveniencia, ya que será más fácil de ubicar la carpeta en los diferentes procesos. Luego dentro de esta carpeta, generamos un ráster (imagen de mapa de bits) de elevación digital “DEM”, a partir de las curvas de nivel. El tamaño de celda, dependerá a su vez de la escala en la que se trabaje. En este caso le pusimos 0.0001, en grados CGS.
2. El DEM generado, lo re-proyectamos a coordenadas geográficas: Data management Tools – Projections and Transformations – Raster – Project raster. En el primer campo se ingresa el raster a re proyectar, en el tercer campo la carpeta de salida y el nombre del raster de salida (Huatany), en el cuarto campo ingresamos las nuevas coordenadas del raster, se recomienda importar las que corresponden a cualquiera de los raster originales del bioclim inicialmente descargado.



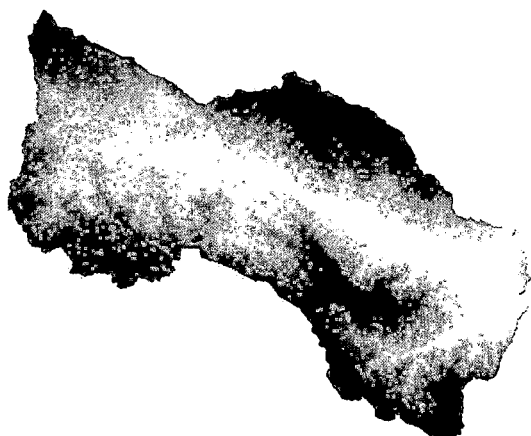
3. Luego, abrimos un nuevo documento de Arcmap y añadimos el raster re proyectado, en este caso esta con el nombre de Huatanay. Añadimos también una de las variables ambientales del bioclim, las cuales ya han sido clipeadas previamente con el límite del área de estudio. A continuación abrimos el Arctoolbox: Spatial Analyst Tools – Zonal - Zonal Statistics. En el siguiente ejemplo estamos trabajando con la variable ambiental tmean\_5 (temperatura media del mes de mayo). Y añadimos el ráster Huatanay en el primer campo, el ráster de la variable ambiental en el tercer campo (tmean\_5), en el cuarto campo direccionamos la carpeta y nombre de salida del archivo, nosotros hemos usado **Zonal** como nombre de carpeta y tmean\_5 (el mismo nombre) como archivo de salida. En el quinto campo, se utiliza el valor con el cual se desee se genere el nuevo ráster ajustado. Puede ser el valor promedio, el valor máximo o el mínimo. Recomendamos usar el que más se ajuste al ráster tmean\_5 original. Para esta capa usamos el valor medio (mean), así:



4. Repetimos el paso 3, para todas las variables ambientales con las que vamos a trabajar, en nuestro caso son 72 variables. Se recomienda mucha paciencia y tiempo para no confundirse durante el proceso.



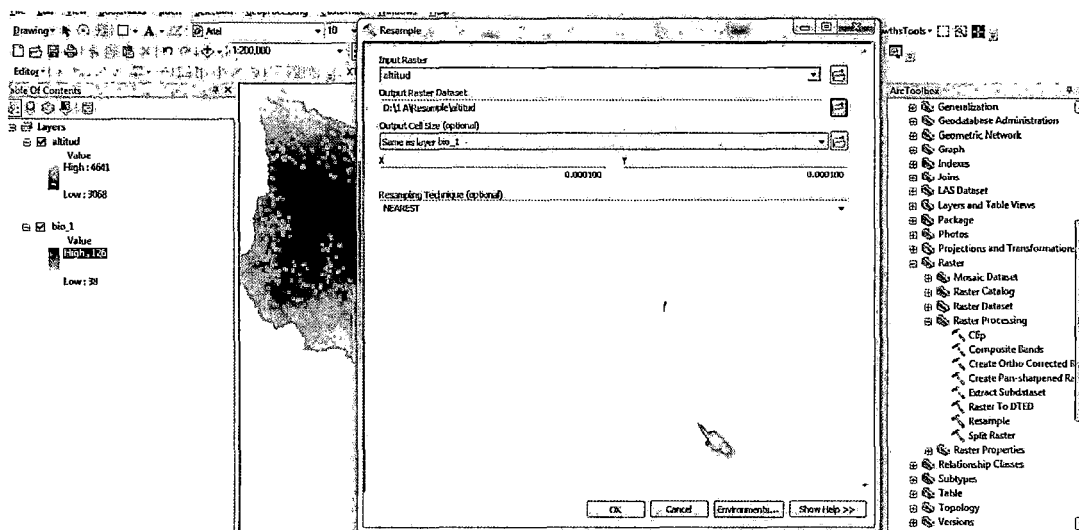
Comparación del antiguo tmean\_5 (arriba), con las celdas muy gruesas, y el nuevo tmean\_5 (abajo), con las celdas mucho más pequeñas, pero con la misma información de los valores originales.



### Ajustando las capas ambientales al mismo tamaño y numero de celdas

1. Creamos una nueva carpeta dentro de la carpeta “1 A” y la renombramos “Resample”
2. Abrimos un nuevo documento de Arcmap, luego añadimos un raster ajustado, de los que se encuentran en la carpeta Zonal, creada en el paso anterior. En esta ocasión añadiremos el raster “bio\_1”, luego añadimos otro de los raster que se encuentran en la carpeta Zonal, empezaremos con el de nombre “altura”
3. A continuación abrimos la caja de herramental Arctoolbox: Data Management Tools-Raster-Raster processing-**Resample**.

- En el primer campo ingresamos el raster “altitud” el cual deseamos ajustar el tamaño de celdas, en el segundo campo direccionamos la ruta para guardar y el nombre de archivo, en este caso en la carpeta “Resample” y con el mismo nombre “altitud”. En el tercer campo escogemos la opción: “same as layer bio\_1” y aceptamos.

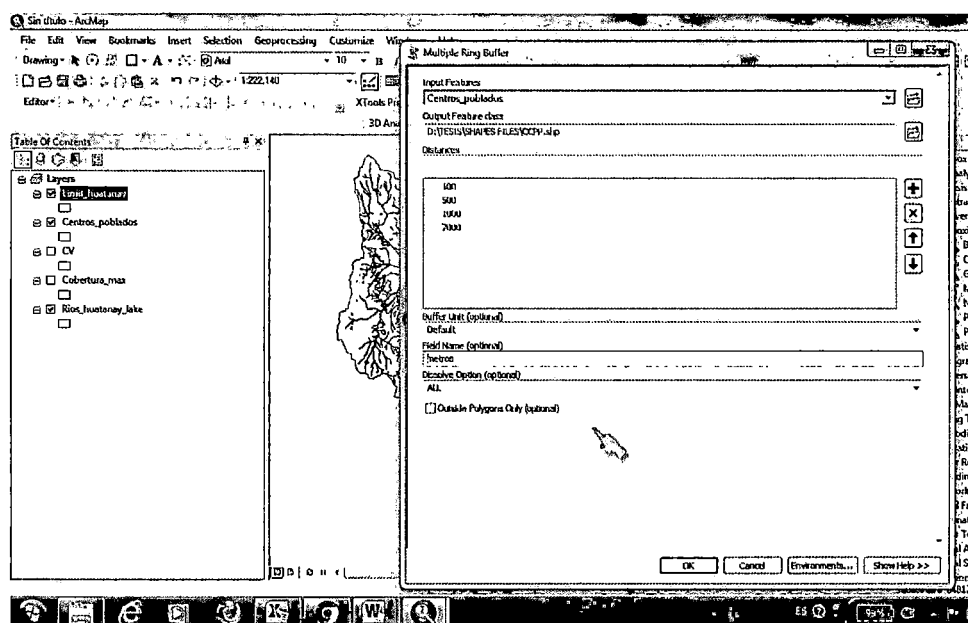


- Repetimos el paso cuatro para todas las variables ambientales de la carpeta Zonal, y también para los ráster de las variables de cercanía a centros poblados, cercanía a ríos y cobertura vegetal (la creación de estos últimos se detalla a continuación).

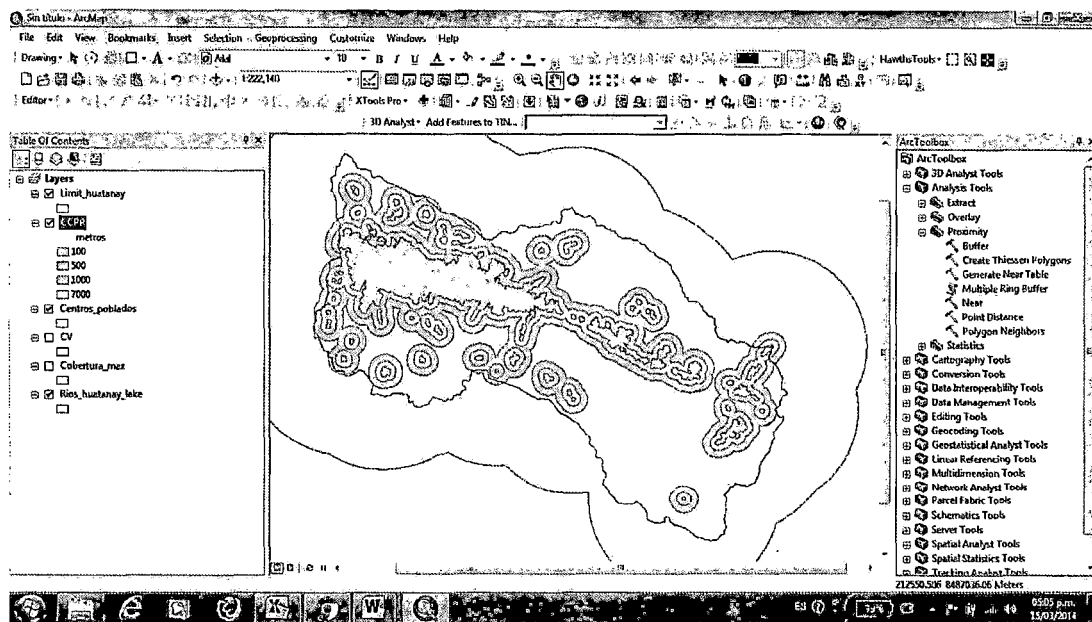
### Creación de ráster a partir de los Shapes categóricos

- Denominamos valores categóricos a aquellas entidades que no muestran continuidad infinita en cada uno de sus valores, en nuestro caso contamos con los shapes de Cobertura vegetal, Centros Poblados y ríos. Sin embargo no pueden entrar en el análisis de MaxEnt en la forma en la que se encuentran, ya que para el análisis se necesitará la distancia de cada elemento (Trochilidae), a cada uno de estos shapes, excepto al de cobertura vegetal, debido a que el análisis si debe realizarse en base a los puntos que contiene cada polígono. Para esto abrimos un nuevo documento Arcmap y añadimos los shapes antes mencionados (menos el de cobertura) y también el shapefile del límite de nuestra área de estudio.

2. Abrimos la caja de herramientas Arctoolbox: Analysis Tools-Proximity-Multiple Ring Buffer. En el primer campo (input features) ingresamos uno de los shapes categóricos, empezaremos con centros poblados, en el segundo campo (Output Feature class) direccionamos la carpeta de salida y el nombre del nuevo shapefile. En el tercer campo ingresamos las distancias con las que queremos que nos genere el nuevo shape, dependerá mucho del tipo de especie que se está estudiando y también del criterio del investigador. Para nuestro caso, hemos agregado las distancias de 100, 500, 1000 y 7000. En el quinto campo ingresar el nombre con el que queremos que se reconozca a dichas distancias, en nuestro caso, **metros**. Y aceptamos.



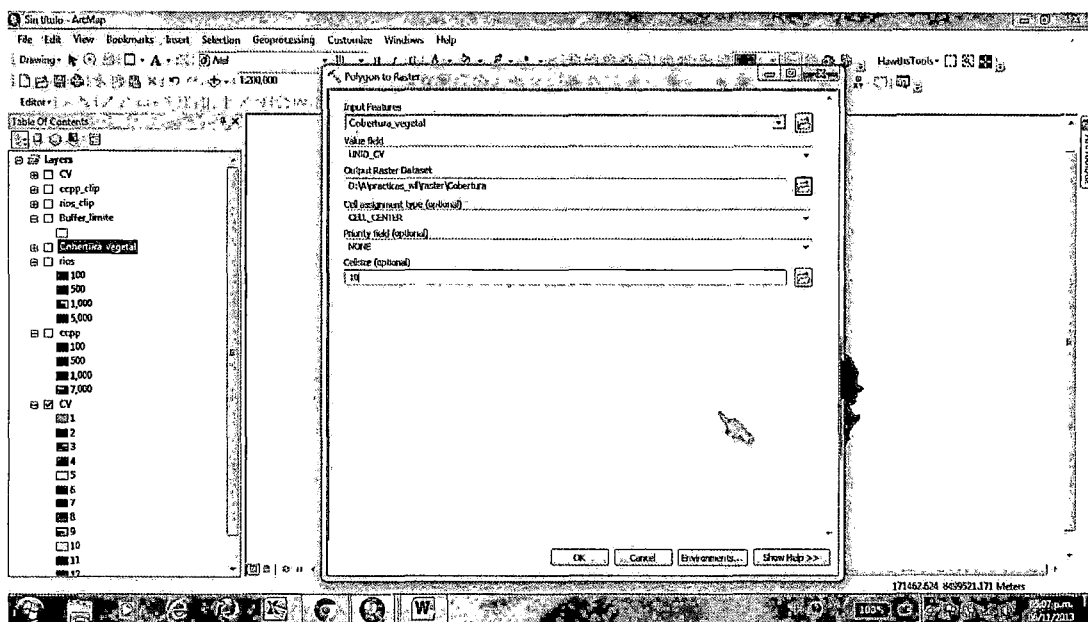
3. Comprobar si el nuevo shape generado cubre todos nuestros límites de área de estudio, sobre poniendo al nuevo shape. Se obtendrá una imagen similar a esta:



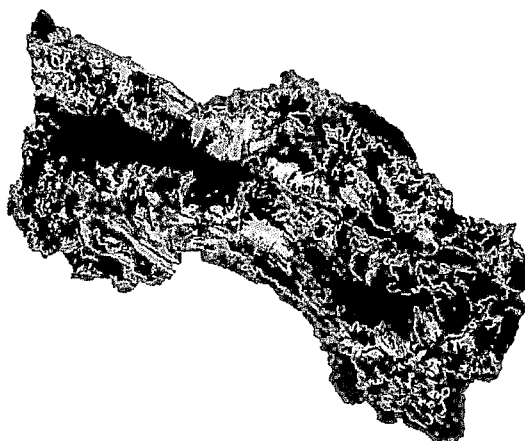
4. Repetimos el paso 3, para los shapes de ríos, siempre teniendo en cuenta las distancias que deseamos que se nos genere respecto a los polígonos originales.
5. Ahora estos 2 nuevos shapes generados, lo clipeamos con el límite de nuestro área de estudio. Arctoolbox: Analysis Tools-Extrac-clip. Estos nuevos clips los renombramos y guardamos.

### Convirtiendo los datos categóricos de shapefile a ráster

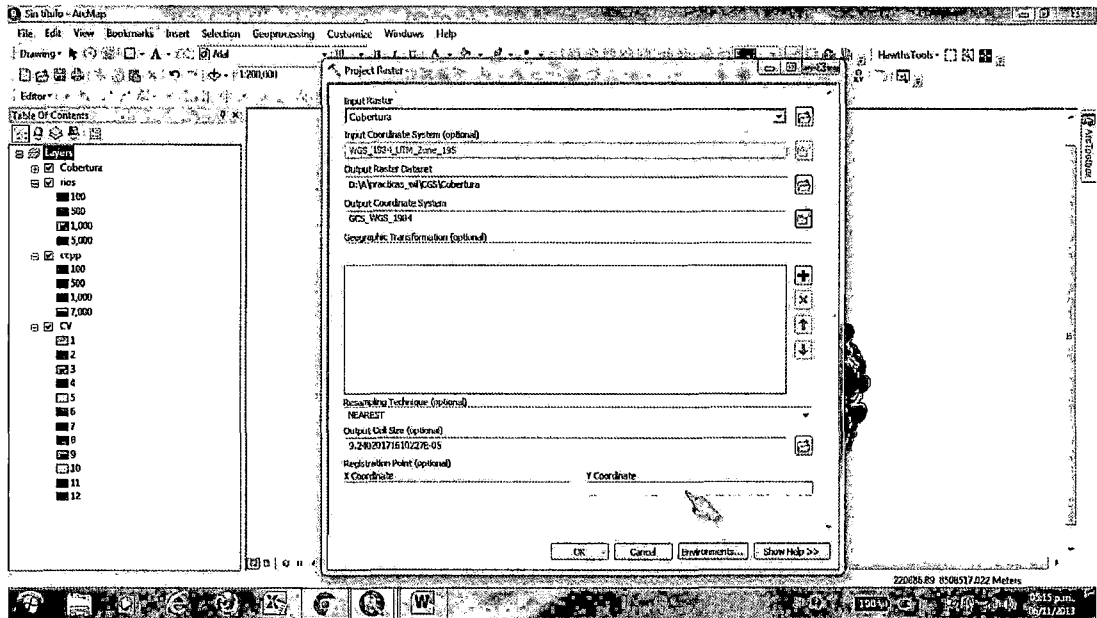
1. Abrimos un nuevo documento de Arcmap. Y añadimos los shapes de cobertura vegetal, distancia a ríos, distancia a centros poblados, que han sido generados en el procedimiento anterior.
2. Nos dirigimos a la caja de herramientas Arctoolbox: Conversion tools-To Raster-Polygon to Raster. En el primer campo (Input feature) ingresamos el shape a convertir, en el segundo campo (Value field) escogemos el valor que nos interesa de la tabla de atributos del shape, en nuestro caso "UNI\_CV", para los demás será "distancia". En el tercer campo direccionamos y renombramos el archivo de salida. Nos vamos al último campo (cellsize) y modificamos manualmente el tamaño de celda de salida, nosotros usaremos 10m. aceptamos.



3. Repetimos este proceso para los demás shapes. El resultado será una imagen raster así:



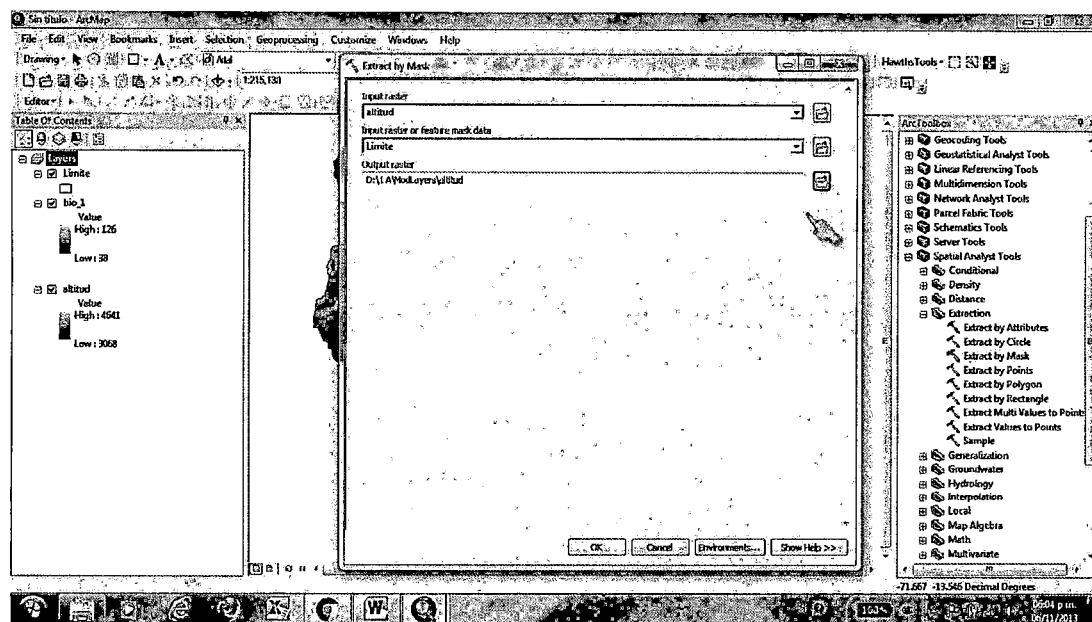
4. Cerramos y abrimos un nuevo documento en Arcmap. Luego añadimos los raster generados en el paso anterior. Nos dirigimos a la caja de herramientas Arctoolbox: Data Management tools-Projections and Transformations-Raster-**Project Raster**. En el primer campo (input ráster) ingresamos uno de los ráster, en el tercer campo direccionamos el nombre de la carpeta de salida y renombramos el ráster, en el cuarto campo (Output Coordinate System) ingresamos el sistema de coordenadas al que se desea proyectar (coordenadas geográficas), se recomienda importar esta información, de uno de los archivos originales del bioclim. Aceptamos.



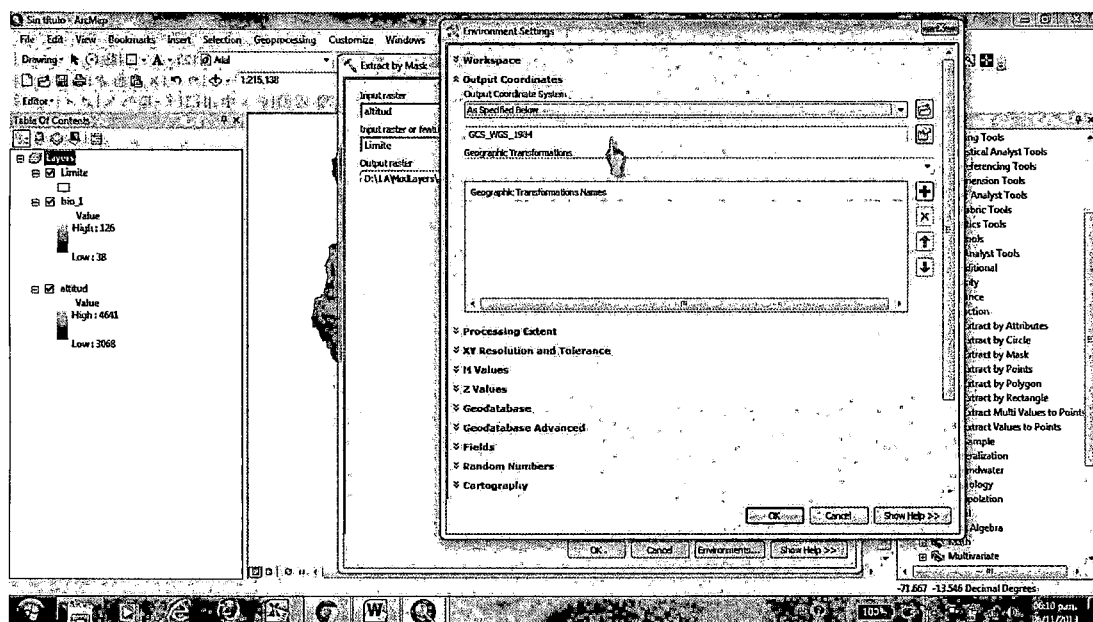
5. Repetimos este paso para los demás raster.

**Modificando y unificando los datos ambientales a la misma media, número de celdas y límites.**

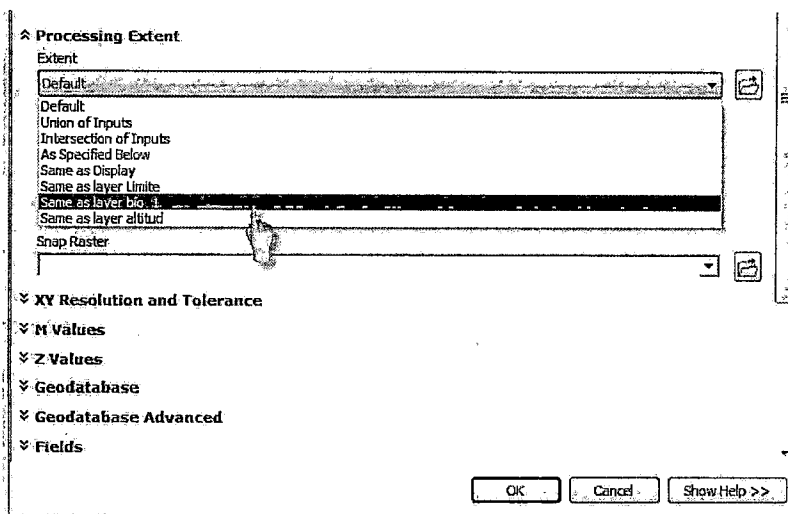
1. Dentro de la carpeta 1A generamos una nueva con el nombre de ModLayers. Abrimos un nuevo documento de Arcmap y activamos la extensión Spatial Analysis en la barra Customize. Agregamos el raster bio\_1 de la carpeta Resample y otro ráster más. Abrimos el Arctoolbox: Spatial Analysis Tools – Extraction - Extrac by Mask. En el primer campo ingresamos el primer raster (bio\_1), en el Segundo campo ingresamos el shape del límite del área que deseamos modelar (tiene que estar en el mismo sistema de coordenadas), en el tercer campo direccionamos la carpeta de salida.



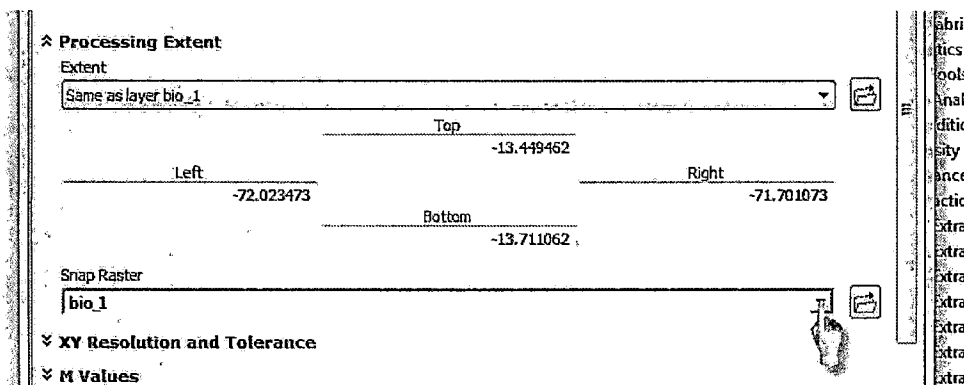
2. En la parte inferior entramos a environmet y desplegamos los campos de: Output Coordinates, Processing Extent y Raster Analysis. En la primera ventana desplegada, llenamos los campos de la siguiente manera: en el ícono de la carpeta del primer campo buscamos el archivo original del bioclim correspondiente al bio\_1 y añadimos (Add), automáticamente el campo dirá “As Specified Below” y en el siguiente campo dirá: “GCS\_WGS\_1984”(también de manera automática junto a la anterior, ya no modificar). Así:



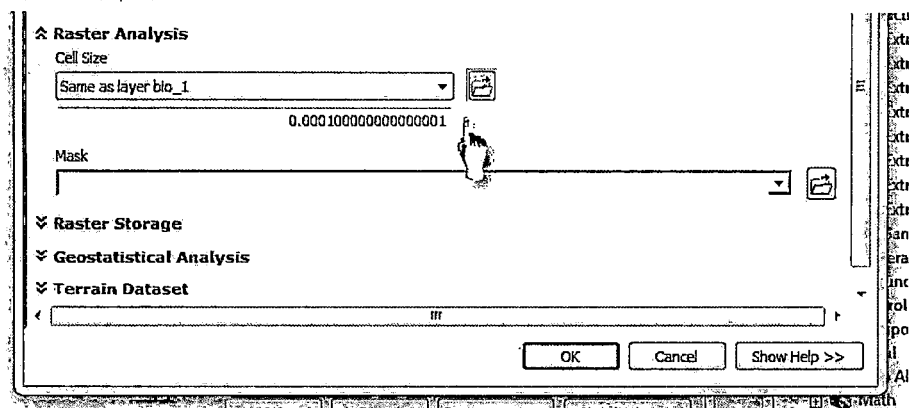
3. Luego en la siguiente ventana desplegada (Processing Extent), en el primer campo (Extent) desplegamos y elegimos la que dice: “ Same as layer bio\_1”



4. En el siguiente campo de la misma ventana (Snap Raster), desplegamos de igual manera y elegimos el shape con el nombre “bio\_1”.



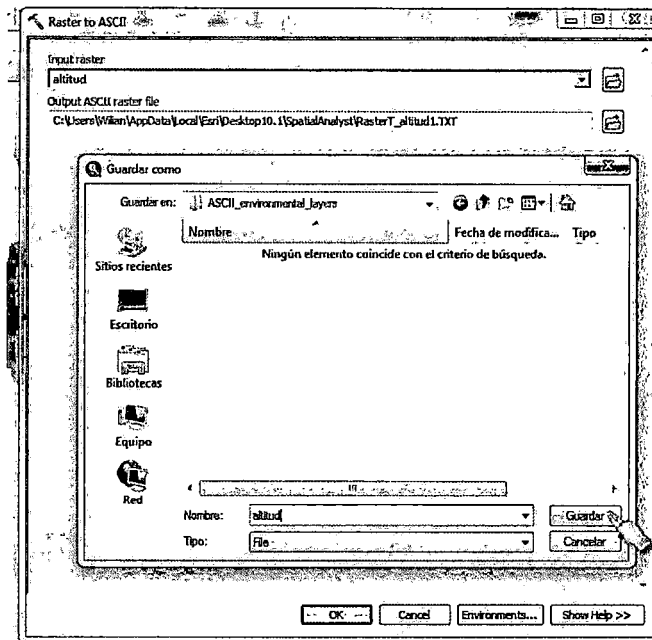
5. Finalmente en la tercera ventana desplegada (Raster Analysis), en el primer campo (Cell size) se encuentra por defecto: “Maximum of Inputs”, desplegamos la ventana y lo cambiamos por “Same as layer bio\_1”, automáticamente se generaran el tamaño de celda de ese raster, luego aceptamos.



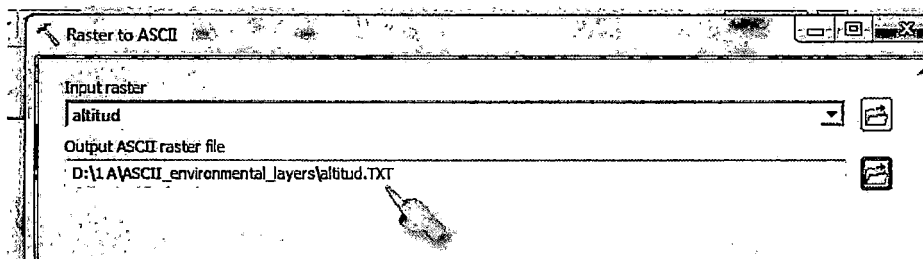
6. Luego de aceptar. Aceptamos también en la ventana anterior de Extract by Mask.
7. Ojo: si hemos elegido el bio\_1 como modelo, tendrá que trabajarse también con este raster para todos los demás raster. En caso del bio\_1, como es la primera capa no es necesario ingresar a environment.
8. Repetimos estos pasos para todas las 72 variables ambientales incluidas las variables categóricas. Recomendamos mucha concentración y paciencia.

#### Convirtiendo los raster a formato ASCII

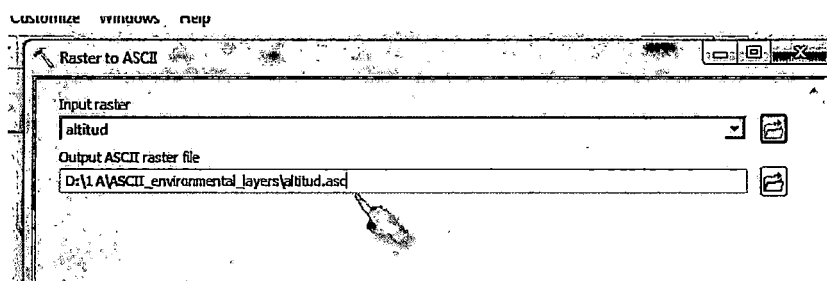
1. En la carpeta 1A creamos una nueva y la renombramos ASCII\_environmental\_layers
2. Abrimos un nuevo documento de arcmap. Luego añadimos una de los raster que se encuentran en la carpeta Modlayers. Luego nos dirigimos a la caja de herramientas Arctoolbox: Conversion tools-From raster- Raster to ASCII. En el primer campo añadimos el primer raster. En el segundo campo direccionamos la carpeta donde guardaremos y a su vez también renombramos. Le damos en guardar.



3. Importante: el archivo que estamos a punto de guardar tiene la extensión .txt, de la siguiente manera:



4. Manualmente, lo cambiamos por .asc y quedará así:

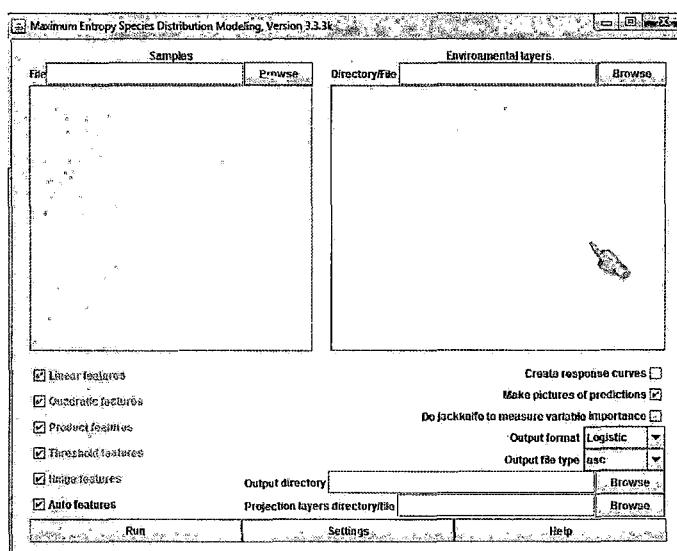


5. Realizamos estos pasos, para todas las variables que se encuentran en la carpeta modlayers. Necesitaremos de paciencia.

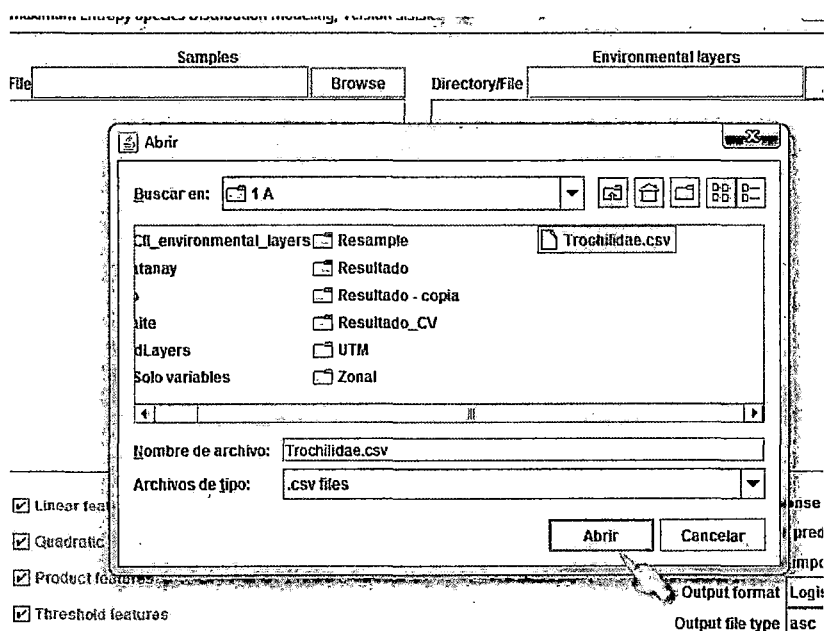
Ahora ya tenemos todos nuestros mapas en un formato compatible con el programa, el paso siguiente es la corrida en MaxEnt.

## REALIZANDO UNA CORRIDA EN MaxEnt

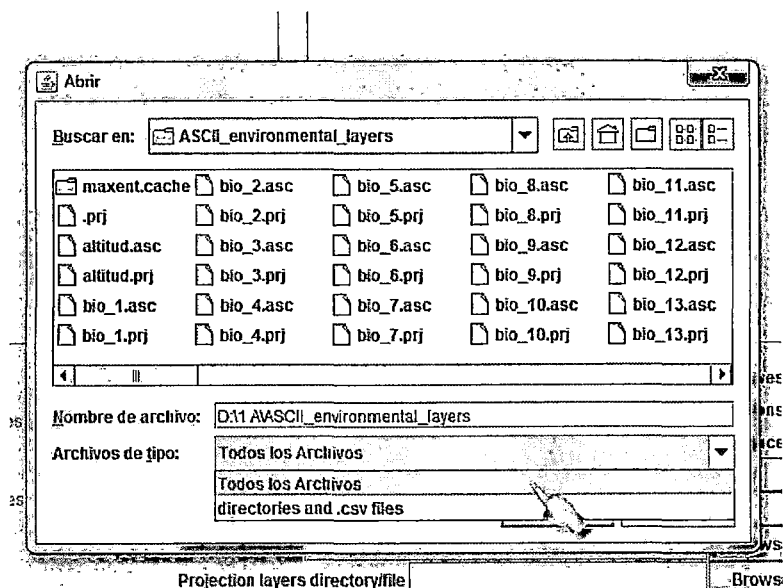
El primer paso es abrir el programa MaxEnt, la ventana de inicio del programa es la siguiente:



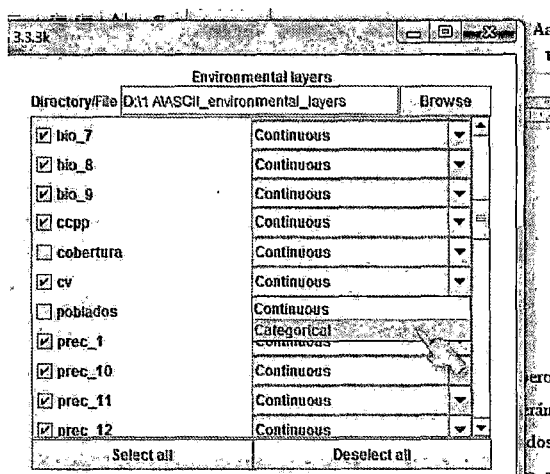
En la sección “Samples”, vamos al ícono que dice Browse, y hacemos click, ahora buscamos la carpeta que contiene nuestros puntos de ocurrencia de Trochilidae en formato .csv, y abrimos.



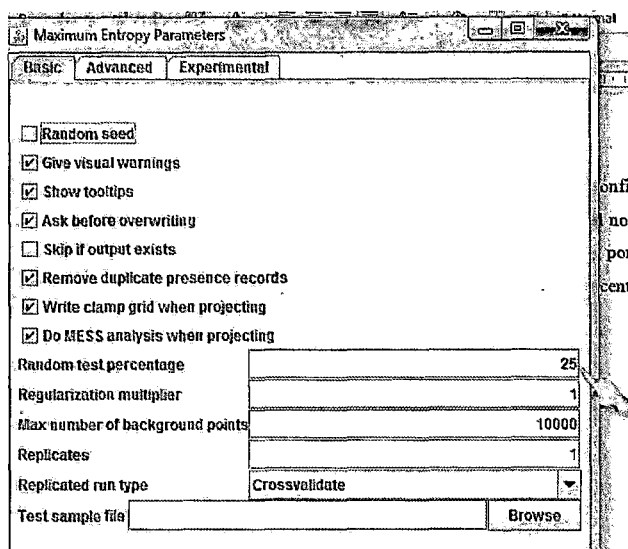
Seguidamente, nos dirigimos a la sección Environmental Layers, y hacemos click en Browse, y buscamos la carpeta que contiene todos los mapas en formato ASCII, en nuestro caso se encuentra en la carpeta: “ASCII\_environmental\_layers”, aquí un pequeño detalle, al inicio no podremos visualizar ningún archivo, para que se pueda ver, nos dirigimos a la pestaña “Archivo de tipo”, y seleccionamos todos los archivos.



Una vez visualizados todos los archivos, seleccionamos cualquiera de ellos, pero que se encuentren con la extensión .asc; y aceptamos, automáticamente aparecerán todos los archivos en la ventana principal de MaxEnt. Sin embargo por defecto, a todos se les reconoce como variables continuas. Por ello, cambiamos a valor categórico a nuestras variables, centros poblados, distancia a ríos y distancia a centros poblados.

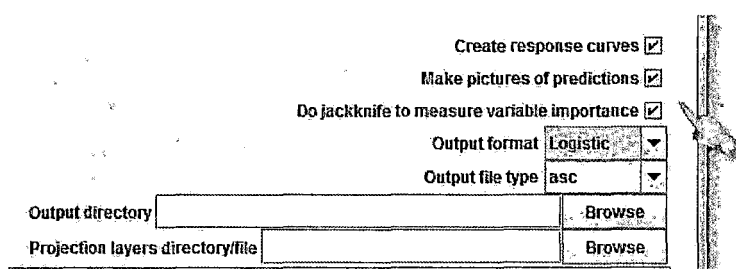


Ahora el paso siguiente, es realizar las configuraciones con las que deseamos que se nos haga la corrida del modelo, para lo cual nos dirigimos a Settings y en la ventana Basic, buscamos Random Test percentage, por defecto se encuentra en 0, y lo cambiamos manualmente por 25, que es el porcentaje de los datos que deseamos que se utilice para el “Entrenamiento” del programa.



También podemos cambiar el número de interacciones de la corrida de MaxEnt, en la ventana Advanced, sin embargo, dejaremos para este estudio con los valores que se encuentran por defecto, en este caso 500 interacciones.

Ahora vamos a la ventana principal del programa, y en la parte inferior izquierda activamos los íconos que dicen: “Create response curve” y “Do jackknife to measure variable importance”, el primero es para que el programa nos de la curva de respuesta de cada una de las variables ambientales frente a Trochilidae, y el segundo para que nos muestre que variables contribuyeron más para resolver la ecuación o generar el modelo.

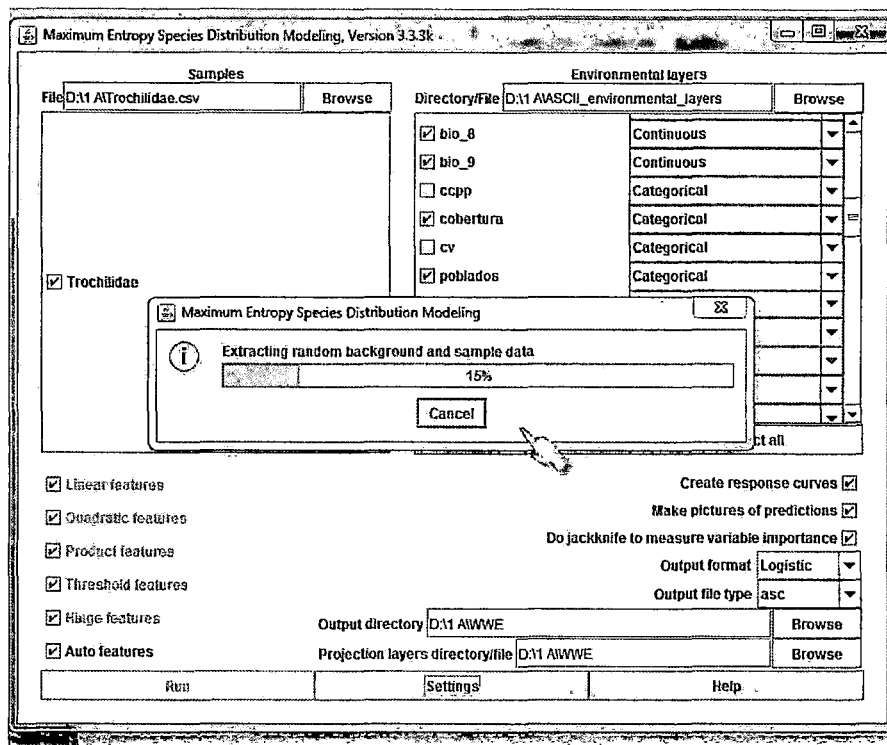


Ahora en el ícono Output format, tenemos 3 opciones del formato de salida del modelo, uno logístico, otro acumulativo y otro en formato Raw. Lo dejaremos en logístico pues los valores que arroja este formato van de una escala de 0-1, y es más fácil para su interpretación en el mapa.

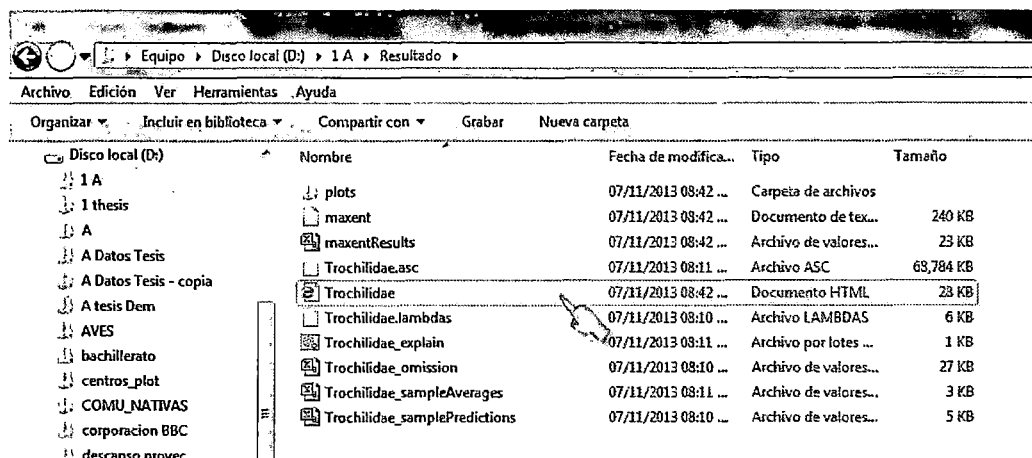
Así mismo, en el ícono Output file type, dejaremos en el formato .asc, pues es compatible con el programa Arcgis 10.1, en el que se reclasificará el mapa de salida de MaxEnt, también encontraremos el tipo “.grd”, esta extensión es recomendable para los que deseen visualizar o trabajar el mapa de MaxEnt en el software Diva-Gis.

Finalmente, en el ícono Output directory, y Projection layers directory file, direccionamos la carpeta de salida de los resultados de la corrida en MaxEnt, se recomienda que sea una nueva carpeta, dentro de la carpeta “1A” o la que contiene todas las variables ambientales y datos de presencia de Trochilidae.

Ahora, hacemos click en RUN, y esperamos un tiempo considerable, según la cantidad de mapas, el tamaño de celda, y el número de presencias de la entidad en estudio.



Cuando la corrida termine, cerramos el programa y abrimos la carpeta en la cual especificamos se guarden los resultados de MaxEnt, y se generará un serie de archivos, de todos ellos el que contiene la información más relevante es un archivo de tipo .HTML, en el cual se podrá observar el mapa de salida del programa, las curvas de respuesta de cada variable ambiental, la gráfica del AUC, de la curva ROC, y las variables que más contribuyeron al modelo.



El deseo es la fuente de todos los sufrimientos...

Sin embargo, los demás archivos no son ni mucho menos importantes, por ejemplo el que dice *Trochilidae.asc*, es el que es reconocido por el programa Arcgis 10.1, y es en base a ese mapa que se puede reclasificar y convertirlo a formato “shapefile” para proseguir con posteriores estudios, pues es un formato más versátil en lo que a Sistemas de Información Geográfica respecta.