Working Paper No. 04-08 **October 2008**

Biodiversity study in the Jatun Mayu River watershed

Author:

Center for Biodiversity and Genetics, Faculty of Sciences and Technology, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia

Prepared by:

Sustainable Agriculture and Natural Resource Management Collaborative Research Support Program (SANREM CRSP)

Office of International Research, Education, and Development (OIRED), Virginia Tech

E-mail: oired@vt.edu
On the Web: www.oired.vt.edu

ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA SUBCUENCA DEL RIO "JATUN MAYU"

Realizado por el Centro de Biodiversidad y Genética (CBG), Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón

Cochabamba, mayo 2008

Director del Centro de Biodiversidad:

Lic. Milton Fernandez C.

Coordinación General:

Olga Ruiz Betancourt

Coordinadores de Áreas:

Susana Arrazola
Jennifer Cahill
Freddy Navarro
Olga Ruiz

Equipo de trabajo:

Rodrigo Aguayo
Maribel Crespo
Marisol Hidalgo
Juan Carlos Huaranca
Igor Maradiegue
Lidia Meneses
Magaly Mercado
Monica Pacoricona
Eberth Rocha
Oliver Saavedra
Federico Valdivia
Natividad Vargas
Pamela Vallejo
Natalia Zambrana
Lilian Zuñiga

INDICE

I. Resumen……..4

II. Antecedentes…….. 5

III. Objetivos…….…6

IV. Area de Estudio……..... 6

V. Estudio de la Diversidad de la Vegetación de la Subcuenca Río Jatun Mayu…….12

VI. Estudio de la Diversidad de la Entomofauna de la Subcuenca Río Jatun Mayu…….32

VII. Estudio de la Diversidad de la Herpetofauna de la Subcuenca Río Jatun Mayu…… 44

VIII. Estudio de la Diversidad de la Avifauna de la Subcuenca Río Jatun Mayu…… 52

IX. Estudio de la Diversidad de la Mastofauna de la Subcuenca Río Jatun Mayu…….69

X. Estado de la Biodiversidad en la Subcuenca Río Jatun Mayu…….84

XI. Conclusiones Finales.....86

XII. Recomendanciones……..86

XIII Referencias Bibliográficas…….88

XIV. Anexos…….97

I. RESUMEN

El presente informe presenta los resultados de los trabajos biológicos realizados entre el 19 y 22 de diciembre del 2007 y del 12 al 22 de febrero del presente año en la Subcuenca río Jatun Mayu, estudio realizado en Toralapa en las zonas baja, media y alta de Toralapa, provincia Tiraque (Cuadro 1). En las tres zonas se observó un acelerado proceso de destrucción de la vegetación nativa, causada por el aumento de la frontera agrícola y por las actividades ganaderas en la zona. Adicionalmente, en especial en la zona de páramo, existe la presencia de plantaciones de especies exóticas como el pino y el eucalipto. Sin embargo, en los tres sitios se observaron remanentes de vegetación natural que permitieron realizar el presente diagnostico en dichas áreas.

Durante el trabajo de campo se desarrollaron actividades encaminadas a efectuar un diagnostico de la biodiversidad de la zona del área de estudio evaluando la flora y fauna de la zona, considerando siguientes grupos biológicos de plantas, aves, mamíferos, mariposas, escarabajos coprófagos, anfibios y reptiles. El presente estudio permitió registrar un total de 360 especies en total, correspondiente ha: 241 especies vegetales (distribuidas en 27 familias), 66 especies de aves, 14 de mamíferos, 31 de insectos, 7 de reptiles y 8 de anfibios.

En la zona baja se registró un total de 128 especies vegetales, 52 de aves, 8 de mamíferos, 30 de insectos, 3 de reptiles y 5 de anfibios. En la zona intermedia se registró un total de 69 especies vegetales, 34 de aves, 14 de mamíferos, 31 de insectos, 5 de reptiles y 4 de anfibios. En la zona alta se registró un total de 89 especies vegetales, 24 especies de aves, 7 de mamíferos, 24 de insectos, 6 de reptiles y 3 de anfibios.

Algunas de las especies son endémicas para la zona o para el país y en algunos casos con diferentes niveles de amenazas. Estos resultados nos indican que la zona posee una alta biodiversidad a pesar de la alta destrucción y modificación de los hábitats observado en la zona. Los resultados de plantas nos permiten tener un conocimiento más amplio sobre las especies de la zona que podrían ser utilizadas potencialmente para efectuar planes de reforestación y crear zonas de protección hidrológica para la subcuenca.

El registro de especies que estarían presentes en el área puede incrementarse si se efectúa un muestreo mas intensivo, prolongado y en diferentes épocas del año. Los registros obtenidos en el presente reporte corresponden principalmente a los estudiados en los remanentes naturales de los tres sitios de estudio, lo que nos demuestra la importancia para la biodiversidad de la conservación de los remanentes de vegetación en esta subcuenca.

La protección de los remanentes de vegetación de la subcuenca permitirá además proteger las fuentes de aguas del área. Obteniéndose así un beneficio doble, tanto para las comunidades asentadas dentro del área, como para la

preservación de la biodiversidad de la zona. Los grupos candidatos para ser usados como indicadores de biodiversidad son las aves y las plantas, por su abundancia, fácil observación y por reflejar los cambios en los ecosistemas.

Se presenta además un protocolo de planes de acción y monitoréo en el área estudiada, con especies endémicas de la zona y/o en peligro, esto debido a que ocurren cambios constantes por el avance de la frontera agrícola.

II. ANTECEDENTES

Bolivia debido a sus características climáticas y geográficas está entre los países más ricos en biodiversidad de todo el mundo, su alta diversidad de ambientes ha permitido que en el país exista una alta biodiversidad en todas sus zonas. Durante mucho tiempo se ha subestimado la diversidad biológica de Bolivia, debido al hecho de que ha sido uno de los países menos investigados del continente. A pesar de los avances realizados en investigaciones recientes el conocimiento aún es insuficiente y parcial; sin embargo, la base existente y la interpretación de los datos disponibles permiten revelar y destacar la importancia de la diversidad boliviana, tanto a nivel nacional como internacional (Ibisch & Mérida, 2003).

Las tierras altas de Bolivia son dominadas por pastos (puna) monótonas de pastos (puna) y matorrales bajos (tolares). Sin embargo, en ciertas regiones, encima de la línea usual de árboles, en laderas, cañones inaccesibles o en terrenos escarpados y rocosos sobre los 4.000 m. de altitud, existen manchones pequeños y dispersos de bosques (queñoales, *Polylepis*). A pesar de su pequeña extensión, dichos manchones de bosque son oasis biológicos en las monótonas pasturas y también cumplen una importante función biológica (Fjeldsá & Kessler, 2004).

Las diferentes características climáticas y topográficas que tiene el país han impulsado el desarrollo de una dinámica actividad agrícola y ganadera en todas las regiones del país. Estas actividades han provocado desafortunadamente la destrucción de amplias porciones de bosque y consecuentemente una pérdida de biodiversidad como consecuencia de un inadecuado manejo de los recursos naturales disponibles, en los últimos años se ha hecho esfuerzos para cambiar esta realidad y permitir un uso racional de los recursos naturales, como el agua, el suelo y los bosques.

Para fortalecer y mejorar las prácticas agrícolas en el país se debe incrementar los proyectos en el manejo sustentable de los recursos naturales en diversas Cuencas hidrográficas de Bolivia, para de esta manera disminuir el mal uso del agua, suelo, especies vegetales y animales.

Dentro los diferentes proyectos realizados por PROINPA se encuentra el del "Manejo de Recursos Naturales en la Agricultura a pequeña escala basada en Cuencas: Áreas de laderas en la Región Andina. Subcuenca río "Jatun Mayu" – Tiraque, que tiene diferentes objetivos como ser el de: Conocer las condiciones socioeconómicas y productivas actuales de las diferentes comunidades ubicadas en el interior de la subcuenca, el de identificar limitaciones y potencialidades de los sistemas productivo y el de involucrar a los habitantes de estas comunidades en el proceso de diagnóstico utilizando metodologías participativas en el proceso.

Estos estudios también enfocan en aportar sobre los recursos naturales que se encuentran en la zona y conocer la biodiversidad presente en esta Subcuenca de la provincia Tiraque, para ello el Centro de Biodiversidad y Genética esta encargada de realizar un inventario de la diversidad y también analizar el estado actual de la biodiversidad presente en los remanentes de las zonas involucradas, así como proponer una metodología para llevar a cabo un monitoreo en el cual a futuro las comunidades se involucren en el mismo.

III. OBJETIVOS

Conocer la biodiversidad de fauna y flora de la Subcuenca río Jatun Mayu para tener elementos para la conservación y manejo de los recursos naturales de dicho lugar.

Objetivos específicos

a) Realizar la identificación taxonómica de cada uno de los especimenes colectados y registrados de animales y plantas de los grupos definidos en la Subcuenca.
b) Elaborar un listado taxonómico de las especies de plantas y animales de los grupos estudiados en la Subcuenca.
c) Determinar el estado de conservación e identificar especies de interes para la conservación (p.e. especies endemicas) para cada una de las especies identificadas en este estudio para la Subcuenca.
d) Recomendar medidas y acciones de conservación para cada uno de los grupos biológicos estudiados.

IV. AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se llevo a cabo en la Subcuenca del río Jatun Mayu, que se encuentra en la Provincia Tiraque Valles, entre los meses de diciembre 2007 y febrero 2008. Esta Subcuenca se dividió en tres zonas de acuerdo al rango altitudinal (mapa1), en la que se pueden distinguir también tres zonas agroecológicas, con características diferentes cada una, esta área de estudio abarca 117,7 Km^2 aproximadamente.

Centro de
Biodiversidad y
Genetica
Tiraque
ZONA ALTA
Totora
Khocha
ZONA BAJA
E.E. Toralapa
ZONA MEDIA
W
E
S

En la subcuenca están ubicadas 14 comunidades campesinas (Cuadro 1), dos en la zona baja, diez en la intermedia y dos en la zona alta, la población total de la subcuenca alcanza a 981 familias que agrupan a aproximadamente a 4611habitantes (CIDETI 1994 citado en Botello *et. al.* 2007).

En general el clima de la región es frió y húmedo, teniendo un periodo de lluvias concentrados entre los meses de noviembre a marzo, ocurriendo en esta periodo el 85% de las precipitaciones, cuyo promedio anual registrado en la estación experimental de Toralapa es de 531 mm año. La temperatura promedio es alrededor de los 10°C y la humedad relativa promedio es de 35 % con periodos muy secos durante el año.

Cuadro 1. Zonas de estudio con sus comunidades, ubicadas en la subcuenca del río Jatun Mayu.

N°	Zona	Comunidad
1	**Baja**	Toralapa Baja
2		Toralapa Alta
3	**Media**	Uchuchi Cancha
4		Waylla Pucru
5		Chaqui Qhocha
6		Caña Cota
7		1ro de Marzo
8		Boquerón Grande
9		Chaupi Rancho
10		Suraj Mayu
11		Damy Rancho
12		Cebada Jichana
13	**Alta**	Sank'ayani Alto
14		Boquerón Alto

Datos de Proinpa

Geológicamente la zona esta predominada por materiales ordovícicos y no existen afloramientos de plutones graníticos. No existen glaciares activos y las máximas altitudes rondan los 5 000 m. Este distrito constituye el final por el sur de la provincia biogeográfica.

Biogeográficamente las tres zonas del área de estudio corresponden a la Provincia de la Puna Peruana, que se extiende desde la cordillera del Cuzco y Puno en Perú hasta las cordilleras de Cochabamba en Bolivia y al Distrito Biogeográfico del Tunari, en el cual se encuentran algunos endemismos propios, este distrito se extiende por las cordilleras de Cochabamba: mazo Cruz, Tunari y Tiraque-Vacas, involucrando dos tipos de vegetación: la vegetación del piso Puneño y la del piso Altoandino.

La vegetación del piso Puneño que se desarrolla por termino medio desde los 3100 hasta los 3900 m de altitud, ocupando un piso mayormente pluviestacional subhumedo a húmedo, suelos bien drenados, con bosques bajos sempervirentes, estacionales. Esta área ha sido de uso ancestral intensivo por el hombre humano lo que ha hecho de que la vegetación potencial que era de *Polylepis* hayan sido sustituidos por vegetación sucesional o serial, principalmente pajonales y matorrales que predominan hoy en día el paisaje.

Por encima de este piso se encuentra el piso Altoandino entre 3900 hasta 4700 m, siendo pluviestacional húmedo, el potencial de vegetación ya no son los bosques sino pajonales húmedos.

El principal producto en esta región es la papa, que se constituye en el cultivo más importante en la subcuenca seguida de cereales menores (avena y cebada) y haba, sin embargo existe un mayor diversificación de cultivos en la zona baja debido a las mejores condiciones climáticas y la existencia de agua de riego.

1. Zona Alta

La zona alta (17º25'45.2''S y 65º36'41.0''W; altitud 4130 m.s.n.m.) (Foto 1), con un área aproximada de 41,2 Km^2 desde los 3.800 a los 4.200 m.s.n.m., es parte del piso Altoandino donde la vegetación potencial son pajonales climatófilos, con extensos pajonales constituidos por *Festuca dolichopyllla, Azorella biloba, y Stipa sp.* En los bofedales se encuentran comunidades vegetales que están todo el tiempo saturados de agua, dominados por *Plantago tubulosa.*

Foto 1. Zona Alta en la Subcuenca del río Jatun Mayu

En esta zona se trabajo en la parte mas alta, entre las lagunas de Totora Q'ocha y Kewiña Q'ocha. Numerosas lagunas y lagunillas se encontraron en la zona aledaña a este punto.

Existen terrenos con extensos cultivos de cebada, papa, haba y avena principalmente; por no contar con riego permanente.

2. Zona Intermedia

La zona intermedia (17º 28' 59.0" S y 65º 39' 08.3" W) (Foto 2), con un área aproximada de 65, 2 Km.^{2} que va desde los 3.300 a 3.800 m.s.n.m., es una zona muy intervenida por la actividad agrícola. La vegetación potencial correspondía a los bosques de *Polylepis besseri* y *P. tomentella*, que actualmente se las encuentra como relictos de lo que correspondía a estos bosques puneños en algunas quebradas con sus consiguientes etapas seriales o de sustitución. El Centro de Toralapa se encuentra en las inmediaciones de este punto.

Figura 2. Zona intermedia de la Subcuenca del río Jatun Mayu

La vegetación arbustiva esta compuesta por especies como: *Baccharis dracunculifolia y Clinopodium boliviensis,* El estrato herbáceo con especies de *Calceolaria parviflora, y Geraniun sp.* En las rocas especies como: *Stipa ichu y Puya tunariensis,* y muchas variedades de cactus.

En las laderas, se observan áreas importantes reforestadas con *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata,* en algunas situaciones constituyen bosques mixtos con kewiña (*Polylepis besseri*) o bien bosques mixtos de Eucalipto y Pino.

Existen en esta zona cultivos de papa, haba, cebada, avena, oca, papalisa y arveja.

3. Zona Baja

La zona baja (17º27'50.6''S y 65º40'39.0'' W) (Foto 3), con un área aproximada de 11,3 Km^2 y una variación altitudinal de 3.000 a 3.300 m.s.n.m, las quebradas y otras laderas se encuentra compuesta de relictos de bosques puneños zonales subhúmedos, propios con *Polylepis besseri* y otras especies arbóreas como *Escallonia resinosa, Schinus microphyllus. A*rbustos conformados por *Berberis commutata, Baccharis boliviensis y Clinopodium boliviana. El estrato herbáceo con especies de: Eupatorium anzagaroense y Geraniun sp.* En las áreas circundantes a ríos y cursos de agua se encontró bosque ribereño compuesto principalmente por árboles grandes de alisos (*Alnus acuminata)*.

Existen áreas extensas con pajonales de *Festuca dolychophylla* y *Baccharis papillosa*. Los afloramientos rocosos compuestos por *Echinopsis obreopanda y Puya tunariensis.* Las áreas reforestadas con especies de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata* y *los* bosques mixtos compuestos de *Polylepis besseri* con *Eucalyptus globulus o Pinus radiata.*

En esta zona se destaca también la presencia de cultivos de maíz, cebada, papa, trigo, frutilla y cebolla.

Figura 3. Vegetación de la zona baja en la Subcuenca del río Jatun Mayu

V. ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN EN LA SUBCUENCA RÍO JATUN MAYU

Por: Susana Arrázola, Magaly Mercado, Natividad Vargas, Lidia Meneses

1. INTRODUCCION

Aproximadamente un tercio de Bolivia incluye los Andes que comprenden cordilleras y altas plataformas, la mayor parte de ellas con pastizales y semidesiertos y con empinadas laderas lluviosas (yungas). Hacia el este están las tierras bajas cubiertas de bosques (selvas), que se convierten gradualmente en sabanas y bosques espinosos (chaco) al este y sur de Bolivia (Fjeldsá & Kessler, 2004).

Los Andes tropicales en Bolivia Presentan características geográficas, factores bioclimáticos, situación latitudinal, pisos o zonas ecológicas que condicionan un hábitat para la existencia, sobrevivencia y especiación de diferentes organismos. Un caso particular son los bosques de *Polylepis,* que se desarrolla y establece, constituyendo la vegetación clímax del piso ecológico puneño y altoandino, llegando a vivir desde los 2 100 m. hasta altitudes de 5 200 m (Fernández et al, 2001).

El área de estudio corresponde biogeográficamente a la "Provincia biogeográfica de la Puna Peruana" que se extiende desde la cordillera del Cuzco y Puno en Perú hasta las cordilleras de Cochabamba en Bolivia. Dentro el sector Bolivia se diferencia dos distritos uno que corresponde a La Paz y otro que corresponde al Distrito Biogeográfico del Tunari, de la cual es parte la zona de estudio y que como distrito biogeográfico tiene algunos endemismos propios. El distrito Biogeográfico del tunari se extiende por las cordilleras de Cochabamba: mazo Cruz, Tunari y Tiraque-Vacas.

Geológicamente predominan materiales ordovicicos y no existen afloramientos de plutones graníticos. No existen glaciares activos y las máximas altitudes rondan los 5 000 m. Este distrito constituye el final por el sur de la provincia biogeográfica. Mas pobre florísticamente, pero con especies endémicas (Navarro y Maldonado, 2002).

Las tres zonas de estudio de la presente consultoría, corresponden a este distrito biogeográfico, involucrando dos tipos de vegetación: la vegetación del piso Puneño y la del piso Altoandino.

La vegetación del piso Puneño que se desarrolla por termino medio desde los 3 100-3 200 hasta los 3 900-4 000 m de altitud, ocupando un piso mayormente

pluviestacional subhúmedo a húmedo, con exposiciones de sotavento, en las laderas occidentales. Suelos bien drenados, con bosques bajos sempervirentes, estacionales.

Esta área ha sido de uso ancestral intensivo por el hombre humano lo que ha hecho de que la vegetación potencial que era de *Polylepis* hayan sido sustituidos por vegetación sucesional o serial, principalmente pajonales y matorrales que predominan hoy en día el paisaje. En algunos lugares muy protegidos por las condiciones topográficas difíciles o abruptas, aun se pueden encontrar restos de *Polylepis*, muchas veces rodeados de pedregales de bloques rocosos.

Característico de estos bosques es la presencia de *Polylepis* con *Buddleia, Berberis, Citharexyllum, Dunalia, Gynoxis, Mutisia, Satureja* y *Schinus*. En el sotobosque predominan especies de *Baccharis* y en el estrato arbustivo se encuentran: *Begonia, Bomarea*, *Calceolaria, Fuchsia*, *Oxalis*, *Peperomia*, *Pilea, Salpichroa, Stellaria*, *Thalictrum y Valeriana* y en los enclaves mas húmedos, helechos de los géneros *Adiantum*, *Asplenium, Dryopteris y Polystichum*, principalmente.

Por encima de este piso se encuentra el piso Altoandino entre 3900-4000 hasta 4600-4700 m, siendo pluviestacional húmedo, el potencial de vegetación ya no son los bosques sino pajonales húmedos.

En el presente estudio caracterizamos la vegetación actual y se desarrolla un análisis de la diversidad florística, acompañado por un diagnostico del uso de los recursos silvestres en la zona. El análisis y la evaluación del estado actual, tiene por objeto identificar posibles zonas de intervención o análisis a partir de un relevamiento de las zonas con riesgo de degradación.

La diversidad de especies (Biodiversidad), en su definición amplia, incluye mucho más que el simple número de especies que hay en un paisaje según (Noss, 1990 citado en Feinsinger, 2003). Sin embargo muchos conservacionistas continúan pensando en la biodiversidad en términos del número de especies; hay un uso fundamental en el uso de medidas de diversidad de especies, bien sea para representar la biodiversidad en sentido amplio, para evaluar la integridad ecológica o para cuantificar la diversidad en grupos, la diversidad de especies disminuye cuando se compromete la integridad biológica (Feinsinger, 2003).

Los estudios florísticos y ecológicos se utilizan como una herramienta para comparar la diversidad de especies, ya sea entre tipos de hábitat, tipos de bosque, etc. Normalmente, la diversidad de especies se aplica dentro de las formas de vida (por ejemplo diversidad de árboles, hierbas) o dentro de estratos (por ejemplo diversidad en estratos superiores en el sotobosque, etc.). La diversidad describe lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y número de individuos de cada especie (abundancia) (Mostacedo & Fredericksen 2000).

2. METODOLOGIA

2.1. Inventario de las especies.

La composición florística se determino a partir de los inventarios realizados en las diferentes zonas de estudio

Se realizó un listado de todas las especies que se encontraron presentes en las parcelas, inmersas en los diferentes habitats de ambas cuencas.

Se tomaron en cuenta las características morfológicas de las plantas, principalmente su forma de vida (árbol, arbusto, hierba), esto para diferenciar los estratos en cada fragmento.

Se colectaron varios especimenes de herbario, los cuales fueron debidamente prensados, secados y desinfectados para su posterior determinación. La herborización y determinación de las muestras vegetales mediante claves taxonómicas fueron realizadas en el Herbario Forestal Nacional "Martín Cárdenas" (BOLV) de Cochabamba. Algunas especies fueron identificadas por comparación de especimenes botánicos en el mismo Herbario (BOLV).

Para la determinación de las especies se utilizaron publicaciones y claves taxonómicas, entre las principales tenemos: Cabrera (1969; 1978; 1983; 1977), Renvoize (1998), Pestalozzi & Torrez (1998), Burkart (1969), Freire (1995).

2.2. Diseño y Establecimiento de Parcelas.

En cada zona de estudio se establecieron parcelas permanentes, las cuales fueron establecidas en diferentes habitats de cada zona de estudio.

a) Relevamiento del estrato arbóreo.

Para evaluar los árboles y arbolitos se establecieron parcelas de 20 m^2. En la misma se registraron todos los árboles y arbolitos, registrándose las especies arbóreas encontradas y la abundancia de cada especie.

b) Relevamiento del estrato arbustivo.

Dentro de la parcela de 20 m^2, se establecieron subparcelas de 3 m^2, ubicados al azar, donde se evaluaran todas las especies arbustivas, registrando las especies y su abundancia respectiva.

c) Relevamiento de Herbáceas.

En cada parcela se establecerán cuatro subparcelas pequeñas de 1,5 m^2. ubicadas al azar, registrándose las especies presentes y la abundancia de individuos. Se incluyen en esta categoría a gramíneas, y toda forma de vida que se asemeje a herbácea.

2.3. Riqueza Específica.

La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la diversidad, ya que se basa únicamente en el número de espacies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad (Moreno, 2001).

Para el presente trabajo se calculo la riqueza específica, para obtener el número total de especies para cada tipo de hábitat.

2.4. Abundancia

La abundancia se refiere a una estimación del número de individuos de cada especie, expresada en términos relativos, así se habla de especies raras, ecazos, frecuentes, abundantes (Farias, et al., 1991).

En el trabajo se calculó la abundancia relativa expresada en porcentaje, que es la relación entre el número de individuos de una determinada especie y el número de individuos de todas las especies de la muestra. Donde se utilizó la siguiente formula:

$$\mathbf{AR_i = (n_i / N) \times 100}$$

Donde:

AR_i = Abundancia relativa de la especie i
Ni = Número de individuos de la especie i
N = Número total de individuos del muestreo

2.5. Diversidad

La diversidad de especies en su definición, considera tanto el número de especies como también el número de individuos (abundancia de cada especie existente en un determinado lugar).

Los índices de diversidad en la actualidad son criticados porque comprimen mucha información que puede ser más útil si se analiza de manera diferente. A pesar de ello, los estudios florísticos y ecológicos recientes los utilizan como una herramienta para comparar la diversidad de especies, ya sea entre tipos de hábitat, tipos de bosque, etc.
Los índices de diversidad son aquellos que describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie.

Índice de Shannon-Wiener:

Para determinar la diversidad de especies de plantas de un determinado hábitat:

$$H' = - \sum Pi * Ln\ Pi$$

Donde:

H = Índice de diversidad Shannon-Wiener.
Pi = proporción de individuos hallados en la *i*-ésima especie.
Ln = Logaritmo natural.

2.6. Curvas De Acumulación De Especies

Las curvas de acumulación de especies muestran una grafica que permite visualizar la representatividad de un muestreo. Cuando la curva tiene a mantenerse horizontal, esta indica que el número de especies se mantendrá aunque aumente el tamaño de muestreo. Cuando la curva no alcanza a mantenerse horizontal indica que el muestreo no ha sido completo y que el número de especies todavía tiende a aumentar (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

La curva de acumulación de especies se graficó para el estrato Herbáceo en los cinco tipos de bosque, tomando en cuenta el número acumulado de especies (especies nuevas) versus el número de parcelas (área m^2).

Chao 1.

Es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Chao, 1984; Chao y Lee, 1992; Smith y van Belle, 1984 citado por Moreno, 2001). Los datos de abundancia y riqueza se sometieron a este análisis a través del programa STIMATES versión 7.5 con la formula CHAO 1:

$$\textbf{Chao 1} = S + a^2 / 2\ b$$

Donde:

S = Número de especies en una muestra.

a = Número de especies que están representadas solamente por un único individuo en esa muestra.

b = Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra.

2.7. Índices De Similitud Florística

Los índices de similitud expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. Estos índices pueden obtenerse con base en datos cualitativos o cuantitativos directamente o a través de métodos de ordenación o clasificación de las comunidades (Baev y Penev, 1995 citado por Moreno, 2001)

Índice de Sorensen

Los índices más antiguos siguen siendo los más utilizados, tal es el caso del índice de similitud de Sorensen (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Donde los datos de riqueza y diversidad de cada localidad (diversidad alfa) se comparan mediante este análisis:

$$I_s = (2c / a + b) \times 100$$

Donde:

I_s = Índice de similitud de Sorensen.

a = Número de especies encontradas en el sitio A.

b = Número de especies encontradas en el sitio B.

c = Número de especies comunes en ambas localidades.

2.8. Usos

La información sobre los usos de las principales especies, se obtuvo aplicando la metodología tradicional “objeto-entrevista”. Las entrevistas siguieron el modelo de entrevista semi-estructurada (Martin, 1995), cuya característica es ser no muy formales. Paralelamente a esto se realizo una revisión bibliográfica acerca de los usos de las diferentes plantas.

2.9. Endemismos

Con las listas finales se evaluara la distribución y endemismos que puedan existir en la zona a través de literatura especializada y consulta con especialistas.

3. RESULTADOS

A continuación describiremos la vegetación de cada área de estudio, así como el análisis florístico realizado:

3.1. Vegetación y Flora

Zona alta:

a) Vegetación:

La zona alta con un área aproximada de 41,2 Km^2 desde los 3.800 a los 4.200 m.s.n.m.

La zona alta es parte del piso Altoandino donde la vegetación potencial son pajonales climatófilo, también hay pajonales edafoxerofilos, pajonales higrofilos, bofedales, vegetación saxícola y rupícola y vegetación palustre (Fig. 1).

Fig. 1. Pajonal climatofilo y edafohigrofilos.

Hay extensos pajonales constituidos por *Festuca dolichopyllla, Azorella biloba, Festuca fiebriguii, Deyeuxia filifolia, Stipa sp., Poa asperiflora, P. annua, Stipa sp*., con *otras especies como Gamochaeta erythractis, Werneria strigosissima, W. villosa y B. caespitosa, Cosmos peucedenifolius* (Fig. 2) en suelos moderadamente profundos; estos, en situaciones de erosión son pajonales pequeños.

Fig. 2. Imagen de *Cosmos peucedanifolius* característico de esta zona

En suelos menos desnudos y ladera abruptas disminuye la *Festuca dolychophylla* y en lugares donde hay pastoreo se encuentra *Lachemilla pinnata* y *Trifolium amabile*.

En suelos con depresiones topográficas y permanentemente saturados de humedad (vegas) que se intercalan con suelos bien drenados de pendientes y laderas montañosas. Hay pajonales higrófilos densos de altura baja o media con *Deyeuxia sp, Hypochoeris taraxacoides, Poa sp., Cyperus andinus,* y *tambien Lachemilla pinnata y Trifolium amabile* por la presencia de ganado. En los bordes de las lagunas se puede apreciar vegetación sumergida con *Lilaeopsis macloviana*, que están enraizadas, también *Myriophyllum quitense*

En los bofedales planos donde se encuentran comunidades vegetales de suelos higroturbosos que permanentemente saturados de agua, están dominados por *Plantago tubulosa, Deyeuxia sp*., *Gentianella sp.*, *Distichia muscoides, Castilleja pumila*.

Sobre las rocas como especies saxicolas se encuentra principalmente *Puya* humilis y los cactus *Sulcorebutia steinbachii*, *Lobivia Maximiliana* (Fig. 3)

En la parte mas baja de esta área se encuentran extensos cultivos de cebada, papa, haba y avena principalmente; por no contar con riego permanente, se practica agricultura no intensiva, con periodos de descanso bastante largos. En algunos hay indicios de otros cultivos como Maca (*Lepidium perubianum*), Avena Forrajera (*Avena sativa*), Tarwi (*Lupinus mutabilis*) (Fig. 4).

Fig. 3. Comunidad de plantas saxicolas con *Puya humilis* principalmente

Fig. 4. Vista panorámica del paisaje de cultivos. En primer plano, cultivo de papa (*Solanun tuberosum*). Al fondo cultivo de cebada (*Hordeum vulgare*). En color rojo, invasión de malezas (*Rumex acetosella*) y en amarillo el nabo (*Brassica campestres*)

b) Análisis florístico:

A continuación se observa la curva de acumulación de especies (Fig. 5) para esta zona, mostrando la relación entre el número de especies (nuevas) encontradas en la serie 2 y el esfuerzo de muestreo (número de parcelas) en la serie 1.

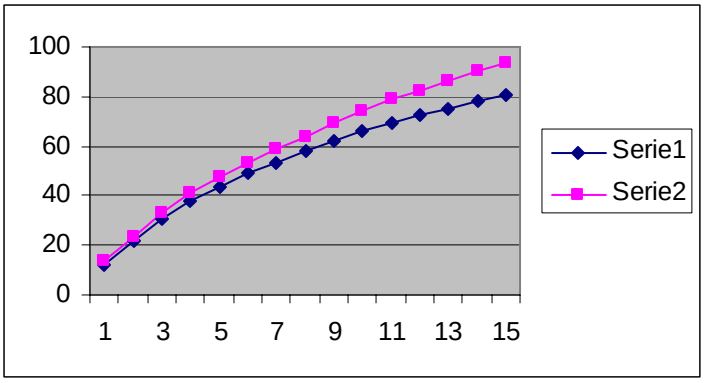


Fig. 5. Curva de acumulación de especies de Toralapa alto

El análisis de la riqueza florística nos muestra que en esta zona tenemos 27 familias botánicas con 89 especies vegetales (Fig. 6) donde predomina la familia Poaceae y Asteraceae (Anexo 1).

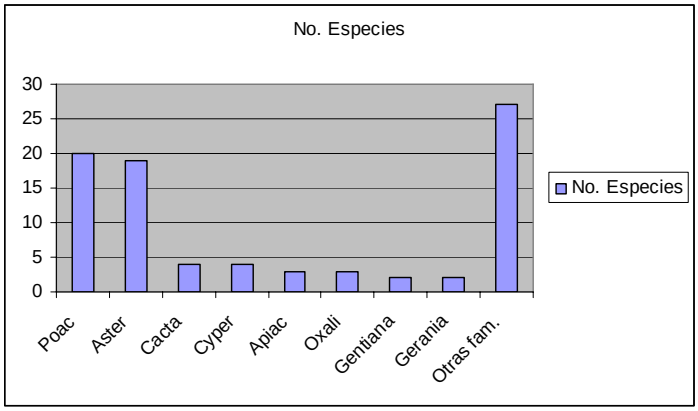


Fig. 6. Relación de número de especies por familias botánicas

La familia más diversa y típica de estas formaciones es la familia Poaceae con 20 especies. Algunas especies son: *Agrostis tolusensis, Calamagrostis cf. Violaceae, Deyeuxia filifolia, Deyeuxia muscoides, Distichia muscoides, Festuca aff. Fibriguii, Festuca dolichophylla, Festuca rigescens, Muhlenbergia Peruviana, Poa aff. orridula, Poa annua, Poa asperiflora, Stipa brachyphylla, Stipa hans-meyeri*

Otra familia importante es Asteraceae con 19 especies: *Baccharis caespitosa, B. obtusifolia, Belloa aff. Virescens, Belloa cf. kunthiana, Bidens andicola, Cosmos peucedanifolius, Gamochaeta polybotrya, Gamochaeta deserticola, Gamochaeta erythractis, Gnaphalium cheirantifolium, Hypochoeris echegarayi, H. meyeniana, H. taraxoides, Paranephelius ovatus, Stevia mandonii, Werneria strigosissima*

Otras familias botánicas presentes con menor diversidad son Cactaceae, Cyperaceae, Apiaceae.

Zona Intermedia

a) Vegetación

La zona intermedia con un área aproximada de 65, 2 Km.^{2} que va desde los 3.300 a 3.800 m.s.n.m.

Zona muy intervenida por actividad agrícola, la vegetación potencial correspondía a los bosques de *Polylepis besseri* (Fig. 7) y *P. tomentella* subs. *incanoides*, con otras especies como *Berberis boliviana.* Actualmente se puede encontrar relicto de lo que correspondía a estos bosques puneños zonales subhúmedos en algunas quebradas con sus consiguientes etapas seriales o de sustitución.

Fig. 7. *Polylepis besseri* en una quebrada, en alrededores de la Estación Experimental Toralapa

En el estrato arbustivo hay tambié*n, B. commutata, Baccharis postrata, Baccharis dracunculifolia, Mynthostachys cf. andina, Clinopodium bolivianum, Eupatorium anzagaroense, algunos sitios intervenidos aparece Viguiera procumbens.* El estrato herbáceo presenta *Calceolaria parviflora, Achyrocline elata, Oenothera sp, Geraniun sp., Hypochaeris elata, Tetraglochin cristatun, Amicia cf. andicola, Dichondra sericea, Lepechinia meyenii, Aa sp., Festuca aff. fiebrigii* (Fig. 8)*.* Cuando ha existido quema se encuentra *Eryngium ebracteatum.*

En las rocas se encuentran especies como: *Stipa ichu, Eupatorium anzagaroenses, Puya tunariensis, Woodsia montevidensis, Cheilanthus pruinata, Hypseochaeris pimpinelifolus, Amicia andicola, Geraniun sp*.

En las laderas, se observan áreas importantes reforestadas con *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata,* en algunas situaciones constituyen bosques mixtos que cubren importantes áreas.

Fig. 8. bosques de eucaliptos

Los bosques de Eucaliptos son bosques con algunas especies arbustivas como *Berberis sp., B. rariflora, Baccharis dracunculifolia, Clinopodium boliviensis*. El estrato arbustivo constituido principalmente por pastos como *Stipa ichu, Festuca dolichophylla y otras herbaceas como Hypseochaeris pimpinelifolius, Tetraglochin cristatum Amicia andicola, Rebulnium corimbosa* (Fig. 8).

Fig. 9. Bosques de pino

Los bosques de *Pinus radiata* (Fig. 9) presentan muy pocas especies arbustivas solo *Baccharis dracunculifolia* y *Berberis rariflora*. Son bosques densos, donde la luz solar apenas penetra, entonces existen pocas especies herbáceas, hay: *Briza minor, Stipa ichu, Festuca sp, Oxalis sp, Bowlesia flabelis.*

Existen en algunas zonas bosques mixtos de Eucalipto con algunos ejemplares de kewiña (*Polylepis besseri*) o bien bosques mixtos de Eucalipto y Pino.

La introducción de esta especies determina una serie de cambios, generalmente por sustitución, y competencia por el agua, nutrientes y luz, perturbación del terreno, efectos alelopáticos y cambios en la composición florística alrededor de ella. Por lo tanto, la forestación con especies exóticas tiene consecuencias sobre la vegetación natural.

Las plantaciones de *Eucalyptus* que se ha probado, que tiene un alto consumo de agua (500 l por día para un árbol grande). Esto lleva a la eliminación de especies del sotobosque (pastos y arbustos) que son importantes como forraje para animales y para prevenir la erosión.

Las hojas tienen numerosos componentes tóxicos (especialmente fenoles) que son exudados de la hojarasca y evitan la germinación y el crecimiento de otras plantas por esta razón los bosques de *Eucalyptus* tienen poco sotobosque, usualmente solo algunos pastos de amplia distribución y a veces virtualmente no existe sotobosque, por esto no favorece la formación de suelo orgánico. Los niveles de nutrientes en el suelo se vuelven extremadamente bajos. Las plantas jóvenes de *Eucalyptus* fácilmente tienen un sobrecrecimiento por malezas, por lo cual una plantación requiere de cuidados intensivos durante los primeros años (Crespo, 1989).
.
Diferentes trabajos realizados por el Centro de Biodiversidad y Genética en bosques puros y mixtos con *Polylepis*, Eucaliptos y Pinus muestran resultados claros a nivel de la biodiversidad. Plantaciones de *Eucalyptus y Pinus* no mantienen el mismo nivel de biodiversidad que bosques de *Polylepis* y bosques mixtos de especies nativas.

Concordando con esto, en un estudio de aves de Cochabamba (Hjarsen 1999) encontró que la estructura de comunidad, riqueza de especies, densidad de individuos y abundancia de especies de rangos de distribución varían significativamente entre plantaciones de árboles exóticos en relación a habitats de bosques naturales.
En esta zona se desarrollan cultivos de papa, haba, cebada, avena, oca, papalisa, arveja (Fig. 10).

Fig. 10. Vista panorámica de la zona intermedia.

b) Análisis florístico

El muestreo florístico realizado en esta zona es altamente representativo, esto puede apreciarse en la Fig. 11, donde el muestreo realizado esta cercanamente próximo al muestreo esperado.

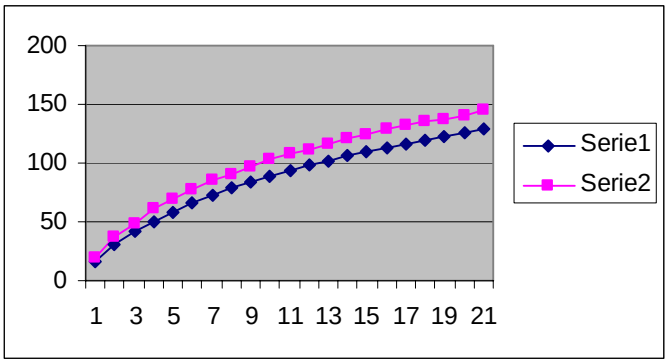


Fig. 11. Curva de acumulación de especies (serie 2 esperado, serie 1 obtenido)

En cuanto al análisis florístico propiamente, hay 34 familias botánicas y 69 especies, las familias más representativas son Asteraceae, Poaceae y Lamiaceae.

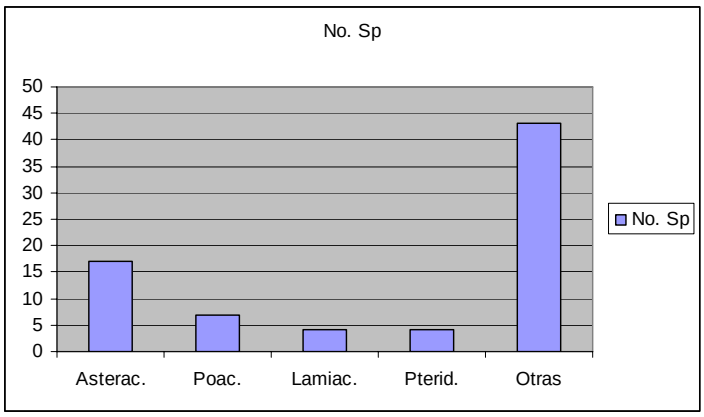


Fig. 12. Relación número de especies y familias botánicas

La familia Asteraceae es la mas diversa con especies como *Achyrocline ramosisima, Baccharis postrata, B. obtusifolia, B. pentandli, Bidens andicola, Chaptalia modesta, Stevia chamaedrys, S. samaipatensis, Tagetes multiflora, T. pusilla, Verbesina cinerea, Hypochaeris elta*. La familia Asteraceae esta ampliamente distribuida en todo el mundo, suelen ser escasas en regiones tropicales bajas y abundantes en zonas montañosas tropicales y secas. Algunos géneros tienen distribución amplia y otras se limitan a áreas restringidas. Especies como *Gnaphaliun* es cosmopolita, con numerosos representantes en la región andinas; *Mutisia* es un genero neotropical típico.

Zona baja

a) Vegetación

La zona baja con un área aproximada de 11,3 Km^2 aproximadamente y una variación altitudinal de 3.000 a 3.300 m.s.n.m

En el área se encuentra pequeños bosques o mas bien relictos de lo que son los bosques puneños zonales subhumedos, propios con *Polylepis besseri y otras* especies arbóreas como *Escallonia resinosa, Schinus microphyllus.* Los arbustos están conformados por: *Berberis commutata, B. rariflora, Baccharis boliviensis, Myntostachys andina, Clinopodium boliviana. El estrato herbáceo esta constituido principalmente por: Eupatorium anzagaroense, Geraniun sp., Cheilanthes sp., Hypochaeris elata, Stevia cf. chamaedrys, Fiebriegiella aff. gracilis.* En algunos sitios hay presencia de *Dodonea viscosa* (Fig. 13)

Fig. 13. Vista panorámica de áreas con cultivos y con árboles de *Polylepis besseri.*

En el borde del rió se encuentra árboles grandes de *Alnus acuminata*, con *Cortaderia rudiuscula*.

Próximos a los caminos y canales de agua, ligados a la presencia de viviendas se encuentran especies como Alnus *acuminata, Maytenus sp., Eucaliptus glóbulos* y otras especies como: *Gynoxis psilophylla, Dunalia brachyacantha, Citharexylon punctatum, Echinopsis huotii, Alonsoa acutifolia, Tropaelum boliviensis, Salvia sophrona, S. haenkei* (Fig. 14).

Fig. 14. Vista de *Echinopsis huotii* y *Maytenus sp*. próximo a los caminos

Los sitios donde se ha quemado la vegetación aparece como indicadora de esto la especie pirófila *Flourencia heterolepis.*

Hay áreas extensas con pajonales de *Festuca dolychophylla* y *Poa asperiflora* y algunas veces también se incorpora *Baccharis papillosa* principalmente.

En los afloramientos rocosos, hay *Echinopsis obreopanda, Lobivia anabarina, Puya tunariensis y Abrometiella sp.*

También hay áreas reforestadas con *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata* y bosques mixtos de *Polylepis besseri* con *Eucalyptus globulus o Pinus radiata.*

b) Análisis florístico

Observando la Fig. 15, podemos apreciar que la serie 1 (muestreado) se aleja de la serie 2 (esperados), eso significa que podría existir mas especies por muestrear que no fueron tomadas en cuenta en este análisis.

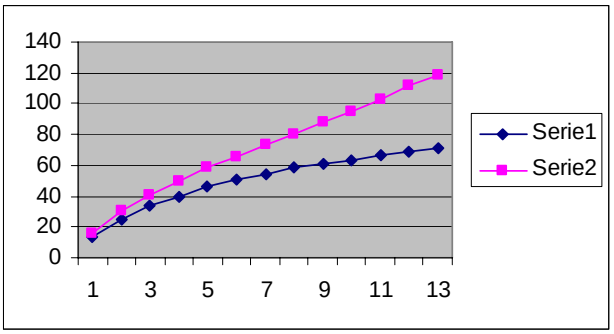


Fig. 15. Curva de acumulación de especies (serie 2 esperado, serie 1 obtenido)

Hay 39 familias botánicas y 128 especies. De este conjunto al igual que en la anterior zona la familia Asteraceae y Poaceae son las más abundantes. Le sigue las Fabaceae que en este caso difiere con la zona intermedia donde había más bien Lamiaceae (Fig. 16) (Anexo 1).

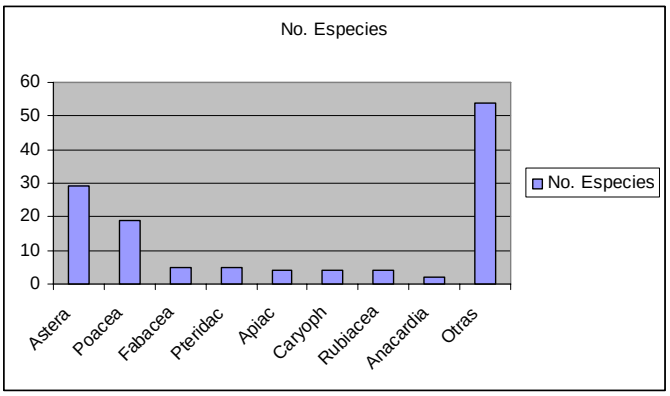


Fig. 16. Relación familias botánicas y número de especies

En esta zona se desarrollan cultivos de papa, haba, arveja, trigo, cebada, avena, oca, maíz, cebolla.

3.2. Diversidad Florística

Usando Shannon-Wiener calculamos los valores de diversidad para cada zona de estudio. En el cuadro siguiente podemos apreciar estos valores. Toralapa bajo es mas diverso que los otros sitios, sin embargo Toralapa alto tiene valores bajos de diversidad pero tiene una mayor abundancia de especies nos muestra (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de diversidad florística y abundancia para las tres zonas de estudio

	INDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER	RIQUEZA ESPECIFICA	ABUNDANCIA
ZONA ALTA	3,03856419	89	6565
ZONA INTERMEDIA	3,689678381	69	1238
ZONA BAJA	3,877940044	128	2238

3.3. Análisis de Similitud Florística

Con el índice de Sorensen se calculo la similitud florística entre las 3 zonas de estudio, observándose que la zona baja y la zona intermedia tienen una similitud del 33 % (Cuadro 2), difiriendo esta entre las otras combinaciones.

A pesar de que ambas zonas corresponden a un mismo piso bioclimático que potencialmente tiene la misma vegetación, existen diferencias por el uso actual, esta referido principalmente a la actividad agrícola y la erosión que esta ocurriendo en Toralapa intermedio, también los índices de termicidad entre ambas pueden ser diferentes, al parecer hay mas humedad en la zona baja.

Cuadro 2. Matriz de similitud florística en las tres zonas de trabajo

	Intermedio	**Bajo**	**Alto**
Intermedio	0	0,33	0,04
Bajo	0.33	0	0,03
Alto	0,04	0,03	0

3.4. Endemismos

De la lista final de las especies que se tiene para toda la zona en conjunto se ha podido identificar las siguientes especies endémicas de Bolivia (Anexo 1).

Mutisia laedifolia Decae ex. Wedd
Geranium bolivianum R. Kmuth
Salvia sophrona Briq. Citada (solo en Cochabamba y Chuquisaca)
Clinopodium kuntzeanum Kuntze (Solo Cochabamba)
Bromus bolivianus Hack ex Buchtien (La Paz y Cochabamba)
Puya tunariensis Mez. (Cochabamba)
Puya humilis Mez. (Cochabamba)
Verbesina cinerea Rugby (Cochabamba, La Paz y Chuquisaca)
Minthostachys andina (Britton ex. Rugby) Epling (Cochabamba)
Bromus bolivianus Hack ex Butchtien (La Paz y Cochabamba)
Clematis alborosea Ulbr. (Cochabamba y La Paz)

3.5. Usos

Se realizo un estudio preliminar sobre el uso de la flora silvestre del lugar, este tipo de estudios requiere de mucho tiempo, hasta tener cierta confianza con la gente que es informante, razón por la cual la información es preliminar. Para completar estos datos se consulto también la bibliografía existente.

No se encontraron muchos usos de la flora silvestre, el mayor uso esta relacionado con la leña (*Polylepis besseri, P. tomentella Subs. incanoides, Eucalyptus globulus*), varias especies que son usadas como medicinales (*Gnaphalium graveolens, Hypochaeris elata, Buddleja cf. tiraquensis*, *Mintostachys andinus*, *Clinopodium kuntzeanun*) y forraje (*Hypochaeris meyeniana, Lathyrus* cf. *magallanicus*) (Ver Anexo 1).

3.6. Plantas amenazadas

Según las categorías de la IUCN y la última propuesta de Meneses y Beck (2005) para Bolivia tenemos las siguientes plantas que están incluidas en las listas de especies amenazadas de la flora Boliviana (Cuadro 3).

Cuadro 3. Plantas de la Subcuenca río Jatun Mayu, incluidas en la lista de Plantas amenazadas de Bolivia

Familia	Nombre científico	Categoría de Amenaza
Cactaceae	*Lobivia maximiliana*	VU
Cactaceae	*Sulcorebutia steinbachi*	VU
Cactaceae	*Echinopsis obreopanda*	LC
Rosaceae	*Polylepis besseri*	VU
Rosaceae	*Polylepis tomentella subsp. Incanoides*	EN

VU= vulnerable (una reducción de la población de>50% en los últimos 10 años)
LC= preocupación menor
EN= en peligro (porque esta enfrentado a un riesgo alto de extinción con el >70% en los últimos 10 años)

4. AMENAZAS Y CONSERVACIÓN

Las mayores amenazas observadas en toda el área son las actividades antropogenicas, apertura de cultivos y cultivos en nuevas tierras.
En la parte alta se observa una iniciativa por ocupar estas tierras con actividad agrícola, la zona es interesante por la presencia de algunas especies como las cactaceae que son endémicas y la presencia de otras especies de distribución restringida. Así mismo la zona es muy importante por los servicios ecológicos para las áreas mas bajas.

La parte media y baja son importantes por ser potenciales de bosques de *Polylepis* (keñua, kewiña), en la zona media casi no existe por la actividad antropogénica básicamente, por lo que debería existir planes de restauración para las dos especies de *Polylepis* de la zona.

La zona baja, aun es pese a existir actividad agrícola, existen sectores muy interesantes en diversidad, sobre todo alrededor de los bosquetes o rodales de *Polylepis*, estos son muy importantes para la diversidad nativa en plantas y animales. Si hay oportunidad de realizar actividades de reforestación sería muy importante hacerlo con Polylepis y Alnus acuminata (aliso) en los bordes del rio.

5. CONCLUSIONES

Se han encontrado 241 especies botánicas en toda el área de estudio. El análisis de diversidad florística nos muestra que Toralapa bajo es la mas diversa. Hay cierta similitud con Toralapa medio ya que corresponden a un mismo piso bioclimatico pero en esta, la vegetación se encuentra mas alterada por la actividad antropogénica y por el índice de termicidad que es algo diferente.

Se han encontrado varias especies interesantes en Toralapa alto y bajo, catalogadas como endémicas.

Los bosques de *Polylepis besseri* presentes en la zona deben ser objeto de una política especial en cuanto al uso, tratando de fomentar su regeneración e incluso haciendo prácticas de restauración. *Polylepis tomentella* Subs. *incanoides* tiene una situación mas crítica aun ya que apenas existen algunos ejemplares que nos indica su presencia en la zona. Sin embargo ambas especies se encuentran dentro la propuesta de especies amenazadas de la Flora de Bolivia.

Los bosques de Pino y Eucalipto, como especies introducidas y por su como comportamiento fisiológico, son muy competitivas y no permiten la formación de estratos arbustivo y herbáceos, solo algunas especies pueden vivir en estos bosques.

Existen pocas especies silvestres de uso por la gente local, sin embargo esto requiere un estudio mas profundo.

VI. ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD DE LA ENTOMOFAUNA EN LA SUBCUENCA RÍO JATUN MAYU

Por: Monica Pacoricona, Lilian Zuñiga, Olga Ruiz

1. INTRODUCCION

Los artrópodos, y en especial los insectos, son los organismos vivos con más éxito sobre la superficie de la tierra. Constituyen un componente importante de diversos ecosistemas, ya que desempeñan funciones importantes en los procesos que rigen los ecosistemas (Wilson, 1987; Miller, 1993; Samways, 1993).

Los insectos están involucrados en procesos ecológicos tales como reciclado de materia orgánica en descomposición, transmisión de propágulos y polinización de plantas superiores, control de poblaciones de otros organismos (incluyendo otros insectos), y como integrantes de las cadenas tróficas, debido a su gran diversidad y abundancia (Riechert, 1974; Stork, 1988).

Los insectos poseen características ideales para ser considerados como grupos indicadores, pues son fáciles de muestrear, poseen especies endémicas y son suficientemente sensibles para medir cambios de biodiversidad.

Los grupos mas importantes como indicadores son las mariposas diurnas y los escarabajos coprófagos ya que son grupos muy sensibles a los cambios en el ambiente, de la misma manera son afectadas las especies que tienen distribuciones o dietas muy restringidas que son endémicos o relictos (Romeu, 2000). Sin embargo, Blair & Launer (1997) como Nuñez & Barro (2003), indican que formaciones vegetales moderadamente perturbadas pueden albergar mayor riqueza, diversidad y equitatividad de mariposas y una menor abundancia relativa en áreas urbanizadas.

Brehm *et al.* (2003) aseguran que la fisonomía de los Andes permite que ocurran eventos de especiación por lo cual existe una riqueza específica de especies de altura. También se puede añadir el hecho de que mientras más se asciende en altitud la riqueza de especies disminuye.

En el presente estudio realizamos un análisis sobre la diversidad de especies de insectos en general y sobre la diversidad de mariposas y escarabajos coprófagos en especial, ya que estos son grupos muy sensibles a los cambios en el ambiente y son afectadas las especies que tienen distribuciones o dietas muy restringidas y que son endémicos, de manera general se pretende determinar zonas de alta diversidd de insectos

2. METODOS

2.1. Colecta manual

Se utilizó el método de colecta manual para la captura de las especies de insectos en general presentes en cada zona de estudio (zona alta, intermedia y baja), utilizando pinzas entomológicas, red entomológica y un frasco de captura con alcohol al 70 %.

Se realziaron recorridos por los claros de bosque, bosque denso y parcelas de cultivos activas y en descanso. Con un esfuerzo de captura de 2 personas/8horas/día, en las tres zonas estudiadas.

Los especimenes recolectados fueron separados en bolsas estériles (Whirl-Pack), posteriormente fueron montados y preservados en cajas entomológicas para su identificación mediante claves taxonómicas (Borror & Delong 1970, Borror & White 1970, White 1983 y King & Saunders 1984).

2.2. Lepidópteros diurnos

Se aplicaron dos métodos: trampas de dosel Van Someren-Rydon (Andrade 1998) y red entomológica manual para una mayor eficiencia en las capturas (Brown & Freitas 2000).

Las trampas fueron ubicadas en claros de bosque, bosque tupido y borde de cultivos. En las zonas intermedia y baja se colocaron 10 trampas entre 0,70 a 1.0 metros de altitud sobre el nivel del suelo. La revisión de las trampas se realizó una vez por día.

El cebo utilizado es el estándar, que consiste en una mezcla de frutas (papaya, plátano), vísceras de pollo y vino en putrefacción. El recebado (es decir reemplazo de cebo por cebo fresco) de las trampas se realizaba cada 48 horas.

La red entomológica, fue empleada en el interior del bosque y en la matriz, haciendo recorridos por los claros de bosque, bosque denso y parcelas de cultivos activas y en descanso. Con un esfuerzo de captura de 2personas/6horas/día, en las tres zonas.

Para la preservación de especimenes colectados se procedió a sacrificarlos por asfixia, conservándolos en sobres entomológicos y se registraron datos de: fecha, hora, viento, nubosidad, zona, y punto en el que fue encontrado (parcela de cultivo, pajonal, etc.).

Luego se procedió con el extendido de las mariposas para luego depositarlas en cajas entomológicas. Para la identificación de los especimenes se utilizaron las claves entomológicas de D'Abrera (1984), Smart (1986) y Ledezma (1998).

2.3. Escarabajos coprófagos

Se utilizaron trampas de caída “pitfall” empleando el método utilizado por Klein (1989) utilizando cebo con excremento humano.

Se colocaron en cada zona (alta, intermedia y baja), 10 trampas separadas con intervalos de 50 metros entre si según las condiciones topográficas, las trampas permanecieron por un periodo de 72 horas con un cambio de cebo cada 36 horas, la recolección de las muestras se hizo una vez por día.

Los especimenes fueron recogidos y preservados en bolsas estériles (Whirl-Pack), con alcohol al 70 %, posteriormente fueron montados y preservados en cajas entomológicas para su identificación mediante claves taxonómicas (Lopera 1997 y Medina & Lopera, 2000).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Riqueza de especies

Fueron registradas 28 familias de insectos pertenecientes a 5 órdenes, con un total de 195 individuos (Cuadro 1). La zona media presenta una mayor riqueza de especies (31) seguida por la zona baja (30) y finalmente la zona alta con 24 especies.

Cuadro 1. Especies de insectos encontrados en las tres zonas de Tiraque

Nro.	ORDEN	FAMILIA	SUBFAMILIA	ESPECIE	ALTA	MEDIA	BAJA
1	Coleoptera	Carabidae		sp 1	1	1	1
2	Coleoptera	Carabidae		sp 2	2		1
3	Coleoptera	Carabidae		sp 3	1		
4	Coleoptera	Carabidae		sp 4	1		
5	Coleoptera	Carabidae		sp 5	1		1
6	Coleoptera	Carabidae		sp 6	1		2
7	Coleoptera	Carabidae		sp 7		1	
8	Coleoptera	Carabidae		sp 8		1	
9	Coleoptera	Carabidae		sp 9		1	
10	Coleoptera	Chrysomelidae	Galerucinae	Acalymma	1		
11	Coleoptera	Cleridae				1	
12	Coleoptera	Coccinellidae			1		
13	Coleoptera	Curculionidae	Brachyrhininae				2
14	Coleoptera	Lampyridae					2
15	Coleoptera	Meloidae		Hornia		1	1
16	Coleoptera	Sacarabaeidae	Scarabaeinae	Scybalophagus rugosus	29	1	
17	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Dichotomius lucasi		1	
18	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Oruscatus duvas		8	10
19	Coleoptera	Scarabaeidae	Melolonthinae	Phyllophaga obsoleta			2
20	Coleoptera	Scarabaeidae	Troginae	Polynonius			1

21	Coleoptera	Scarabaeidae	Scarabaeinae	Sulcophaneus batesi			5
22	Coleoptera	Scarabaeidae	Melolonthinae	Phyllophaga sp.		4	2
23	Coleoptera	Silphidae			3		
24	Coleoptera	Tenebrionidae		sp 1		1	
25	Coleoptera	Tenebrionidae		sp 3		1	
26	Coleoptera	Tenebrionidae		sp 4		1	
27	Coleoptera	Tenebronidae	Asidinae	sp 1	1		
28	Coleoptera	Tenebronidae	Asidinae	sp 2	1		
29	Diptera	Anthomyiidae			2		
30	Díptera	Tachinidae				1	
31	Diptera	Therevidae					1
32	Diptera	Tipulidae	Tipulinae		2		
33	Hymenoptera	Apidae	Apinae	Bombus		2	
34	Hymenoptera	Apidae	Apinae	Megabombus			1
35	Hymenoptera	Apidae	Xylocopinae			1	
36	Hymenoptera	Formicidae		sp 1			2
37	Hymenoptera	Formicidae		sp 2			6
38	Hymenoptera	Formicidae		sp 3		1	
39	Hymenoptera	Ichneumonidae		sp 1	1		
40	Hymenoptera	Ichneumonidae		sp 2	1		3
41	Hymenoptera	Pompilidae		sp 1	1		
42	Hymenoptera	Pompilidae		sp 2		2	
43	Hymenoptera	Sphecidae	Pemphredoninae	sp 1			4
44	Hymenoptera	Sphecidae	Pemphredoninae	sp 2			1
45	Lepidoptera	Hesperidae	Hesperiinae	Hylephila isonira mima		1	2
46	Lepidoptera	Lycaenidae	Polyommatinae	Madeleinea lea		1	1
47	Lepidoptera	Lycaenidae	Polyommatinae	Paralycaeides vapa		6	14
48	Lepidoptera	Nymphalidae	Danainae	Danaus plexippus erippus			1
49	Lepidoptera	Nymphalidae	Heliconiinae	Dione glycera		1	2
50	Lepidoptera	Nymphalidae	Biblidinae	Eunica monima		1	
51	Lepidoptera	Nymphalidae	Nymphalinae	Junonia vestina			1
52	Lepidoptera	Nymphalidae	Satyrinae	Pedaliodes alba puncatata	8	1	
53	Lepidoptera	Nymphalidae	Nymphalinae	Siproeta epaphus	1		
54	Lepidoptera	Nymphalidae	Nymphalinae	Vanessa annabella		1	
55	Lepidoptera	Nymphalidae	Nymphalinae	Vanessa brasiliensis	1		1
56	Lepidoptera	Nymphalidae	Heliconiinae	Yramea inca inca	6	1	
57	Lepidoptera	Papilionidae	Papilioninae	Pterourus scamander joergenseni			1
58	Lepidoptera	Pieridae	Coliadinae	Aphrissa boisduvali			1
59	Lepidoptera	Pieridae	Coliadinae	Aphrissa statira			2
60	Lepidoptera	Pieridae	Coliadinae	Colias euxanthe	2		
61	Lepidoptera	Pieridae	Coliadinae	Colias hermina	1		
62	Lepidoptera	Pieridae	Dismorphiinae	Pseudopieris nehemia nehemia			1
63	Lepidoptera	Pieridae	Pierinae	Tatochila sterodice macrodice	1		
64	Orthoptera	Acrididae	Oedipodinae			2	
65	Orthoptera	Acrididae	Acridinae			2	
66	Orthoptera	Aeshnidae				1	
67	Orthoptera	Gryllidae	Grillinae			1	
68	Orthoptera	Phasmatidae				1	
	TOTAL				70	50	75

Las tres zonas presentan una mayor cantidad de especies pertenecientes a los órdenes coleóptera y lepidoptera (Fig. 1). La zona alta presenta una gran cantidad de especies de coleópteros; aunque solamente una especie de coprófagos, y mayor cantidad de dípteros con relación a las otras dos zonas. La zona media presenta mayor cantidad de especies de ortópteros debido a la mayor cantidad de cultivos y la zona baja presenta mayor cantidad de lepidópteros debido a la menor altitud ya que la diversidad de mariposas aumenta con el decremento de la altura (Aguirre 2004).

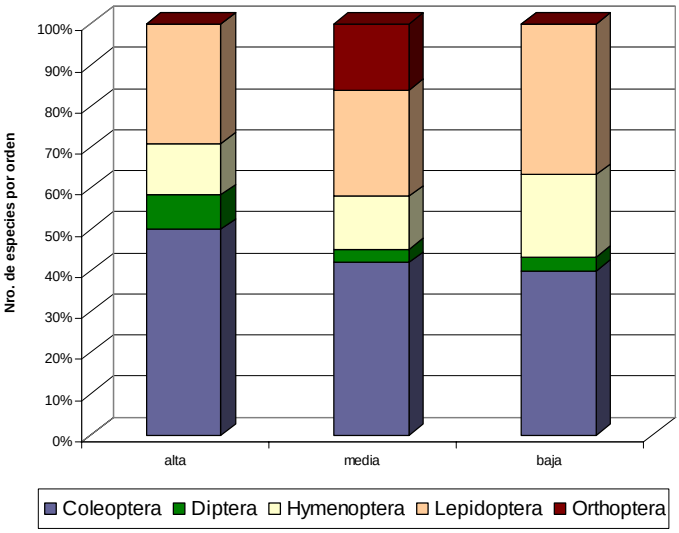


Fig. 1.- Riqueza de especies por orden para cada zona.

En cuanto a los escarabajos coprófagos la zona con una mayor riqueza de especies es la media con 3 especies, seguido por la baja con 2 y finalmente la alta con una sola especie, esto se debe a que en la zona media existe una mayor cantidad de ganado vacuno, ya que se encontró mayor cantidad de heces.

3.2. Abundancia relativa y Hábitats

a) Zona alta

En la zona alta se encontró una mayor cantidad de especies (56%) pertenecientes a tres familias: Carabidae (Coleóptera), principalmente en la zona de los bofedales, Nymphalidae y Pieridae (Lepidoptera) con especies típicas de la zona andina (Fig. 2)

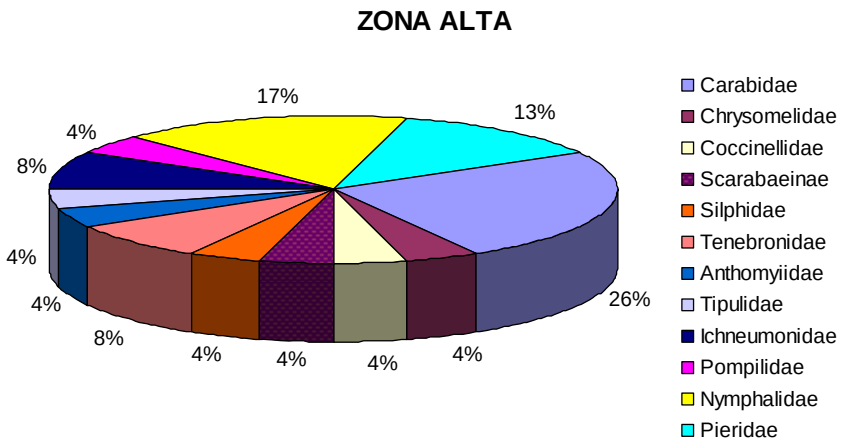


Fig. 2.- Riqueza de especies por familia en la zona alta.

En la zona alta la mayoría de las especies de mariposas se colectaron en áreas cercanas a las lagunas y bofedales cerca de los cuales se encuentran tomando los rayos solares, ya que prefieren áreas abiertas con mucha entrada de luz como pajonales y áreas pedregosas, en estos tipos de hábitats tienen un vuelo a baja altura muy cerca del suelo y recorren distancias cortas (Anexo 2).

Las especies *Colias euxanthe*, *Colias hermina* y *Tatochila sterodice macrodice* están registradas solamente hasta los 4000 msnm y son consideradas típicas de la zona andina (Quinteros *et al.* 2006), pero se las encontró a los 4300 msnm de manera frecuente.

La especie *Pedaliodes alba punctata* se encuentra en áreas abiertas y planicies con herbazales, así como en bofedales y orillas de pequeños riachuelos, se caracteriza por su vuelo rápido y bajo y es considerada común.

Vanesa brasiliensis e *Yramea inca inca* son también típicas de la zona andina, presentes en hábitats abiertos como afloramientos rocosos y pajonales, generalmente cerca de los cursos de agua, parcelas de cultivo en descanso, cultivos y suelo descubierto, donde pueden realizar un vuelo moderado y bajo (Quinteros *et al.* 2006) y se las encontró con una abundancia baja (rara).

Se destaca la especie *Siproeta ephaphus* que se encuentra en bosque seco chiquitano, bosque Tucumano y el sudoeste de la amazonia y se la encontró en la zona alta a 4300 msnm, solamente se encontró un individuo por lo que es considerada rara (Gareca & Reischle 2006).

Otra especie a destacar es el escarabajo coprófago *Scybalophagus rugosus,* encontrado también a los 4300 msnm, primer registro para esta altura y para

Cochabamba, considerada como abundante o común en la zona, esto puede deberse a la presencia de algunas heces de ganado vacuno por la zona.

Es importante la presencia de carábidos cerca de los bofedales y lagunas que se encontraron de manera abundante y en época de apareamiento durante el mes de febrero.

Una especie también frecuente en esta zona es *Acalymma sp., q*ue es considerada como una plaga de importancia menor para algunos cultivos, en estado de plántulas (King & Saunders 1984)

Las avispas *Ichneumonidae* y *Pompilidae* también son abundantes en la zona y tienen un rol importante como controles biológicos para algunas plagas y para muchas de las especies de arañas.

b) Zona media

En la zona media se encontró una mayor cantidad de especies (52%) pertenecientes a cuatro familias: Nymphalidae (Lepidoptera) con la mayor cantidad de especies, seguida por tres familias de Coleópteros, Scarabaeidae que incluyendo a la subfamilia Scarabaeinae (escarabajos coprófagos) tiene el mismo porcentaje de especies que Carabidae y finalmente la familia Tenebrionidae (Fig. 3).

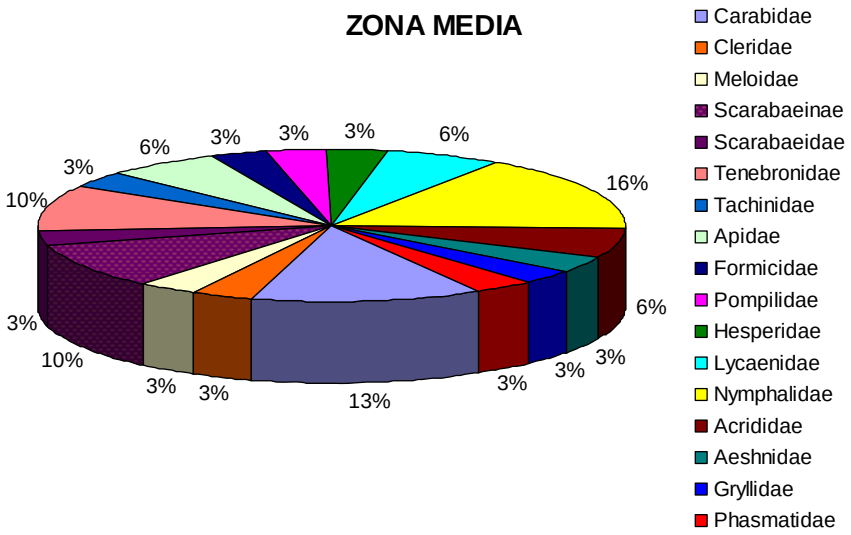


Fig. 3.- Riqueza de especies por familia en la zona media.

Las especies *Paralycaeides vapa*, *Madeleinea lea, Yramea inca inca* y *Vanessa annabella* son típicas de la zona andina, presentes en hábitats abiertos como afloramientos rocosos y pajonales, generalmente cerca de los cursos de agua, quebradas, parcelas de cultivo en descanso, cultivos y suelo descubierto, donde pueden realizar un vuelo moderado y bajo, *P. vapa* es considerada abundante o común en la zona y *M. lea, Y. inca inca* y *V. annabella* son especies frecuentes pero su abundancia disminuye cerca de los cultivos.

La especie *Hylephila isonira mima* frecuenta sitios húmedos o el barro formado por las lluvias para absorber la humedad, áreas abiertas como afloramientos rocosos, arbustos y pajonales, esta especie es frecuente en la zona.

Pedaliodes alba punctata se encuentra en áreas abiertas y planicies con herbazales y orillas de quebradas y ríos, se caracteriza por su vuelo rápido y bajo y es considerada rara en esta zona. La especie *Dione glycera* es considerada generalista y se encuentra presente en todo tipo de hábitats, se la encontró frecuente en la zona.

Se destaca la presencia de la especie *Eunica monima* que se encuentra en bosque seco Chiquitano y el Cerrado (Gareca & Reischle 2006), y se la colecto en esta zona a los 3300 msnm cerca del río, aunque solamente se colecto un individuo siendo considerada rara.

La comunidad de mariposas en esta zona esta dominada por especies típicas de la zona andina, y también se encontraron especies generalistas que están presentes por la gran cantidad de cultivos en la zona, las especies raras o poco frecuentes se encontraron cerca al río o en los pedregales alejados de las zonas de cultivo, por lo que la presencia de cultivos esta afectando a estas especies, desplazándolas hacia áreas sin cultivos.

En esta zona se encontraron tres especies de escarabajos coprófagos *Scybalophagus rugosus*, una especie que se encontró abundante en la zona alta, en esta zona se encontró solamente un individuo por lo que se encuentra restringido a lugares mas elevados.

Oruscatus duvas es una especie que deposita sus huevos en heces de ganado vacuno y se encuentra abundantemente en estas y *Dichotomius lucasi*, especie generalista que se encuentra ampliamente distribuida. La comunidad de escarabajos coprófagos esta determinada por la presencia del ganado vacuno ya que las especies que se encontraron son propias de este tipo de ganado o generalistas.

Los carábidos también son abundantes en esta zona y se los encuentra también en las heces de ganado vacuno. Una especie de Meloidae del género *Hornia* se encontró abundante y habita generalmente debajo del suelo.

Algunas especies son consideradas plagas de importancia menor, pero a esta se la observo lejos de los cultivos. Una especie de Melolonthinae (*Phyllophaga sp*.) también se encontró de manera abundante y algunas especies son consideradas plagas severas para los cultivos de papa y maíz, ya que se alimentan de las hojas y las larvas comen las raíces, aunque en la localidad el daño no es de importancia, ya que también se encontraron muchas especies de himenópteros, que se constituyen en un control biológico de esta especie y la mayoría de los especimenes encontrados estaban muertos debido a estos parasitoides.

Las especies de apidae son abundantes debido al rol polinizador que tienen, se encontraron principalmente especies grandes (*Bombus* y Xylocopinae) que recorren todos los habitats, pero polinizan principalmente las plantas nativas, se debe mencionar también la presencia de *Apis mellifera* encontrada de forma abundante.

Todas las especies del orden Orthoptera son también consideradas plagas para los cultivos de la zona, se los encontró abundantemente en los cultivos y pajonales, aunque la mayoría se encontraba todavía en estado juvenil, algunas especies de Acridinae se encontraron muy abundantes.

c) Zona baja

En la zona baja se encontró una mayor cantidad de especies (55%) pertenecientes a cuatro familias: Scarabaeidae que incluyendo a la subfamilia Scarabaeinae (escarabajos coprófagos) tiene el mayor porcentaje de especies (17%), seguido por Carabidae (Coleoptera) y finalmente dos familias de mariposas, Nymphalidae y Pieridae (Fig. 4).

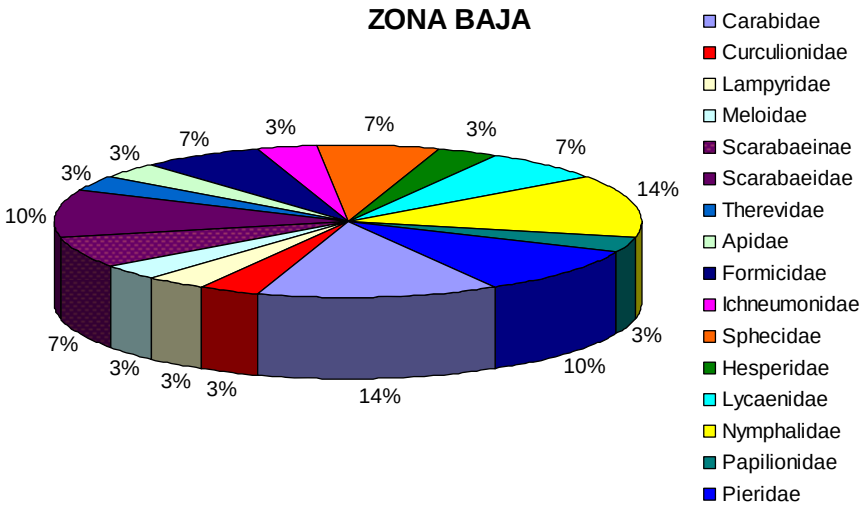


Fig. 4.- Riqueza de especies por familia en la zona baja.

En esta zona se destaca la presencia de *Danaus Plexippus erippus* que se encuentra en bosques chiquitanos, sabanas del Beni y el chaco y se la encontró en la zona baja a los 3100 msnm, aunque se encontró solamente un individuo en el mes de diciembre, por lo que es considerada rara para la zona.

La especie *Pterourus scamander joergenseni* se encuentra preferentemente en hábitats soleados y sobre flores y en suelos húmedos. Esta especie es típica de la zona de los yungas pero fue encontrada en la zona baja a los 3100 metros, se observo que esta especie es favorecida por la perturbación ya que se la encontró cerca de las zonas de cultivo y a orillas del río.

Las especies *Aprisa statira* y *A. boisduvali* se observaron frecuentemente en esta zona, principalmente cerca de los cultivos y por el camino, siendo especies que prefieren hábitats abiertos y soleados. Estas especies son consideras frecuentes para esta zona.

Pseudopieris nehemia nehemia se encontró en menor abundancia pero también prefiere los hábitats abiertos y soleados y las áreas de cultivo. *H. isonira mima* se encontró poco frecuente en esta zona, *P. vapa* se encontró muy abundante y *M. lea* solo con un individuo por lo que considerada rara para esta zona. *D glycera*, *J. vestina* y *V. brasiliensis* se observaron de manera frecuente en la zona.

Las especies de escarabajos coprófagos *Oruscatus duvas* y *Sulcophanaeus batesi* se encontraron de manera frecuente en heces de ganado vacuno, principalmente en el mes de diciembre, *S. batesi* solamente se encontró en esta zona por lo que puede estar restringido a alturas menores.

Se encontraron también de manera abundante las especies de carábidos y melolonthinos (*Phyllophaga obsoleta* y *Phyllophaga sp.*), ambas especies son consideradas plagas para los cultivos de la papa y maíz, pero en la zona es de importancia menor.

Una especie de Curculionidae (gorgojo de los andes: *Premnotrypes latithorax* y *P. zischkai* presentes en Cochabamba y *Rhigopsidius tucumanus* en menor proporción) es la plaga más importante en los cultivos de la zona causando el 25 a 60% de daño en los tubérculos en zonas de altura, pero no se lo colecto debido a que es una especie que habita debajo de la tierra, en los tubérculos de las plantas de papa durante el día (Andrew *et al.*1999).

Una especie de Therevidae (diptera) es de importancia debido a que es poco conocido y no se tienen registros en Cochabamba, es encontrado en hábitats abiertos y es un predador.

Se encontraron de manera abundante las especies de Hymenopteros (*Megabombus, Ichneumonidae y Sphecidae*) así como también de *Apis mellifera.*

4. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE ALTA DIVERSIDAD

Las zonas de alta diversidad en especies de insectos para la subcuenca del río Jatun Mayu, son en general las áreas abiertas y pajonales cercanos a las quebradas y cuerpos de agua.

En la zona alta la zona de mayor importancia son los bofedales.

En la zona intermedia son las áreas cercanas a las quebradas y cuerpos de agua y en la zona baja son las cercanas a los pequeños fragmentos de bosques de *Polylepis* ya que estas áreas son abiertas y se encuentran principalmente en las laderas y quebradas.

Para las zonas intermedia y baja es también importante las zonas con una intervención mediana, es decir con cultivos separados y pequeños.

5. CONSERVACIÓN

En la zona alta el área de los bofedales y áreas cercanas a las lagunas son de importancia para la conservación de las especies de *Colias* y *Tatochila*, que son especies restringidas a zonas de alturas elevadas y bajas temperaturas, así como de *Scybalophagus rugosus* que también esta restringido a la zona alta.

También es importante para la conservación las especies de Pompilidae o avispas arañeras, ya que al observarse una gran diversidad de arañas se puede encontrar también una elevada diversidad de estas avispas.

En la zona intermedia es importante la conservación de las áreas aledañas a las quebradas y los cuerpos de agua, ya que *H. isonira mima*, *M. lea*, *E. monima* y *P. alba*, especies restringidas a la zona de los andes habitan en ellas, es importante también recalcar que la presencia de cultivos en abundancia favorece la presencia de especies plaga como Orthopteros (Acrididae y Phasmatidae) y melolonthinos (*Phyllophaga*), y especies generalistas como *Dichotomius lucasi y Apis mellifera.*

En la zona baja es importante la conservación de los relictos de bosques de *Polylepis* ya que en ellos se pueden encontrar especies restringidas a ellos y áreas abiertas o con una moderada intervención ya que en ellos se encuentran especies restringidas cono *Aprisa y Pseudopieris* para lepidoptera y como *Hornia* (Meloidae) o Therevidae, especies poco conocidas y no registradas para Cochabamba, también son importantes para las especies de Compilidos o avispas arañeras.

6. CONCLUSIONES

La zona intermedia es la zona más rica en especies, seguida por la baja y finalmente la alta, esto se debe a la presencia de varias especies plagas (tres especies de Orthoptera, Acridinae, y coleópteros Melolonthinae (*Phyllophaga sp*.)) y especies generalistas como: Dione glycera, *Paralycaeides vapa*, *Madeleinea lea, Yramea inca inca, Vanessa annabella, Oruscatus duvas, Dichotomius lucasi* y *Apis mellifer;* que son atraídas por la presencia de los cultivos.

Existe una elevada riqueza de especies de Lepidópteros diurnos en las tres zonas, son importantes por ser considerados bioindicadores biológicos, siendo la zona baja la más rica en especies.

Otro grupo indicador es la familia Scarabaeinae, que presento una riqueza de especies baja en las tres zonas, determinada por la presencia de ganado vacuno ya que todas las especies encontradas son especialistas en heces de vaca o generalistas.

Enl la zona intermedia resulto ser la más rica en especies de escarabajos coprófagos.

VII. ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD DE LA HERPETOFAUNA EN LA SUBCUENCA RÍO JATUN MAYU

Por: Rodrigo Aguayo, Pamela Vallejo, Oliver Quinteros, Federico Valdivia

1. INTRODUCCIÓN

La investigación sobre anfibios y reptiles (herpetofauna) de Bolivia todavía (a pesar de un aumento notable en la última década) es incipiente, esto contradice con el hecho de la gran importancia que tienen estos dentro los ecosistemas. Desde el punto de vista ecológico los anfibios constituyen las piedras angulares de ciertas cadenas tróficas al actuar como presas o predadores, facultad que es acrecentada por su gran abundancia relativa, que les permite a los anfibios consumir una enorme cantidad de insectos nocivos para la agricultura o portadores de enfermedades como el dengue y la malaria. Por estos aspectos y otros más deberían ser tenidos muy en cuenta a la hora de emprender cualquier acción que influya sobre el medio natural (Reichle y Aguayo 2006; Dela Riva *et al*., 2000)

En cuanto a los reptiles la situación es muy parecida, donde existe una marcada ausencia de información respecto de este grupo en Bolivia, que se contrasta grandemente con los países vecinos templados como Argentina y Chile y en menor medida con las zonas contiguas de los otros países que rodean a Bolivia : Perú, Brasil y Paraguay. Además, cerca del 13% de las especies de reptiles citadas para el país son endémicas o presentan algún grado de amenaza.

Uno de los problemas de conservación más grandes que atraviesan estos animales es la pérdida de hábitat que se debe al crecimiento acelerado de la población humana y la gran cantidad de nuevos asentamientos que han degradado los bosques (Aguayo *et al*. 2007).

Dentro la gran diversidad de ecosistemas existente en Bolivia, los Valles Secos y la Puna han merecido menor atención en términos de investigación herpetológica.

Es muy importante efectuar trabajos de investigación que generen información acerca de la abundancia, composición, distribución, y otros aspectos ecológicos de estos grupos de vertebrados en Bolivia y particularmente en el valles y puna. La Subcuenca del río Jatun Mayu es uno de los sitios que corresponde geográficamente a estos ecosistemas; sus bosques y pastizales nativos sufren una constante amenaza a causa del sobrepastoreo y la agricultura debido principalmente a las políticas de expansión de las fronteras agrícolas a través de quemas no controladas.

Por todos los antecedentes mencionados anteriormente el presente diagnóstico muestra un análisis sobre la diversidad de especies de anfibios y reptiles, presentes en la zona, relacionando esta con la existente en Bolivia además se hace énfasis en las especies con distribución restringida, y/o endémicas.

2. METODOLOGÍA

La obtención de la información concerniente a los anfibios y reptiles de la Subcuenca río Jatun Mayu, se realizo a partir de:

2.1. Análisis de colecciones

Se revisaron los especimenes de la Colección del Centro de Biodiversidad, lo que permitió enriquecer la información sobre la herpetofauna real y potencial del área de estudio y las zonas de influencia.

2.2. Revisión bibliográfica

Se realizo una revisión de toda la información existente para el área, y localidades cercanos a la zona.

2.3. Recopilación de datos de campo

a) Colecta, preparación, identificación y depósito de ejemplares.

En cada localidad o sitio de muestreo se empleo una combinación de los siguientes métodos:

b) Inventario a corto plazo

Según Heyer, *et.al*. 1994, mediante el cual se identificaron y definieron los tipos de hábitat dominantes en el sitio de estudio, para posteriormente buscar y colectar especímenes en todos los posibles microhábitats, tanto durante el día como la noche.

c) Transectos visuales

Los transectos visuales (VES) (Heyer,et.al. 1994), este método de longitudes variables y se determinaron sobre la base de tiempo (horas/hombre por noche de muestreo), en los que se colecto y contó todos los individuos observados.

d) Datos del hábitat

Se tomaron datos sobre el hábitat donde se localizo el transecto, y el microhábitat donde se encontró cada ejemplar y se colecto un número determinado de especimenes, los que servirán como ejemplares de referencia.

e) Colección de especimenes

Se colectaron ejemplares de anfibios y reptiles de todas las especies observadas, se intento obtener una muestra representativa de cada especie en función de su abundancia relativa. Los ejemplares de anfibios fueron sobreanesteciados por inmersión en alcohol etílico al 30%, y los reptiles fueron sobreanesteciados con una solución de pentotal al 10%, luego fueron fijados con alcohol al 90% en una cámara húmeda y posteriormente se los iba fijando por tiempos de entre 2 a 18 horas, finalmente los especímenes se conservaron en alcohol al 70% (Pisani y Villa, 1974, Heyer et al, 1994).

f) Identificación de especimenes

El proceso de identificación se llevó a cabo haciendo el uso de claves existentes para Bolivia y otras regiones de Sudamérica como ser: Reichle y Aguayo, (2006), Aguayo et al. (2007); Peters & Orejas Miranda (1970), pero sobre todo se emplearon descripciones específicas y se compararon los ejemplares del presente estudio con material de las colecciones herpetológicas de las siguientes instituciones: Colección Boliviana de Fauna, y Centro de Biodiversidad y Genética.

Los ejemplares se encuentran depositados en la Colección de vertebrados del Centro de Biodiversidad y Genética.

2.4. Estandarización de la evaluación

A fin de estandarizar la evaluación se establecieron los siguientes parámetros:

a) Tipos de hábitat

Se definieron los hábitats más dominantes en las zonas de estudio.

- Bofedal (Bf), Comunidades herbáceas húmedas, bajas y continuas, que se desarrollan en áreas inundadas permanente o estacionalmente de poca profundidad constituyendo un sistema palustre.

- Bosque de *Polylepis sp.* (Bp), fragmentos de áreas boscosas dominadas por árboles de *Polylepis besseri.* (Quewiña).

- Bosques Exóticos (Be), Fragmentos de áreas boscosas de Eucalipto y/o Pino.

- Rios (R) y Arroyos (A), Sistemas fluviales formados por canales o conductos abiertos de origem natural que contienen agua corriente de manera continua o periódica.

- Pedregales (Pd), área cubierta por piedras de 10 a 20 % de su superficie.

- Ladera rocosa (Lr), paredes o muros formados de roca expuesta con mucha pendiente.

- Pajonales (Pj), área cubierta en mas del 50% de su superficie por herbáceas gramíneas (Paja brava, etc).

- Charcas (ch), cuerpos de agua poco profundos y de tamaño pequeño (no mas de 5 m de diámetro.

- Áreas antrópicas (H), Ambientes utilizados y modificados por el hombre. Incluye a sembradíos, caminos, áreas urbanas, etc.

2.5. Abundancia relativa

Se determinaron las siguientes categorías para obtener las abundancias relativas de los anfibios y reptiles, (modificado de Aguayo, 2004).:

- Rara (R) = cuado se registraron a lo sumo 2 individuos en todo el período de estudio,
- Poco común Pc = de 3 a 6 individuos,
- Frecuente (F) = de 6 a 12 individuos,
- Abundante (A)= cuando se registraron más de 12 individuos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro la Subcuenca río Jatun Mayu durante el periodo de estudio, revisión bibliográfica y posteriores revisiones en laboratorio y comparaciones en Museos se pudo determinar la presencia de 8 especies de anfibios distribuidas en 5 familias y 5 géneros.

Para los reptiles se pudo determinar la presencia de 7 especies, distribuidas en 4 familias y 4 géneros.

El nivel de determinación hasta especie no ha sido posible, en 3 morfotipos, los cuales necesitan más tiempo de estudio o se requiere de más especimenes para determinar su identidad taxonómica,

A continuación (cuadro 1) se ofrece una lista de todas las especies encontradas en diferentes zonas de la subcuenca las especies están ordenadas por familias y alfabéticamente por géneros y especies.

La clasificación sigue a Frost et al. (2006) para anfibios y a Ávila Pires. (1995), y Gonzáles y Reichle (2003) para reptiles

Cuadro 1. Especies de anfibios y reptiles encontradas en las 3 zonas de estudio de la Subcuenca

ANFIBIOS Familia	Especie	Zona Baja	Zona Media	Zona Alta
Bufonidae	*Rhinella arenarum*	X		
	Rhinella spinulosa	X	X	X
Hylidae	*Hypsiboas andinus*	X	X	
	Hypsiboas albonigra	X	X	
Amphignathodontidae	*Gastrotheca marsupiata*			X
Leiuperidae	*Pleurodema cinereum*	X		
	Pleurodema marmoratum			X
Cerathophrydae	*Telmatobius sp.*		X	
REPTILES Familia	**Especie**			
Liolaemidae	*Liolaemus alticolor*		X	X
	Liolemus variegatus			X
	Liolaemus sp 1			X
	Liolaemus sp 2			X
Tropudirade	*Stenocercus marmoratus*	X	X	X
Scincidae	*Mabuya cochabambae*	X		
Colubridae	*Tachymenis peruviana*	X	X	X

3.1. Abundancia

En general las especies de anfibios de altura son menos conspicuas que los de tierras bajas y Yungas. No obstante algunas especies como *Hysiboas andinus* y *Pleurodema cinereum* son abundantes en la zona (Cuadro 2). Las otras especies se encuentran en menos abundancia, probablemente debido a corto periodo de muestreo. Entre las especies poco abundantes tenemos a la especie de *Telmatobius* sp., que junto a sus congéneres en Bolivia están experimentando fuertes disminuciones de sus poblaciones, estos resultados son similares a los mencionados para estas especies por otros autores (Aguayo, 2000; De la Riva et al. 2000)

En cuanto a los reptiles, la especie más abundante fue *Liolaemus alticolor,* seguida de *Stenocercus marmoratus, y Mabuya cochabambae,* el resto de la especies fueron Poco comunes durante el período de estudio, dos de las cuales no se conoce la identidad taxonómica (cuadro 2), en general se reconoce a las mencionadas especies como comunes para estas regiones (Aguayo et al. 2007; Harvey, et al in press).

3.2. Uso de Hábitat

Respecto al uso de hábitat de los anfibios, a excepción de *Gastrotheca marsupiata* que se encuentra en un solo tipo de hábitat, el resto utiliza mas de dos hábitats. La especie mas generalista y que aprovecha muy bien los espacios antrópicos es *Pleurodema cinereum*.

En cuanto a los reptiles entre las especies más generalistas están las lagartijas *Liolaemus alticolor* y *Mabuya cochabambae* y la serpiente *Tachymenis peruviana;* encontrándolas inclusive en los espacios antrópicos como sembradíos, chacras y otros.

Los datos de uso de hábitat tanto de anfibios como de reptiles son similares a los que ya se han descrito para estas especies por otros autores como Aguayo, 2000, Aguayo *et al*. 2001, Aguayo et al 2007; De la Riva et al 2000; Harvey et al. In press).

Cuadro 2. Uso de hábitat y abundancia de los anfibios, y reptiles de cuenca de Toralapa
Donde: Bf = Bofedal, Bp= Bosque de *Polylepis,* Be= Bosques Exóticos, R= Ri, Ar= Arroyos Pd= Pedregales, H= Areas antropicas, Pj= Pajonales, ch= Charcas y Lr= Ladera rocosa; R= Rara = 1 individuos, Pc= Poco común = 2 a 5 individuos, C= Común = 5-10 individuos, A= Abundante = mayor a 10 individuos.

ANFIBIOS Familia	**Especie**	**Hábitat**	**Abundancia**
Bufonidae	*Rhinella arenarum* *Rhinella spinulosa*	H, Ch Ar,Ch	R Pc
Hylidae	*Hypsiboas andinus* *Hypsiboas albonigra*	Bf, Ar, Ri. Ar, Ri	A C
Amphignathodontidae	*Gastrotheca marsupiata*	Bf	R
Leiuperidae	*Pleurodema cinereum* *Pleurodema marmoratum*	Ch, Ar, Ri. H Bf, Ar	A
Cerathophrydae	*Telmatobius sp.*	Ri, Ar	R
REPTILES Familia	**Especie**		
Liolaemidae	*Liolaemus alticolor*	Pd, Pj, Bp, Be	A
	Liolemus variegatus *Liolaemus sp 1* *Liolaemus sp 2*	Pj, Bp, Pd Pj Pj	Pc Pc Pc
Tropudirade	*Stenocercus marmoratus*	Bp, Lr	C
Scincidae **Colubridae**	*Mabuya cochabambae* *Tachymenis peruviana*	Bp,Pj, Lr, H H,Pj, Be, Bp	C Pc

4. ESPECIES IMPORTANTES PARA LA CONSERVACIÓN.

Las especies importantes de anfibios registradas en la zona son: *Telmatobius sp*, e *Hypsiboas albonigra;* la última es una especie endémica de Bolivia y resguardada en una sola área protegida.

La especie de *Telmatobius* sp. como se menciono arriba, corresponde a un género que en Bolivia y varios otros países de Sur América se encuentra amenazada, con poblaciones que están declinando drásticamente. Por consiguiente, por lo menos se encuentraría en la categoría de Vulnerable (VU).

En el caso de reptiles, encontramos a *Mabuya cochabambae* y *Liolaemus variegatus,* ambas endémicas de Bolivia, y propias de este tipo de ambientes.

Ninguno de los reptiles encontrados en la zona se encuentra en alguna categoría de amenaza (Ergueta y Morales 1996), pero esto es básicamente por la ausencia de una evaluación actual del grupo en Bolivia, ya que como mencionaremos más adelante, el solo hecho de teenr distribución restringida o ser una especie endémica incluye a las especies en la categoría de “rara” , “casi amenazada” o vulnerable de la IUCN.

En general se reconoce como criterio para definir a una especie como prioritaria para la conservación a el grado de amenaza que existe sobre ellas, según el cual existen diferentes categorías: como las de la UICN, y las listas de CITES.

Nosotros encontramos una sola especie (entre anfibios y reptiles) categorizada como Vulnerable, sin embargo este número aparentemente bajo de especies con algún tipo de riesgo no es muy confiable, puesto que se han encontrado en este trabajo varias especies todavía innominadas (*Liolaemus sp 1, Liolaemus sp. 2)* que habitan únicamente esta área, lo que las incluiría en la categoría de “rara” (UICN, 1990).

Por otro lado el endemismo es un componente clave que emplea Conservación Internacional en el concepto de Hotspots. Las especies endémicas tienen rangos de distribución mas restringido, son más especializadas y más susceptibles a la extinción debida a cambios inducidos por actividades que las especies de distribución más amplia.

En general el endemismo de anfibios y reptiles a menudo es paralelo a similar e interesante fauna y flora, pero muchos grupos de animales y plantas todavía están pobremente investigados (De la Riva et, al. 2000). De este modo y de manera general, conservando áreas de endemismo de anfibios y reptiles se garantiza también la conservación de otros recursos biológicos valiosos.

De todos modos consideramos que la existencia de endemismo y particularmente de un endemismo restringido es motivo suficiente para la encarar la protección de una región.

7. CONCLUSIONES

En las tres zonas de estudio se han registrado la presencia de 8 especies de anfibios distribuidas en 5 familias y 5 géneros y de 7 especies de reptiles, distribuidas en 4 familias y 4 géneros.

En general las especies de anfibios y reptiles de la zona son propios de estos ambientes y están adaptadas al tipo de intervención existente en la zona.

La presencia de los anfibios en estas 3 zonas de estudio son raras, con excepción de algunas especies como *Hysiboas andinus* y *Pleurodema cinereum* que se las puede encontrar con bastante frecuencia.

Los reptiles en nuestra zona de estudio son más frecuentemente encontrados, siendo la especies más abundantes *Liolaemus alticolor, Stenocercus marmoratus, y Mabuya cochabambae***.**

La zona de estudio presenta especies endémicas de anfibios y reptiles como ser: *Hypsiboas albonigra; Mabuya cochabambae, y Liolaemus variegatus*, respectivamente, lo que significa que se debe tomar atención a estos sitios y tratar de conservar estos ecosistemas cuando se decida emprender otro tipo de actividad.

Debido a sus características particulares, cuando hablamos de monitoreo de la biodiversidad en general, se considera a todo el grupo de anfibios como un buen bioindicador y susceptible de ser monitoreado.

Si se tendría que priorizar o enfocar el monitoreo en determinadas especies estas deberían ser sin duda todas las especies endemicas, y se debería monitorear a la especie *Telmatobius sp.,* pues las especies de este género son buenos indicadores de ambientes acuáticos en buen estado de conservación..

VIII. ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD DE LA AVIFAUNA EN LA SUBCUENCA RÍO JATUN MAYU

Por Jennifer R. A. Cahill, Eberth Rocha, Natalia Zambrana, Maribel Crespo

1. Introducción

El Río Jatun Mayu en la Provincia Tiraque, se encuentra en la región Andina, por lo que la fauna y en particular la diversidad de aves debería reflejar la diagnosticada para esta región. La región Andina se caracteriza por una diversidad media en comparación con regiones donde existe biomasa vegetal más abundante, sin embargo es una región importante porque especies de distribución restringida se encuentran en ella (Stotz et al. 1996).

Estas especies son importantes para la conservación, ya que son más vulnerables a los efectos de la degradación del hábitat. La región Andina también alberga a especies endémicas, ya que es considerada como centro de endemismo y de generación de nuevas especies (Fjeldså & Kessler, 2004). Estas especies son prioritarias en la conservación, ya que presentan una distribución geográfica muy reducida y presentan poblaciones poco abundantes.

En los últimos años la región Andina ha sufrido muchos cambios debido principalmente a la presión antrópica (Fjeldså & Kessler, 2004). Las actividades humanas más intensas, como la agricultura, el uso intenso de bosques nativos, la apertura de caminos y la introducción de especies exóticas han cambiado el paisaje y por ende los procesos ecológicos que en esa región se desarrollaban.

A nivel del paisaje y de las comunidades de fauna, los procesos de mayor magnitud en su efecto hacia las aves serían la pérdida de hábitat, la fragmentación del hábitat, el incremento en la competencia entre especies locales por la reducción de recursos, y la competencia entre especies locales y especies colonialistas por el cambio en el espectro de recursos (ej. cultivos y su vegetación acompañante en vez de vegetación nativa). Estos últimos dos, llevarían a un recambio en la composición de especies y en el cambio de la estructura de las comunidades de fauna (Morin 1999).

El efecto más drástico a nivel poblacional sería la disminución de los tamaños poblacionales de especies con distribución restringida y/o especies endémicas. Estos últimos efectos se pueden dar, aún cuando la diversidad de especies en general incremente como consecuencia de una mayor diversidad de los recursos para aves más generalistas y oportunistas, debido principalmente a la presencia de cultivos y plantas exóticas.

El presente diagnóstico muestra un análisis sobre la diversidad de especies de aves, focalizando la relación entre especies que en Bolivia han sido registradas de amplia distribución, especies con distribución restringida, y endémicas. Aún cuando no se ha medido la magnitud de los cambios en el paisaje, la diversidad de aves y la abundancia de especies de distribución restringida, y/o endémicas serán indicadoras del cambio en los procesos ecológicos a causa de la presión antrópica en la Subcuenca del Río Jatun Mayu. Así también dado el amplio margen altitudinal de esta cuenca, se consideraran tres zonas altitudinalmente separadas para el análisis de la diversidad de especies y la similitud entre estas zonas en cuanto a su diversidad de aves.

2. Métodos

2.1 Muestreos

Con la finalidad de observar la mayor cantidad de especies posibles, se realizaron censos de aves a través de transectos usando senderos ya existentes. Se registraron a todas las aves de forma visual o acústica hasta el perímetro de 50 m del transecto (Ralph et al. 1995). El registro acústico se realizo mediante grabaciones de los cantos, los cuales fueron identificados posteriormente con ayuda del CD ROM Aves de Bolivia 2.0 de Mayer (2000). El registro de aves observadas fue confrontado con las listas descritas para la zona por Fjeldså & Krabbe (1990) y Ridgely & Tudor (1994).

Para incrementar el esfuerzo para obtener la riqueza específica se atraparon aves utilizando redes de niebla y luego de registrar datos morfométricos y reproductivos fueron liberadas nuevamente. Las redes se colocaron en diferentes lugares cercanas al Punto Medio. De esta manera se maximizo el registro de aves, principalmente registrando especies evasivas de sotobosque (Ralph et al. 1995).

2.2. Análisis de Datos

a) Análisis de la riqueza específica

La riqueza específica se obtuvo a través del registro y proporción de cada especie en relación a la lista total de especies para cada uno de los tres puntos y de la Subcuenca del Río Jatun Mayu en general.

En base a las especies registradas y su abundancia, se uso también el estimador de riqueza, no paramétrico Chao 2 para calcular el número total de especies esperadas de la comunidad de aves del área de estudio. Este estimador para muestras pequeñas se basa en la ecuación:
Sesp=Sobs + (a2/2b)

Donde:
Sesp= Número de especies esperadas.
Sobs= Número de especies registradas.
a= Número de especies con registro de un solo individuo.
b= Número de especies con registro de dos individuos.

b) Análisis de la estructura de la comunidad

Indice de Simpson.- Magurran (1989) menciona que este índice manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Este es considerado como un índice de dominancia, ya que está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Se calculo de la siguiente manera:

$D=\sum pi^2$

Donde:
pi= abundancia proporcional de la especie i

La diversidad se puede calcular como 1- D.

Diversidad de Shannon - Wienner. - Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a que especies pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra (Magurran 1988). Se expresa como:

$H' = -\sum pi \log10\ pi$

Donde:
pi= abundancia proporcional de la especie i

Como sugiere Moreno (2001) para comparar de manera estadísticamente significativa la riqueza de especies entre localidades, los resultados obtenidos por el índice de Shannon – Weinner fueron sometidos a una comparación por la prueba de t de student, que se expresa de la siguiente forma:

t= (H' 1 -H' 2) / [Var (H'1)+Var (H'2)]1/2

Sobre la base de la aproximación de la varianza.
Var (H')=[∑pi log2pi – (∑pi log pi)2]/N+(n-1)/2N2

Donde:
N= número de individuos
n= número de especies

Los grados de libertad serán calculados a partir de la varianza:
g.l. =(var1+var2)2 /(var12/N1) + (var22/N2)

Donde:
N1 y N2= número de individuos de la muestra 1 y 2

Modelos Rango / Abundancia de especies.- Se elaboraron curvas de rango – abundancia para evaluar el modelo de distribución. Estos modelos constituyen una alternativa para reemplazar los índices de diversidad los cuales están basados en un único valor numérico. Estos modelos describen visualmente a la comunidad (Magurran, 1998; Feisinger, 2003).

Para la realización de estos diagramas se tomaron la proporción de individuos de cada especie respecto al total, las abundancias de las especies de cada nivel fueron agrupadas por rangos y ordenadas en forma descendente transformando los datos en logaritmos (Log 10). Estos datos se representan por medio de una gráfica de la abundancia relativa (log) versus el rango.

c) Análisis de la diversidad beta, similitud entre puntos de muestreo

Índice de Sorensen.- La similitud entre los tres puntos de muestreo y sus zonas aledañas (Punto Bajo, Medio y Alto) se calculó mediante el Índice de Sorensen. Relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios (Magurran 1988). Este índice no toma en cuenta la abundancia de las especies sino los datos de presencia cualitativos o cuantitativos (Moreno, 2001). Se calculó de la siguiente forma:

Iscual =2c/a+b

Donde:

Iscual= Índice de similitud de Sorensen cualitativo
c= número de especies de las localidades a y b
a=número de especies de la localidad a
b=número de especies de la localidad b

Iscuant = 2 pN / aN + bN

Donde:
Iscuant = Índice de similitud de Sorensen cuantitativo
aN = número total de individuos en el sitio A
bN = número total de individuos en el sitio B
pN = sumatoria de la abundancia mas baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios

3. Resultados

En relación a la calidad del muestreo, para verificar si se llego a estimar la totalidad de las especies presentes en la Cuenca del Río Jatun Mayu, el estimador Chao2 mostró que faltaron muestrear entre un 5 – 10 % de especies, lo que equivale a una eficiencia de muestreo del 90 %. Para el Punto Bajo, faltaba registrar seis especies más, en tanto que para el Punto Medio faltaban dos especies por encontrar. Finalmente para el Punto alto faltaba registrar cuatro especies más.

Se registraron un total de 66 especies para la Cuenca del Río Jatun Mayu (Tabla 1). Estas 66 especies pertenecían a 25 familias, siendo las más abundantes en términos de especies, Furnariidae y Emberizidae. Este registro correspondió a muestreos en la época lluviosa.

En relación a las tres zonas de muestreo, la riqueza de especies fue diferente para los tres puntos. El sitio de muestreo Punto Bajo presentó 52 especies (79 % del total de especies registradas) seguido por el Punto Medio con 34 especies (52 % del total de especies registradas) y finalmente con 24 especies (38 % del total de especies registradas) el Punto Alto (Fig. 4). Las especies pertenecían a 18 familias en el Punto Bajo, a 19 familias en el Punto Medio y a 16 familias en el Punto Alto. Las familias más abundantes en especies en cada punto fueron, Anatidae (3 especies), Scolopacidae (3 especies) y Emberizidae (3 especies) en el Punto Alto, Emberizidae (6 especies) en el Punto Medio y Furnariidae (10 especies) y Emberizidae (8 especies) en el Punto Bajo.

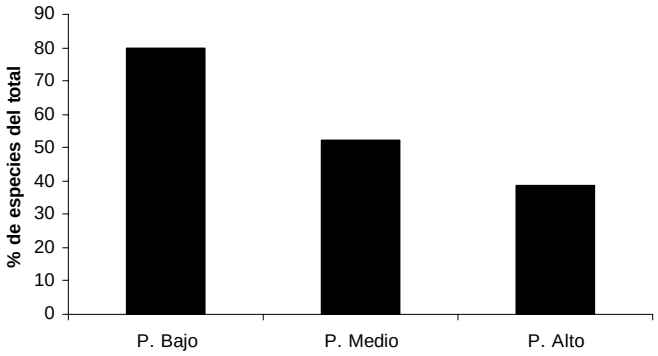


Figura 4. Porcentaje de especies de cada punto en relación al número total (66) de especies registradas para la Cuenca del Río Jatun Mayu.

En la tabla 1 se muestra el listado de las 66 especies registradas en la Subcuenca del Río Jatun Mayu. Diez especies resultaron ser endémicas a los Andes Centrales, es decir que son especies que en el mundo solo se encuentran en la región de los Andes Centrales (desde Perú hasta la Argentina).

Dos especies resultaron ser endémicas a los Altos Andes de Argentina y Bolivia exclusivamente y una especie exclusiva y endémica a los Yungas Altos de Perú y Bolivia. Otras tres especies registradas en esta cuenca son muy importantes para la conservación, *Asthenes heterura* y *Saltador rufiventris*, ambas en categoría de "casi amenazada" (según IUCN); y *Poospiza garleppi*, una especie endémica a Bolivia (solo se encuentra en Bolivia) que actualmente es también una especie amenazada en categoría "en peligro de extinción" (IUCN). Por último se confirmó el nuevo registro para la región de valles a puna en Cochabamba (nuevo registro altitudinal), del picaflor *Ensifera ensifera,* como lo determinó ya Balderrama (2006) para el Parque Tunari en Cochabamba.

Tabla 1. Especies de aves de la Cuenca del Río Jatun Mayu. Las especies endémicas a una región o país y su prioridad en la conservación se describen en observaciones, siguiendo las siguientes siglas: CAN= Endémico a los Andes Centrales, EBA (Áreas de endemismo prioritarias en Bolivia) 055 = Endémico a los Yungas Altos de Bolivia y Perú, EBA (Áreas de endemismo prioritarias en Bolivia) 056 = Endémico a los Altos Andes de Bolivia y Argentina, END= Endémico a Bolivia, CAS= Casi amenazada, PEL= En peligro y * = nuevo registro para la región.

Nº	Familia	Especie	Punto Bajo	Punto Medio	Punto Alto	Observaciones
1	Tinamidae	*Nothoprocta ornata*	X	x	x	
2		*Nothura darwinii*	X	x	x	
3	Anatidae	*Anas flavirostris*			x	
4		*Anas georgica*			x	
5		*Oxyura jamaicensis*			x	
6	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*			x	
7	Accipitridae	*Geranoaetus melanoleucus*		x		
8		*Buteo poecilochrous*	X			
9	Falconidae	*Phalcoboenus megalopterus*	X			
10		*Falco sparverius*	X	x	x	
11	Rallidae	*Fulica ardesiaca*			x	
12	Charadriidae	*Vanellus resplendens*			x	
13	Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*			x	
14		*Tringa flavipes*			x	
15		*Phalaropus tricolor*			x	
16	Laridae	*Larus serranus*	X	x	x	
17	Columbidae	*Zenaida auriculata*	X	x		
18		*Metriopelia ceciliae*	X	x		CAN
19		*Metriopelia melanoptera*	X	x	x	
20	Tytonidae	*Tyto alba*		x		
21	Caprimulgidae	*Caprimulgus longirostris*	X	x		

22	Trochilidae	*Colibri coruscans*	X	x		
23		*Ensifera ensifera*	X			*
24		*Patagona gigas*	X			
25		*Sappho sparganura*	X	x	x	
26	Picidae	*Picoides lignarius*	X	x		
27		*Colaptes rupícola*	X	x	x	CAN
28	Furnariidae	*Upucerthia andaecola*	X	x		CAN
29		*Cinclodes fuscus*	X		x	
30		*Cinclodes atacamensis*	X			
31		*Furnarius rufus*	X	x		
32		*Leptasthenura fuliginiceps*	X			
33		*Asthenes heterura*	X			CAS, CAN, 056
34		*Asthenes modesta*	X			
35		*Asthenes dorbignyi*	X	x		
36		*Asthenes sclateri*	X		x	
37		*Phacellodomus striaticeps*	X			CAN
38	Rhinocryptidae	*Scytalopus simonsi*	X	x	x	
39		*Melanopareia maximiliani*	X	x	x	
40	Tyrannidae	*Elaenia albiceps*	X			
41		*Mecocerculus leucophrys*	X			
42		*Anairetes parulus*	X			
43		*Muscisaxicola cinerea*			x	
44		*Ochthoeca oenanthoides*	X			CAN
45		*Ochthoeca leucophrys*	X	x		
46	Troglogytidae	*Troglodytes aedon*		x		
47	Turdidae	*Turdus chiguanco*	X	x		
48		*Turdus amaurochalinus*	X			
49	Motacillidae	*Anthus hellmayri*	X	x	x	
50	Thraupidae	*Thraupis bonariensis*	X	x		
51		*Pipraidea melanonota*	X			
52		*Diglossa carbonaria*	X	x		CAN, 055, 056
53	Emberizidae	*Zonotrichia capensis*	X	x	x	
54		*Phrygilus atriceps*	X	x		
55		*Phrygilus plebejus*	X	x	x	
56		*Poospiza hypochondria*	X	x		
57		*Poospiza garleppi*	X			PEL, CAN, 056, END.
58		*Sicalis luteocephala*		x		CAN, 056

59		*Sicalis flaveola*	X			
60		*Catamenia anales*	X	x	x	
61		*Catamenia inornata*	X			
62	Cardinalidae	*Saltator aurantiirostris*	X	x		
63		*Saltator rufiventris*	X			CAS, CAN, 056
64	Icteridae	*Agelaioides badius*	X	x		
65	Fringillidae	*Carduelis crassirostris*	X			
66		*Carduelis magellanica*	X	x		

La diversidad de aves, estimada a través del índice de Shannon – Wienner dio un valor de 1.524 para la subcuuenca del Río Jatun Mayu. Considerando las zonas de muestreo, el valor más alto de diversidad se encontró para el Punto Bajo, luego el Punto Medio y finalmente el Punto Bajo (Tabla 2). Considerando comparaciones de dos en dos zonas muestreadas, se presentaron diferencias significativas (p=0.0001) entre los índices de diversidad de la zona del Punto Alto con las zonas de los puntos Medio y Bajo. Menor diferencia (t = 4.6, p=0.001) se evaluó entre la diversidad del Punto Bajo con la del Punto Medio.

En relación a la similitud en riqueza y estructura de las comunidades de aves entre las zonas muestreadas, se presentaron diferencias principalmente entre el Punto Alto con el Punto Bajo y/o con el Punto Medio. Las zonas de mayor similitud en cuanto a especies de aves fueron el Punto Bajo con el Punto Medio. Esto se verifica en la Fig. 5, donde estos dos puntos comparten cerca al 50 % de las mismas especies.

El índice de Sorensen cualitativo, también reflejo el mismo resultado, mayor similitud (70%) entre el Punto Bajo con el Punto Medio en relación a cualquier otra comparación entre las tres zonas (Tabla 2). Considerando además los valores de las abundancias de cada una de las especies, el índice de Sorensen cuantitativo mostró también mayor similitud de diversidad entre el Punto Bajo y el Punto Medio, pero mayor diferencia entre otras comparaciones (Punto Bajo con Punto Alto; y Punto Medio con Punto Alto) (Tabla 2).

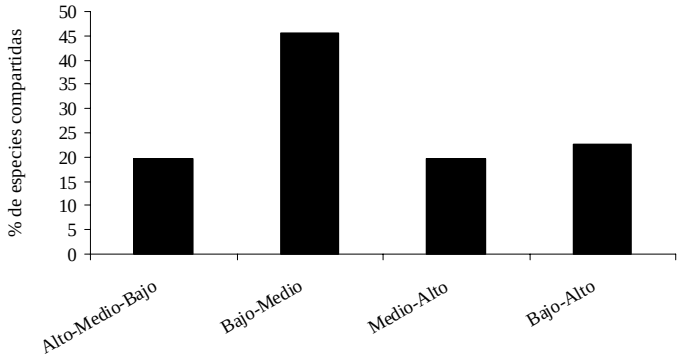


Figura 5. Porcentaje de especies de aves compartidas entre las tres zonas muestreadas, Punto Bajo, Punto Medio y Punto Alto en la Subcuenca del Río Jatun Mayu.

Considerando también la abundancia de cada una de las especies, y en particular las especies dominantes en cada una de las zonas muestreadas, el índice de Simpson mostró diferencias entre los puntos Bajo y Medio en relación al Punto Alto. La probabilidad de observar dos aves de la misma especie fue mayor en el Punto Alto (29 %) que en el Punto Medio (5 %) ó Punto Bajo (4 %), por lo tanto estas dos regiones (Punto Bajo y Punto Medio) presentaron mayor diversidad (inverso de Simpson, Lande 1996) (Tabla 2).

Parte de la diversidad de aves en cada una de las zonas, comprendieron las especies únicas, aquellas que se las encontró en una sola zona y no en las demás. El Punto Bajo presentó un 30 % de especies exclusivas a esta zona; y el Punto Alto presentó un 15 % de especies exclusivas. Estas serían las dos zonas con mayor cantidad de especies exclusivas (Fig. 6).

Tabla 2. Índices de diversidad (Shanon – Wienner y Simpson) que describen la diversidad de especies de aves en cada una de las zonas muestreadas; y de estructura de la comunidad (Sorensen) para comparar la similitud entre la diversidad de las zonas muestreadas en la Cuenca del Río Jatun Mayu.

Zona	Abundancia (individuos)	Riqueza de especies	H' (Índice Shannon-Wienner)	D (Indice Simpson)	Is (Índice Sorensen cualitativo)	Is (Índice Sorensen cuantitativo)
Punto Bajo	277	52	1.534	4.2		
Punto Medio	186	34	1.389	5.4		
Punto Alto	305	25	0.876	29		
Bajo - Medio					69.8	47.1
Bajo - Alto					39	15.5
Medio - Alto					3.06	25.2

Dos especies serían muy importantes para la conservación y además exclusivas del Punto Bajo, *Asthenes heterura* y *Saltator rufiventris*, ambas casi amenazadas de extinción. Y por último, *Poospiza garleppi* seria exclusiva de esta misma zona, siendo la especie más importante de toda la Cuenca del Río Jatun Mayu por su situación de en peligro de extinción.

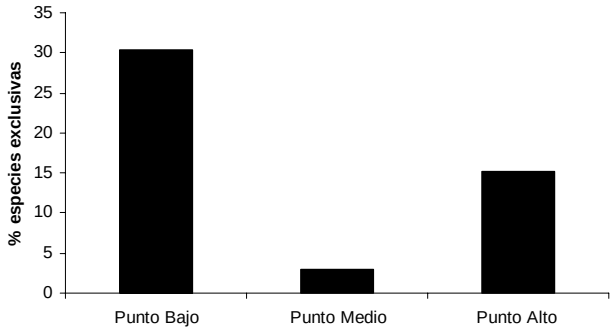


Figura 6. Porcentaje de especies exclusivas (no compartidas) de aves en cada una de las zonas muestreadas, Punto Bajo, Punto Medio y Punto Alto en la Subcuenca del Río Jatun Mayu.

Referente a las especies raras o de distribución restringida y/o endémica, estas son mayores en número en la zona del Punto Bajo en comparación con cualquiera de las otras dos zonas (Punto Medio y Punto Alto). Pero también, esta misma zona contiene a la mayor parte de las especies de amplia distribución (Fig. 7)

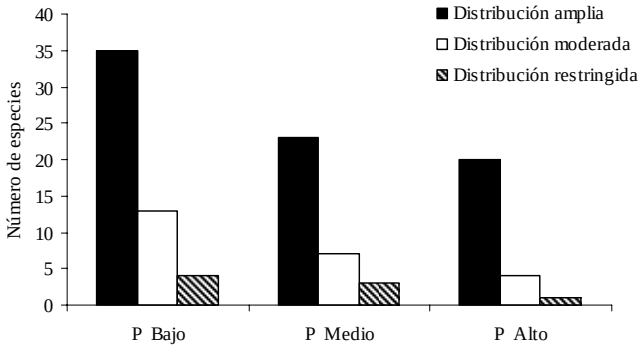


Figura 7. Especies de distribución geográfica amplia, de distribución moderada y de distribución restringida en relación a las zonas de muestreo (Punto Bajo, Punto Medio y Punto Alto) en la Subcuenca del Río Jatun Mayu.

Finalmente los diagramas de rango abundancia (Fig. 8) mostraron que el Punto Bajo presenta una mayor amplitud de curva, lo que indica que esta zona es la más diversa. Las curvas de las otras zonas, Punto Medio y Punto Alto representan menor diversidad.

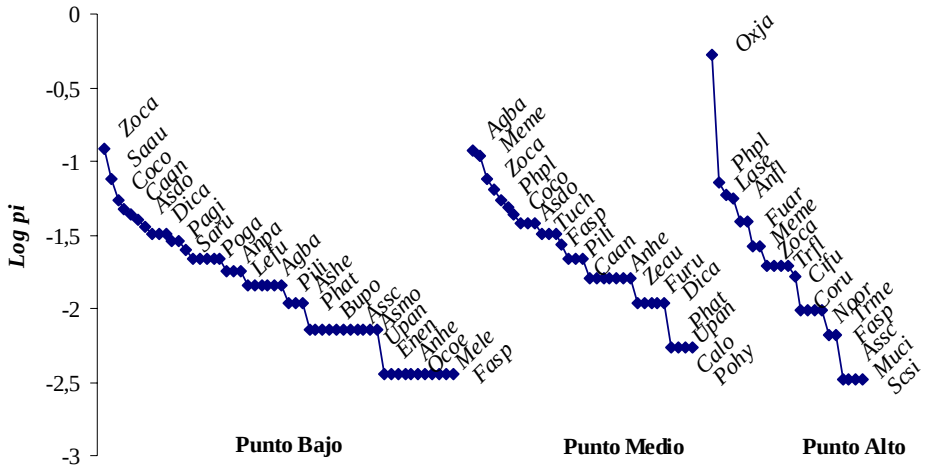


Figura 8. Curvas de rango – abundancia de las especies de aves para las tres zonas muestreadas, Punto Bajo, Punto Medio y Punto Alto en la subcuenca del Río Jatun Mayu.

En el Punto Alto se observa una especie que sobresale de las demás en cuanto a su abundancia (*Oxyura jamacensis*). Esto indica que existe un recurso abundante para permitir el soporte de la abundancia de esta especie. Por el contrario las más raras y menos abundantes (poca cantidad de recurso) fueron las insectívoras como *Scytalopus simonsi*, *Musisaxicola cinerea* y *Asthenes sclateri*.

En el Punto Medio las especies de aves más abundantes fueron *Agelaioides badius*, *Metriopelia melanoptera*, *Zonotrichia capensis*, *Phrygilus plebejus* y *Colibri coruscans*. Estas principalmente con un espectro alimenticio amplio, por lo que los recursos serían muy variados en esta zona. Las especies de poca abundancia o las más raras fueron *Poospiza hypochondria*, *Upucerthia andaecola* y *Diglossa carbonaria*.

En el punto bajo las especies mas abundantes fueron *Zonotrichia capensis*, *Saltator aurantiirostris*, *Colibri coruscans*, *Asthenes dorbignyi*, *Diglossa carbonaria*, *Patagona gigas*, *Saltator aurantiirostris* y *Poospiza garleppi*. Entre las menos abundantes y raras se registraron a *Falco sparverius*, *Mecocerculus leucophrys*, *Ochthoeca oenanthoides* y *Ensifera ensifera*.

Estos resultados también coincidieron con los niveles altitudinales de cada una de las zonas. La diversidad de especies fue mayor a medida que las zonas presentaban un menor nivel altitudinal, de tal manera que el Punto Bajo presentó una mayor cantidad de especies de aves en relación a las otras zonas con mayor altitud (Fig. 9)

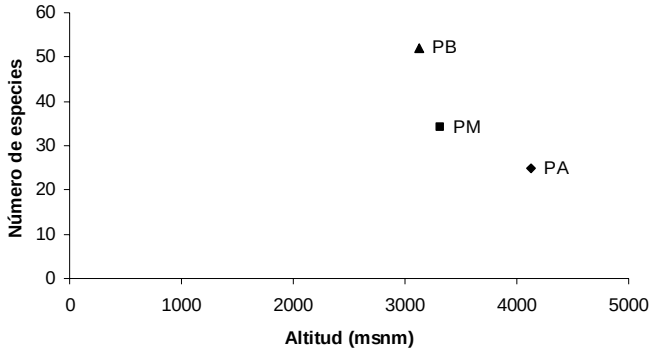


Figura 9. Relación entre el número de especies de aves con el nivel altitudinal de de las tres zonas de muestreo [Punto Alto (4130 m), Punto Medio (3315m) y Punto Bajo (3130 m)] en la subcuenca del Río Jatun Mayu.

Dos aves juveniles fueron registradas a través de la captura con redes. Un juvenil pertenecía a la especie *Ochthoeca leucophrys* y el otro a *Carduelis magellanica*. Por el estadío inicial de la etapa juvenil (según se verificó en la captura) ambas especies se habrían reproducido en la zona del Punto Medio durante la época lluviosa.

Los datos morfométricos registrados para las especies capturadas, al menos para las especies sobre las que disponemos de datos de otras zonas siguieron el patrón morfométrico de sus especies. Los individuos capturados (*Anairetes parulus* y *Ochtoeca leucophrys*) presentaron medidas dentro del rango de otros individuos de la misma especie registrados en la localidad de Sacha Loma (Provincia Mizque) (Fig. 10 y Fig. 11).

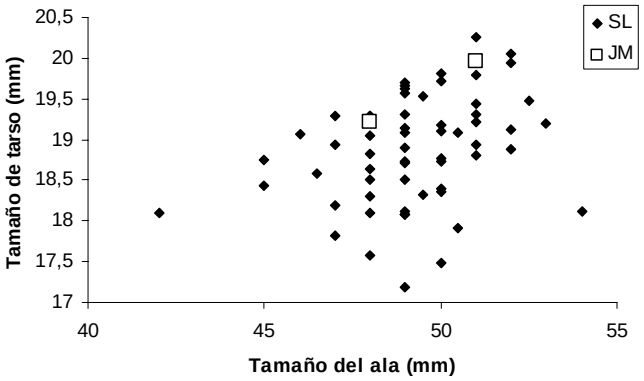


Figura 10. Relación entre el tamaño del ala y el tamaño del tarso de individuos de la especie *Anairetes parulus.* Se comparan datos existentes de la localidad de Sacha Loma (Provincia Mizque) (SL) con los datos registrados de aves capturadas en la zona del Punto Medio de la subcuenca del Río Jatun Mayu (JM).

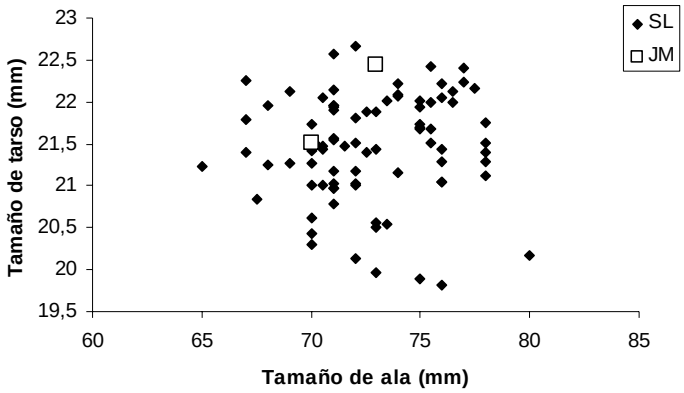


Figura 11. Relación entre el tamaño del ala y el tamaño del tarso de individuos de la especie *Ochthoeca leucophrys.* Se comparan datos existentes de la localidad de Sacha Loma (Provincia Mizque) (SL) con los datos registrados de aves capturadas en la zona del Punto Medio de la subcuenca del Río Jatun Mayu (JM).

4. Discusión

La diversidad de aves en la Subcuenca del Río Jatun Mayu, presentó un valor levemente bajo para una zona que está en un rango altitudinal desde 3130 hasta 4130 msnm. Este amplio rango altitudinal de 1000 m., que engloba una gran variación en la vegetación y la productividad de los ecosistemas, debería reflejar un valor más alto de diversidad de aves. Balderrama & Ramirez (2001) determinaron un valor del índice de S-W de 1.55, para el Parque Tunari (Cochabamba), una zona no muy distante en términos de las distancias dentro del Departamento de Cochabamba (Tabla 3). Sin embargo, el valor determinado por estos autores indica una comunidad de aves muy diversa, más aún considerando que el rango altitudinal del muestreo fue de 550 m, con un límite superior de 3900 m. Por su parte, Rocha 2006, aunque no presenta el rango altitudinal de su zona de muestreo en el Parque Tunari, establece un valor de diversidad de 1.4, levemente menor que Balderrama & Ramirez (2001), y que el encontrado para la subcuenca del Río Jatun Mayu. En este sentido la diversidad de aves en la subcuenca del Río Jatun Mayu parece estar por debajo del rango adecuado, pero comparaciones más interesantes con zonas de vegetación más pristina y rangos altitudinales similares en zonas cercanas serían muy interesantes, aunque en el momento no existen estos estudios en Bolivia.

Tabla 3. Comparación de riqueza específica de especies y el índice de Shannon – Wienner entre la subcuenca del Río Jatun Mayu y los sitios más cercanos posibles de los cuales existen los mismo datos, como del Parque Tunari (17º 20' S y 66º 08' W) (Balderrama & Ramirez 2001; y Rocha 2006).

Diversidad de aves	C. R. Jatun. Mayu 3130 – 4130 m (Cahill et al. 2008)	Parque Tunari 3350 – 3900 m (Balderrama & Ramirez 2001)	Parque Tunari (Rocha 2006)
Riqueza específica	66	50	45
Shanon – Weinner	1.524	1.55	1.4

Sin embargo, es importante destacar que tanto la subcuenca del Río Jatun Mayu, como el Parque Tunari, ambos en el Departamento de Cochabamba, conllevan un deterioro de los hábitats para algunas especies de aves que originalmente formaban sus comunidades en esas zonas hace muchos años.

La presión antrópica con diferentes actividades ha llevado a un cambio en las comunidades de aves, particularmente propiciando el incremento de aves generalistas y oportunistas (ej. *Zoonotricha capensis*, 56 individuos) y condicionando un stress ambiental a las especies endémicas o con distribución geográfica restringida (ej. *Asthenes heterura*, 4 individuos).

La verificación de este stress ambiental ocasionado muy probablemente por acciones antrópicas, sin embargo, no puede medirse mediante una evaluación general de la diversidad. Para este efecto estudios específicos sobre estas especies y su capacidad de sobrevivencia, éxito reproductivo y posibilidades de movimiento entre sitios que ofrecen recursos alimenticios de manera temporal, serían muy necesarios, aunque requieren de mayor tiempo y esfuerzo. Sin embargo la conservación de las especies biológicas demanda estas acciones, dejando los diagnósticos de diversidad como solo el inicio del conocimiento de las comunidades biológicas (Morin 2005).

De acuerdo a la premisa anteriormente expuesta, la Cuenca del Río Jatun Mayu se destacaría en términos de su diversidad de aves, principalmente por la presencia de especies de distribución geográfica restringida y especies endémicas a regiones particulares. Tales especies fueron las aves endémicas, a los Andes Centrales sin algún grado de amenaza a su sobrevivencia (*Metriopelia ceciliae, Colaptes rupícola, Upucerthia andaecola, Phacellodomus striaticeps, Ochthoeca oenathoides, Diglossa carbonaria y Sicalis luteocephala*). Estas son importantes para la conservación, vale decir que están en categoría prioritaria para su monitoreo y estado en cado uno de los países donde se las ha registrado (Stotz et al. 1996).

De mayor preocupación y con una importante necesidad de monitoreo estarían las especies endémicas a regiones particulares de Bolivia, como las endémicas a los Altos Andes y Yungas Altos. Sin embargo, las especies que no solo requieren de un monitoreo continuo, sino de acciones para su conservación son *Asthenes heterura*, *Saltator rufiventris* y sobre todo *Poospiza garleppi*.

Las tres especies se encuentran casi amenazadas y en peligro de extinción por la pérdida y degradación de su hábitat principalmente. Esta situación se ha dado por la expansión de la agricultura, el incremento en la ganadería, la tala de bosques nativos (IUCN, lista roja de especies 2007) y la introducción de especies exóticas (Balderrama 2006).

En diferentes grados, estas tres especies necesitan a *Polylepis*, *Alnus* y otras especies de plantas nativas en su hábitat para su sobreviviencia, la pérdida de estos elementos deteriora sus hábitats y por ende compromete su sobrevivencia. Por este motivo sus distribuciones geográficas y sus tamaños poblacionales se han reducido en el tiempo reciente (Anexos 2, 3 y 4).

Considerando el rango altitudinal de la Cuencia del Río Jatun Mayu, es evidente que la diversidad de aves responde al gradiente altitudinal (Fig. 9). Estos resultados coinciden con un patrón más global y para un rango altitudinal más amplio de la diversidad de aves en Bolivia (Parque Carrasco) encontrado por Herzog et al. (2005). Estos autores determinaron que la diversidad de aves es mayor hasta un nivel altitudinal de 1000m, luego la diversidad declina entre los 1250 – 1750m, luego un valor constante hasta llegar a los 3250, y a mayores niveles altitudinales la diversidad recaería aún más.

En conclusión a mayor rango altitudinal por encima de los 2500m, la diversidad de aves decrece. Así también los índices de Shanon – Wienner y de Sorensen respaldan diferencias entre las tres zonas (Punto Alto, Punto Medio y Punto Bajo). Sin embargo, las zonas del Punto Bajo y el Punto Medio son muy similares, por lo que sería más apropiado considerar solo dos zonas con dos estructuras de comunidades de aves diferentes. Estas serían, una sola zona que englobaría a las zonas de los puntos Bajo y Medio y la otra, la zona del Punto Alto.

La composición de especies en general, y de especies exclusivas también reflejan esta diferencia en las dos comunidades de aves. Los recursos acuáticos conforman un elemento adicional en el Punto Alto, por lo que una parte de la composición de la comunidad de aves en esta zona comprenden especies acuáticas, incluso una muy abundante como *Oxyura jamacensis*

En el sentido de la importancia de las zonas, la zona Baja – Media sería la de mayor prioridad en cuanto a la conservación de la diversidad de aves. Aún cuando la diversidad es mayor en esta zona, la importancia se da por la presencia de las especies endémicas y amenazadas antes mencionadas.

Los siguientes pasos para considerar la sobrevivencia de estas especies comprenden acciones en relación al hábitat para las mismas. Los bosques de *Polylepis* y la vegetación nativa de esta región andina deberían incrementarse en el paisaje.

De esta manera se lograría un mayor equilibrio entre los cultivos y el hábitat natural de la zona. El incremento de parches y o pequeños corredores de *Polylepis* y arbustedas de plantas nativas, permitirían el soporte de una comunidad de aves más equitativa, con mayor presencia de aves endémicas (las cuales en la actualidad tienen tamaño poblacional reducido), sin cambiar la diversidad total.

Indicadores indirectos como la presencia de dos aves juveniles de *Carduelis magellanica* y *Ochthoeca leucophrys* muestran que la Cuenca del Río Jatun Mayu es un lugar de reproducción de al menos algunas especies. Esta situación impone una mayor importancia al hábitat y su calidad, ya que ambas especies requieren de árboles de *Polylepis* para la construcción de sus nidos. Aun cuando no se ha verificado la reproducción de las otras especies en la zona de los puntos Bajo y Medio, la restauración del paisaje con mayores elementos de vegetación nativa podría ser de beneficio general a una gran parte de las especies, particularmente para garantizar el éxito reproductivo.

Otros indicadores indirectos de las condiciones de los individuos que habitan en la Cuenca del Río Jatun Mayu son las relaciones morfométricas entre alas y tarsos de algunos individuos capturados. La comparación de estos datos con datos existentes para las mismas especies evaluadas en otras zonas (Proyecto Fragmentación de *Polylepis* en Sacha Loma, CBG – UMSS) muestran que los individuos capturados de las especies *Anairetes parulus* y *Ochthoeca leucophrys* están dentro del rango “normal”. Esto, aunque de manera reducida muestra que no hay escasez de recursos, sin embargo sería interesante realizar la misma evaluación durante la época seca, cuando los recursos para la fauna se reducen.

5. Conclusiones

Aparentemente la diversidad de aves en la Cuenca del Río Jatun Mayu presenta un valor levemente bajo para una zona con un rango altitudinal de 1000 m. (3130-4130 msnm). Mientras que la diversidad de aves en relación al incremento de la altitud sigue el patrón general de disminución a medida que aumenta el nivel altitudinal. Por este motivo, la diversidad de aves es menor en el Punto Alto en relación a los otros puntos, los cuales son también muy similares en sus valores de diversidad debido a su corta distancia altitudinal (alrededor de 200 m).

Por lo anterior, básicamente en la Cuenca del Río Jatun Mayu, existen dos zonas diferenciadas en cuanto a su diversidad de aves, la del Punto Alto y la de los puntos Medio y Bajo. Adicionalmente la presencia de cuerpos de agua en el Punto Alto, con una buena cantidad de recursos llevan a una dominancia por la especie *O. jamaicensis* en contraste con una baja diversidad de otras aves.

El diagnóstico del ensamble de especies de aves, muestra un recambio histórico hacia el incremento de especies generalistas y su densidad poblacional en relación a especies de distribución geográfica restringida o endémicas. Es probable que el factor externo que propicia el recambio de la comunidad de aves, sea el antrópico negativo.

Pese a lo anteriormente expuesto, en la Cuenca del Río Jatun Mayu existen especies de alta prioridad para la conservación, como aquellas endémicas a los Andes Centrales, endémicas a las regiones de los Altos Andes y Yungas Altos en Bolivia. Sin embargo, las especies de mayor prioridad para acciones de conservación inmediatas serían *Asthenes heterura*, *Saltator rufiventris* y sobre todo *Poospiza garleppi*, concentradas las tres en la zona del Punto Bajo. Por lo que la zona prioritaria para acciones de conservación sería la de los puntos Bajo y Medio.

La presencia de aves juveniles indican que la Cuenca del Río Jatun Mayu, concretamente la zona del Punto Bajo, es utilizada por las aves, no solamente para la provisión de recursos para su sobrevivencia, sino también como sitio para la reproducción, lo cual nuevamente impone una mayor importancia al mejoramiento de la calidad del hábitat y las características de la vegetación en esta zona.

IX. ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD DE LA MASTOFAUNA EN LA SUBCUENCA RÍO JATUN MAYU

Por. Juan Carlos Huranca, Igor Maradiegue, Alejandra Torrez, Marisol Hidalgo

1. INTRODUCCION

Los valles secos interandinos bolivianos cuentan con características ambientales particulares que favorecen al desarrollo de una gran variedad de mamíferos. Estos valles son considerados de alto potencial para la agricultura, razón por la cual estas áreas son densamente pobladas por humanos. Estudios realizados anteriormente con fines de evaluación de riqueza de mamíferos en los valles secos registraron la presencia de las siguientes especies: *Akodon boliviensis, Akodon subfuscus, Bolomys lactens, Thyllamys sp., Phyllotis osilae, Rattus rattus* y *Mus musculus* (Salazar com. pers.).

La práctica de sustitución de los bosques nativos de *Polylepis* es evidente en la subcuenca del río Jatun Mayu, donde además numerosas plantaciones de pinos (principalmente *Pinus radiata*) han sido plantadas a menudo directamente dentro de los bosques de *Polylepis*, reemplazando la vegetación nativa, impactando negativamente sobre la avifauna local (Balderrrama & Ramirez, 2001).

Las plantaciones de *Eucalyptus* y *Pinus* no mantienen el mismo nivel de biodiversidad que bosques de *Polylepis* y bosques mixtos de especies nativas (Fjeldsa & Kessler, 2004). Estudios realizados con vertebrados demostraron que la estructura de la comunidad, riqueza de especies, densidad de individuos y abundancia de especies de rangos de distribución restringidos, varían significativamente entre plantaciones de árboles exóticos en relación a hábitats de bosques naturales (Hjarsen, 1997).

En Bolivia se han registrado 356 especies de mamíferos nativos, agrupados en 179 géneros, 46 familias y 10 órdenes (Salazar-Bravo *et al*., 2003). Los órdenes mejor representados son Rodentia (35%) y Chiroptera (33%), seguidos en orden decreciente por Carnívora, Didelphimorphia, Primates, Xenarthra, Artiodactyla, Cetacea, Perissodactyla y Lagomorpha. La diversidad de mamíferos de Bolivia ocupa el décimo lugar a nivel mundial y el cuarto a nivel de Sudamérica. La mayoría de los investigadores que han trabajado con fauna en el país, consideran que su notable biodiversidad se debe a que en el país se unen varias unidades ecológicas (Ceballos & Simonetti, 2002).

En cuanto a mastofauna en general se refiere, pese a la gran diversidad de ecosistemas en Bolivia, los Valles Secos y la Puna no cuenta con muchos estudios realizados en cuanto a términos de investigación, dentro de estos pocos estudios, se pueden destacar el de Tarifa & Yensen (2001) y Lacaze (2006), que cuenta con una lista de 12 mamíferos pequeños no voladores documentados para los bosques de *Polylepis* de Bolivia (Cochabamba, Chuquisaca, La Paz, Oruro, Potosí y Tarija) y áreas adyacentes en las que se encuentran: *Thylamys pallidior* (marsupial), *Akodon boliviensis, A. fumeus, A. lutescens, A. subfuscus, Andinomys edax, Chroeomys jelskii, Oligoryzomys sp.* B[a] (aún no descrita dentro del grupo) *Oligoryzomys flavescens*, *Oxymycterus paramensis, Phyllotis osilae* y *P. xanthopygus* (roedores múridos).

Los trabajos de investigación que generen información acerca de la abundancia, composición, distribución, y otros aspectos ecológicos de estos grupos de vertebrados en Bolivia particularmente en estas zonas, es muy importante, ya que sus bosques y pastizales nativos sufren una constante amenaza a causa del pastoreo y la frontera agrícola a través de quemas no controladas.

Por lo mencionado arriba el presente diagnóstico muestra un análisis sobre la diversidad de especies de micromamíferos y mamíferos grandes y medianos (carnívoros), acompañado por un diagnóstico del estado actual y conservación de la mastofauna del lugar. Los mamíferos pequeños o micromamíferos, son aquellos mamíferos no voladores, que generalmente tienen un peso menor a un kilogramo (1000 g) cuando es adulto, entonces este término esta restringido generalmente a roedores y marsupiales.

El análisis y la evaluación del estado actual, tiene por objeto identificar posibles zonas de intervención o análisis a partir de un relevamiento de las zonas con riesgo de degradación.

Aunque hasta ahora no se ha medido la magnitud de los cambios en el paisaje, la diversidad de mamíferos y la abundancia de especies de distribución restringida, y/o endémicas nos indicaran del cambio en los procesos ecológicos a causa de la presión antrópica.

2. METODOLOGIA

Para una mejor obtención de la información de la mastofauna en la zona de estudio, el trabajo se divido en dos grupos:

El grupo de los micromamíferos (roedores) y el grupo de los carnívoros (mamíferos medianos y grandes). Los roedores se realizara mediante captura de especimenes y a los carnívoros se los estudiara mediante búsqueda huellas y de indicios.

2.1. Análisis de Colecciones y Revisión Bibliográfica

Se revisaron los especimenes de la Colección del Centro de Biodiversidad, lo que permitió enriquecer la información sobre la mastofauna real y potencial del área de estudio y las zonas de influencia. También se realizo una revisión de toda la información existente para el área, y localidades cercanas a la zona.

2.2. Recopilación de datos de campo

- **MICROMAMÍFEROS**

Para la estimación de la diversidad (riqueza y abundancia) se muestrearon pequeños mamíferos utilizando grillas de trampeo (Wilson *et al*., 1996; Vargas, 2001), para esto se utilizó las trampas Sherman para captura viva (Figura 1), combinando dos tamaños dos tamaños de trampas.

Figura 1. Trampa Sherman de captura viva.

Para cada tipo de hábitat se instalo una grilla con 25 trampas cada una, las cuales estuvieron activas durante cuatro noches consecutivas (Figura 2). Se hizo un esfuerzo total de 300 trampas/noche por localidad, y en total 12.000 trampas/noche como esfuerzo total durante el estudio. La distancia entre trampas fue de aproximadamente 5 m., dispuestas de forma equidistante entre trampas (Wilson *et al*., 1996; Vargas, 2001).

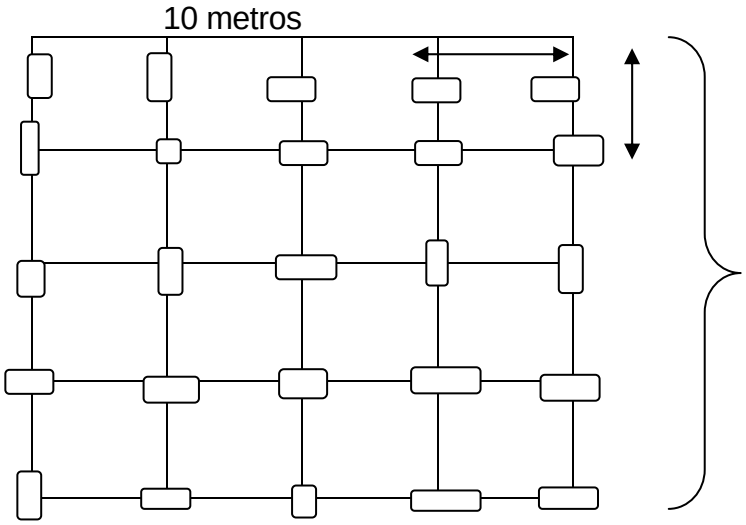


Figura 2. Disposición de las trampas en las grillas de muestreo.

a) Tipo de hábitat seleccionado

La instalación de las trampas Shermman se realizo en seis tipos de hábitat, la selección de los hábitats fue los encontrados en el estudio y considerados más importantes y representativos de la subcuenca, siendo estos:
Bosque de pino, Pajonal puro, Pajonal y Pino, cerca del rió en eucalipto, cerca de rió en pajonal y Bosques o fragmentos de *Polylepis* con arbustos espinosos.

b) Preparación de cebo, cebado y recebado de las trampas

Para la atracción de pequeños mamíferos a las trampas, se utilizó un cebo mixto compuesto por avena, esencia de vainilla, viandada, mantequilla de maní, atún y uvas pasa (Tarifa & Yensen, 2001; Vargas, 2001).

La revisión de trampas se realizó cada 24 horas, dándose inicio entre las 08:30 a 09:30 a.m. aproximadamente debido a que pudiesen haber capturas hasta las primeras horas de la mañana.

El recebado se efectuó cada 48 horas ó de acuerdo a condiciones climáticas pudiendo ser en este caso de cada 24 horas en aquellas trampas.

c) Captura, marcaje, medición y sexado de individuos

De todos los individuos capturados se tomaron las siguientes medidas somáticas externas en mm. (Fig. 3): Largo de cola (LC), largo de la pata trasera derecha (LP), largo de oreja derecha (LO) y largo total (LT) utilizando reglas metálicas de precisión (X ± 1 mm). y calibradores (X ± 0.5 mm). Se tomó el peso utilizando básculas de resorte marca Pesola de 60, 100 (Wilson *et al*., 1996).

Figura 3. Toma de datos y mediciones de un individuo de *Phyllotis osilae*. Localidad Cruzani. Fotografía: E. Igor Maradiegue, 2008.

Los individuos capturados fueron marcados colocándoles en la oreja aretes de aluminio numerados (eartags) para poder diferenciarlos entre sí, en caso de ser recapturados.

d) Colección e identificación de especimenes

Los individuos capturados fueron identificados de acuerdo a características externas visibles. Aquellos que eran nuevos registros para el lugar o se dudaba de su identificación, fueron colectados, taxidermiados utilizando metodologías estandarizadas (Wilson *et al*., 1996), para su posterior identificación se utilizaron características dentarias, craneales y morfológicas, con claves de identificación especializadas (Anderson, 1993; 1997).

También se compararon estas muestras con especímenes de colecciones como las del: Centro de Biodiversidad y Genética (Cochabamba), Colección Boliviana de Fauna (La Paz) y Museo Nacional de Historia Natural Noel Kempff Mercado (Santa Cruz). Las muestras se encuentran depositadas en la colección de referencia del Centro de Biodiversidad y Genética de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba.

2.3. Abundancia Relativa

La abundancia relativa se determino mediante las categorías de: especies raras, escasas, común, frecuentes y abundantes (Tarifa, & Yensen, 2001; Moya, 2003), de acuerdo al número de capturas realizadas de individuos de cada especie y lo comparamos con otros trabajos realizados en los valles y Cochabamba (Maradiegue 2006 y Lacaze 2005).

2.4. Análisis de Datos

Diversidad de Shannon – Wienner, que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado de incertidumbre en predecir a que especies pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra (Magurran 1988). Se expresa como:

$$H' = -\sum pi \log10\ pi$$

Donde:

pi= abundancia proporcional de la especie i

Se utilizó el programa EstimateS en versión 7.5, para las estimaciones del número de especies que se espera conforman el ensamble de pequeños mamíferos en los tipos de hábitats y con métodos no paramétricos para ver la optimización del muestreo realizado, los cuales variarán en sus estimaciones dependiendo del esfuerzo realizado (Krebs, 1989).

- **CARNÍVOROS**

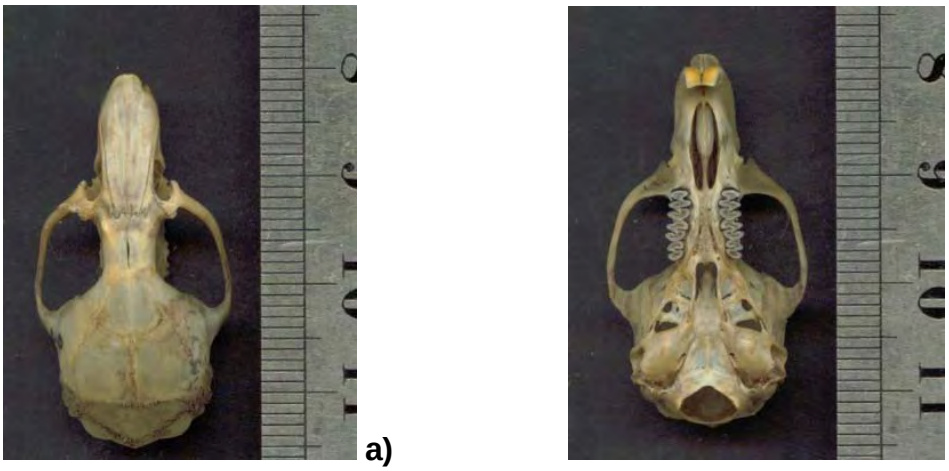
En el caso de los carnívoros es difícil poder establecer cual es la abundancia de cada especie con signos de presencia, debido a que requieren áreas muy extensas para sus rangos de hogar y no es posible establecer si los indicios perteneces a un solo individuo ó a diferentes individuos de la misma especie.

Por lo que se determino hacer simplemente ausencia y/o presencia de carnívoros, esto mediante caminatas en transectos trazados a lo largo de las sendas o caminos ya establecidos, en las tres zonas de estudio (alta, intermedia y baja). También se realizaron búsquedas de huellas y recolección de indicios de todas las especies presentes en esta zona de estudio.

3. RESULTADOS

3.1. Micromamíferos (roedores)

Para la identificación de los resultados de este grupo, se utilizaron cráneos de roedores (Fig. 4).



a) b)

Figura 4. Vista dorsal (a) y ventral (b) del cráneo de *Phillotys sp*. Fotografías: Karina Moya, 2003.

Se capturaron un total de ocho especies de roedores siendo estos: *Akodon boliviensis, Philotis oscilae, Oximicterus hucucha, Oximicterus paramensis, Bolomis lactens, Graomys domorum, Thilamys elegans y Galea musteloides*, sumando un total de 74 roedores capturados, siendo la especie mas abundante Galea musteloides seguida de Phillotis osilae (Fig.5), las especies con menor abundancia son Oximycterus paramensis y Bolomys lactens.

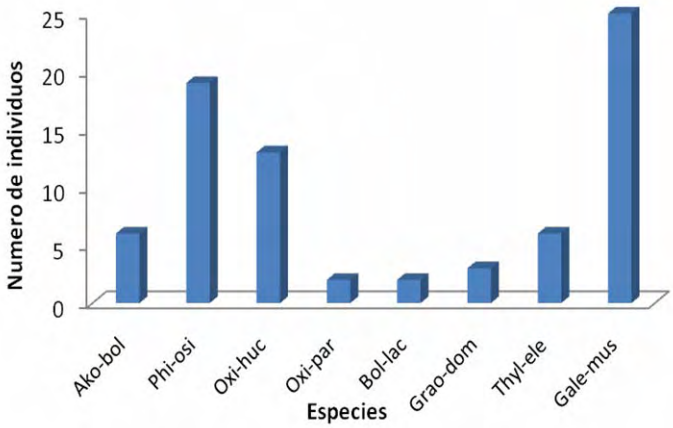


Fig.5. Se muestra el numero de individuos capturados por cada especie o abundancia relativa de los individuos.

a) Tipo de hábitat

Al hacer este análisis se puso mayor énfasis en aquellas especies selectivas o aquellas de hábitats restringidos.

Se pudo establecer que los hábitats con mayor número de especies de roedores son el pajonal con pino y cerca de rió en eucalipto (Cuadro 1), sin embargo el hábitat con mayor número de individuos y por lo tanto el mas abundante es el pajonal, seguido de pajonal con pino, el hábitat con menor número de especies es el de *Polylepis* y arbustos espinosos, el hábitat con menor número de individuos de diferentes especies es el bosque de pino puro.

Cuadro1.- Número de especies y de individuos capturadas por hábitat y la proporción de individuos por hábitat en la subcuenca río Jatun Mayu..

HABITAT	Nº ESPECIES	Nº INDIVIDUOS
Bosque de pino	3	4(8,1%)
Pajonal	3	27(35,1%)
Pajonal y pino	4	17(23,0%)
Cerca de rió en eucalipto	4	12(16,2%)
Cerca de rió en pajonal	3	7(8,1%)
Polylepis y arbustos espinosos	2	7(9,1%)
TOTAL	**8**	**74(100%)**

b) Medidas morfométricas

Existe una gran variación en las medidas morfométricas de cada una de las especies capturadas en las áreas de estudio, de la Subcuenca, en especial en las medidas de la especie *Phillotys osilae*, ya que los individuos capturados en los meses de diciembre se sobrepasan en un 15%, respecto a las medidas estándar de largo total y largo de cola.

c) Diversidad

Los resultados del índice de Shanon para los roedores, nos muestra que la zona alta presenta un índice de 0.000, la zona intermedia un índice de 0.789 y finalmente la zona baja un índice de 0.455, lo que nos muestra que la zona más diversa es la zona intermedia de la subcuenca (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diversidad de esepcies en las tres zonas de estudio

ESPECIES	**Zona Alta**	**Zona Intermedia**	**Zona Baja**
Phyllotis oscilae	X	X	X
Akodon boliviensis		X	
Oxymicterus cf. hucucha		X	
Oxymicterus paramensis		X	
Graomys domorum		X	
Thylamis elegans		X	X
Bolomys lactens		X	
Galea musteloides		X	
Numero de Especies	1	8	2

d) Abundancia relativa

Se pudo establecer que la especie mas abundante en la subcuenca de Toralapa es *Galea musteloides* (Q'itakowy) seguido por *Phillotys osilae*, y el resto de las especies se encuentran en abundancias menores.

La abundancia relativa de acuerdo al número de capturas realizadas de individuos de cada especie, se puede observar en el Cuadro 3, en el cual se puede ver que las especies más frecuentes son *Akodon boliviensis* y *Thylamys elegans*, y las especies raras esta compuesta por *Oximycterus hucucha, Bolomis lactens* y *Graomys domorum*.

Cuadro 3. Abundancia relativa de especies encontradas, comparadas con trabajos en Valles de Cochabamba

ESPECIES	AREAS DONDE SE REALIZO OTRAS INVESTIGACIONES		
	Subcuenca río Jatun Mayu	PN Tunari	Valles Bajos
Akodon boliviensis	Frecuente	Frecuente	Rara
Phillotis osilae	Común	Común	Común
Oximycterus hucucha	Rara	ND	ND
Oximycterus paramensis	Común	Común	Común
Bolomis lactens	Rara	Común	Rara
Graomys domorum	Rara	Rara	Frecuente
Thylamys elegans	Frecuente	Frecuente	Común
Galea musteloides	Común	ND	ND

Comparando con otros trabajos realizados en los Valles, se puede ver que la abundancia relativa es casi similar entre el Parque Tunari y la zona estudiada y menos comparable con las especies encontradas en los valles. De manera general en las tres áreas que se están comparando, las especies comunes son las mismas.

e) Nuevos registros

No se realizaron nuevos registros de especies de roedores para esta zona de estudio, pero si de nuevos registros de la distribución de especies, como es el caso de *Oximycterus hucucha* (fig. 6), que es una especie característica de las zonas de valles húmedos y yungas de Cochabamba. De la misma forma se pudo establecer la presencia de *Thilamys elegans* (fig.7), una especie característica de los bosques mixtos entre especies forestales exóticas y nativas.

Fig. 6. Nuevo registro de distribución, *Oximicterus hucucha*

Fig. 7 Especie característica de bosque mixtos (pino-eucalipto), *Thilamys elegans.*

3.2. Carnívoros

Lãs espécies de carnívoros presentes en esta investigación como uno de los mas importantes dentro de los mamíferos son: *reailurus jacobita* (gato andino), *Oncifelis colocolo* (oskollo), *Puma concolor* (puma o leon), *Pseudalopex culpaeus* (zorro andino o Atoj), *Galictis cuja* (huron), y *Conepatus chinga* (zorrino) (Fig.8).

Figura 8. Tipo de indicios registrados de carnívoros el primero corresponde a la huella de un zorro y el segundo a restos fecales de un gato andino. Créditos fotografías, Juan Huaranca

El área donde se presenta la mayor riqueza de especies es la zona alta de la cuenca donde los carnívoros como el gato andino y puma son muy poco conocidos y muy temidos por los habitantes locales (Cuadro 4), en las zonas media y baja la riqueza y abundancia de carnívoros es casi similar.

Cuadro 4. Presencia o ausencia de las especies de carnívoros en las tres áreas de la subcuenca del río Jatun Mayu (zona alta, Intermedia y Baja)

CARNIVOROS	ZONA ALTA	ZONA INTERMEDIA	ZONA BAJA
Oreilurus jacobita *	X		
Oncifelis colocolo *	X	X	X
Puma concolor *	X		
Conepatus chinga	X	X	X
Galictis cuja		X	X
Pseudalopex culpaeus	X	X	X
NÚmero de especies	5	4	4

***Especies potenciales para la zona**

a) Búsqueda de indicios

El método de búsqueda de indicios nos permitió encontrar la mayor cantidad de indicios de carnívoros, sobre todo de aquellas especies difíciles de observar como el puma y gato andino, así como de otras como los zorros que se los pudo observar en las tres zonas de estudio (Cuadro 5).

Cuadro 5. Signo presencia por el cual fueron registradas las especies de carnívoros en esta investigación.

	LOCALIDADES		
CARNIVOROS	**ZONA ALTA**	**INTERMEDIA**	**ZONA BAJA**
Oreilurus jacobita	Heces		
Oncifelis colocolo	Heces	Huellas	Observación
Puma concolor	Huellas		
Conepatus chinga	Olor	Huellas	Observación
Galictis cuja	Huellas	Huellas	Huellas
Pseudalopex culpaeus	Observación	Observación	Observación

b) Identificación de zonas de alta diversidad

En la zona alta de la subcuenca se encuentra una mayor diversidad de carnívoros con relación a las zonas central y baja, las cuales presentan especies características de los valles de Cochabamba como son los hurones y gato de los pajonales el resto de las especies de estos hábitats son similares a los de la zona alta como puma, gato andino, zorrino y zorro andino.

.

Los datos más importantes para los carnívoros es la presencia del gato andino y el puma. El primero es una especie especialista de los hábitats alto andinos y se encuentra como una especie prioritaria para la conservación según la UICN. El puma, es una especie amenazada debido a la alta presión sobre sus poblaciones causadas principalmente por la persecución que realizan los campesinos debido a que lo consideran un depredador de sus animales domésticos, estas dos especies se encuentran únicamente en las zonas altas de la cuenca.

4. DISCUSIÓN

4.1. Micromamiferos

La lista de especies de micromamiferos encontrados en la Subcuenca del río Jatun Mayu cuenta con una variedad de especies con características ecológicas variadas, entre estas podemos nombrar a *Graomys domorum* y *Bolomys lactens*, consideradas especies indicadoras de la calidad ambiental y especialistas de bosques nativos, estas dos especies de roedores se caracterizan por ser de hábitos alimenticios muy específicos, lo que les permite establecerse sobre todo en hábitats nativos donde los recursos pueden ser muy variados, nosotros encontramos a estas especies en bosques de *Polylepis* y arbustales nativos en la zona intermedia y la zona baja.

En la zona alta solo se capturo una especie de roedor (*Phillotis sp*.), esto no significa que sea la única especie presente en estos habitats ya que se realizaron observaciones de una gran cantidad de otros roedores de diferentes tamaños y con características del color de pelo muy variado, por bibliografía (Huaranca et al., 2007), se conoce que en estos hábitats se encuentra una variedad de especies, entre cuatro a seis especies de roedores andinos como *Oxymicterus paramensis, Calomys callosus, Akodon albiventer* y *Neotomys ebriosus, Andinomis sp. y Bolomys lactens.*

Los resultados obtenidos de una sola captura en la zona se puede deber a un error de trampeo ocasionado por factores climáticos que no permitieron la captura de estas especies. Pero se resalta la presencia de otras especies que no fueron reportadas en investigaciones desarrolladas en hábitats similares del departamento de Cochabamba, como *Oxymicterus hucucha,* y se cuantifico la abundancia de *Galea musteloides*, especie considerada común en muchas áreas pero que no se tenían datos aproximados sobre su abundancia relativa, siendo esta ultima de amplia distribución pero muy difícil de cuantificar, nosotros realizamos un conteo de los avistamientos de individuos sin poder determinar si estos podían ser contados mas de una vez.

Se debe resaltar también que no se encontró en las zonas de estudio especies introducidas como ratas y ratones (R*atus ratus* y *Mus musculus* respectivamente), en especial cerca de las zonas de cultivo con presencia de plantas exóticas las cuales albergan poblaciones peligrosas para la salud humana (Maradiegue 2007).

4.2. Carnivoros

En el caso de los carnívoros es importante hacer notar que el área de la subcuenca sirve de refugio de la mayor parte de los carnívoros, en especial de los felinos los cuales debido al estado de amenaza en el que se encuentran corren peligro de extinguirse de forma local. Los carnívoros juegan un rol importante en

los ecosistemas en los que habitan puesto que se convierten en controladores biológicos de una serie de plagas como los roedores, no solo silvestres o nativos sino también del gran peligro que significa la presencia de roedores introducidos o ratones domésticos, pues se ha demostrado que son los principales transmisores de enfermedades como la rabia, paludismo y la peste.

5. AMENAZAS Y CONSERVACION

En un análisis del estado de conservación de las especies de mamíferos presentes en la subcuenca del río Jatun Mayu se puedo observar los siguientes datos:

a) No se tiene una lista detallada del estado de conservación de los roedores, por lo que a nivel internacional todas las especies están consideradas como especies de prioridad para su investigación es por esto que no se puede establecer cual es el grado de amenaza de cada una de las especies capturadas en la subcuenca del río Jatun Mayu.

b) Se considera que la composición de especies de roedores y marsupiales es diversa a lo largo de la Subcuenca en especial en la zona intermedia y baja, por lo que se debe de hacer énfasis en la protección de las áreas silvestres aledañas a la subcuenca del río Jatun Mayu, tales como laderas de ríos y cárcavas en especial zonas donde se puede observar relictos o fragmentos de bosques nativos de Kewiña y Kiswara, ya que estas albergan la mayor diversidad de roedores que cumplen diferentes funciones ecológicas en el ecosistema como dispersoras de semillas, eliminación de algunas plagas en especial de tubérculos como los gusanos de la papa.

c) En el caso de los carnívoros, solo se tomo en cuenta el grado de amenaza de cada especie según la Comisión Internacional para el Comercialización y Trafico de especies Amenazadas (CITES) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). Cuatro de las seis especies registradas se encuentran dentro de alguno de los apéndices de CITES y según la IUCN todas las especies registradas se encuentran en algún grado de amenaza (Cuadro 6).

d) De las especies que se encuentran distribuidas en la zona de estudio, el gato andino es el que se encuentra en peligro de extinción siendo la mas amenazada, por lo que se debe de poner esfuerzos para la conservación de esta especie y de esta forma también realizar una conservación sostenible del ecosistema que lo rodea.

Cuadro 6. Amenaza de carnívoros según UICN (2006) y CITES

	AMENAZAS	
CARNIVOROS	**UICN 2006**	**CITES**
Oreilurus jacobita	En Peligro	Apéndice I
Oncifelis colocolo	Amenazado	Apéndice II
Puma concolor	Amenazado	Apéndice I
Conepatus chinga	DD	DD
Galictis cuja	DD	DD
Pseudalopex culpaeus	Vulnerable	Apéndice II

e) La zona alta presenta un buen estado de conservación para el grupo de carnívoros, puesto que aun se puede observar la presencia de especies que se encuentran restringidas a ese ecosistema como el gato andino y el puma. La zona intermedia y baja se han convertido en zonas específicas como un refugio para la fauna de carnívoros, puesto que en ella se observo un número importante de especies como el gato de los pajonales (también llamado oskollo, nombre nativo del lugar) y el hurón.

6. CONCLUSIONES

En general la comunidad de roedores en la subcuenca se encuentra en buen estado de conservación y diversificadas si consideramos que la abundancia de cada una de las especies es relativamente similar; lo que hace suponer que no existen especies que se puedan convertir en un problema para los agricultores.

A excepción de *Phillotys sp* y *Galea musteloides* (K`itacoy) que son las especies abundantes, las otras especies tienen abundancias moderadas y la única menos abundante es *Oxymicterus paramensis*,

Los hábitats nativos en áreas cercanas a los cuerpos de agua (laderas y bosques nativos), se convierten en refugio de las poblaciones de roedores, el más utilizado por ellos son los pastizales, por lo que se sugiere que se puedan dejar zonas relativamente amplias que puedan servir de corredores.

Los carnívoros a lo largo de la subcuenca se encuentran fuertemente presionados por efectos de la cacería directa o de sus presas, lo que pone en riesgo la sobrevivencia de varias especies registradas en esta área de estudio en el tiempo.

La zona intermedia y baja de la subcuenca se ha convertido en un refugio de especies como el gato de las pampas, el zorrino y el hurón, especies fuertemente presionadas por efectos de la cacería y la expansión de la frontera agrícola.

X. ESTADO DE LA BIODIVERSIDAD EN LA SUBCUENCA RIO JATUN MAYU

Los resultados obtenidos nos indican que a pesar de las fuertes alteraciones que han sufrido los ambientes altoandinos debido a la expansión de la frontera agrícola y a la presencia de plantaciones forestales exóticas, en las zonas remanentes de vegetación nativa y de cultivos se pudo encontrar un número importante de especies de flora y fauna. El grupo en el que mejor resultados se pudo obtener es en las aves por sus características de ser muy activas, fácilmente observables e identificables.

Básicamente en la Subcuenca del Río Jatun Mayu, existen dos zonas diferenciadas en cuanto a su diversidad y composición tanto de flora como de fauna: la zona Alta, con su presencia de cuerpos de agua y con una buena cantidad de recursos que llevan a una dominancia para algunas especies de aves (p.e. *O. jamaicensis)* y las zonas Intermedia y Baja, con otras especies mas relacionadas al tipo de vegetación encontradas en este sector.

La presencia de remanentes de bosque andino en las quebradas y laderas de la subcuenca nos permitió encontrar varias especies de ratones propios de estos lugares, cuyo último refugio constituyen estos pequeños remanentes.

En este estudio fue posible detectar especies endémicas para la subcuenca y para el país y también especies que constituyen nuevos registros de varias especies para la zona. Un caso claro que nos indica la importancia de la conservación de los remanentes de vegetación nativa es el caso del *Polylepis*, ubicado a partir de los 3 500 msnms en donde se registro la presencia de varias especies endémicas y otras con algún nivel de amenaza a su sobrevivencia.

Los anfibios de la zona son quizás el grupo menos diverso, pero esto es casi un patrón a estas altitudes y estos ecosistemas. Lo que llama la atención sin embargo es la escasa abundancia de los mismos, principalmente las especies que antes eran abundantes en estos ecosistemas como *Rhinella spinulosa*, *Hipsyboas alboniger* y *Telmatobius* sp. Se han propuesto varias explicaciones para estas disminuciones de las poblaciones de anfibios, no solo en Bolivia si no en otros países alrededor del mundo; las que incluyen: alteración del hábitat, contaminación de aguas, enfermedades emergentes y cambio climático, entre otras. Consideramos que uno o varios de estos factores pueden estar influyendo en la zona pero se debería monitorear estos para tener una real aproximación de lo que esta ocurriendo.

La presencia de muchas especies de aves permite tener una gran cantidad de pájaros, anfibios y algunos roedores, que se alimentan de insectos que pueden ser nocivos para los cultivos de las comunidades del sector. Además en los remanentes de vegetación viven insectos que permiten que ocurra la polinización de las plantas que son cultivadas.

Un posible agente de impacto para los mamíferos en general es la ampliación de la frontera agrícola sobre todo de la zona alta, esta actividad seria muy desfavorable para los mamíferos y carnívoros en particular puesto que al incrementarse el número de especies domésticas como ganado vacuno, ovino o avícola en la zona, esto posibilita que surjan problemáticas entre los comunarios y carnívoros, lo que podría llevar a afectar el balance ecológico de la zona y posibilite la aparición de diferentes plagas como los insectos y algunas especies de roedores que al no tener un depredador natural el número de su población aumente y se convierta en plagas y se teme que esto lleve a una cacería indiscriminada contra lo felinos y zorros de la zona, ya se han observado similares situaciones y resultados en diferentes zonas del departamento de Cochabamba.

Los impactos directos que pueden tener cambios en las tecnologías agropecuarias en la zona serán muy difíciles de medir a nivel de especies o grupo de especies, pues implica un estudio profundo de cada grupo para establecer como una determinada practica puedes afectar o no la presencia de una especie. Sin embargo será notorio el efecto sobre la biodiversidad si se continúa con la expansión de la frontera agrícola, el uso de agroquímicos y la introducción de especies exóticas como el eucalipto y el pino que reducen el hábitat de las especies que aun sobreviven en los remanentes de vegetación natural que aun quedan en el sector y pueden ocasionar problemas con los organismos que dependen de los cuerpos de agua como los anfibios.

.

Un análisis mas detallado con mayor tiempo de estudio en diferentes épocas del año, nos permitirá evaluar de una manera más efectiva los resultados obtenidos que nos ayuden a incrementar el conocimiento y la dinámica de la biodiversidad en la subcuenca.

En la zona intermedia y baja se observo que la actividad agrícola es intensa y los pocos remanentes existentes de vegetación nativa en estas zonas se encuentran ubicados básicamente en las quebradas y laderas. La preservación de estos remanentes de estas zonas es de gran importancia tanto para las comunidades que se encuentran ahí, como para la conservación de la biodiversidad ya que los resultados que se obtuvieron indican que estos pequeños remanentes constituyen el ultimo refugio para muchas especies de animales, como las aves insectívoras que pueden cumplir la misma función que el control de insectos potencialmente perjudiciales.

En general los remanentes de vegetación nativa se encuentran altamente fragmentados y las amenazas que enfrentan estos habitats son cada vez mayores debido al incremento de la frontera agrícola, sin embargo a pesar de la alta fragmentación de hábitat en la zona se pudieron registrar algunas especies endémicas y obtener nuevos registros para la zona. Estos remanentes de bosques nativos albergan la mayor diversidad de roedores que cumplen diferentes funciones ecológicas en el ecosistema como dispersoras de semillas, eliminación de algunas plagas en especial de tubérculos como los gusanos de la papa.

XI. CONCLUSIONES FINALES

De manera general en la Subcuenca del Río Jatun Mayu existen especies de alta prioridad para la conservación, ya que se han encontrado varias especies interesantes catalogadas como endémicas (flora y fauna), por ejemplo en aves las especies de mayor prioridad para acciones de conservación inmediatas serían *Asthenes heterura*, *Saltator rufiventris* y sobre todo *Poospiza garleppi*, que se encuentran en la zona del Punto Bajo, por lo que la zona prioritaria para acciones de conservación sería la de los puntos Intermedio y Bajo.

Los remanentes de vegetación son importantes refugios para la biodiversidad especialmente en las zonas Intermedia y baja y son claves para la conservación de la flora y fauna de la zona, como por ejemplo el zorrino y el hurón, especies fuertemente presionadas por efectos de la cacería y la expansión de la frontera agrícola.

Otros refugios importantes especialmente para los roedores son aquellas áreas cercanas a los cuerpos de agua (laderas y bosques nativos), el más utilizado por ellos son los pastizales, por lo que se sugiere que se puedan dejar zonas relativamente amplias que puedan servir de corredores.

Las aves y las plantas son potencialmente los grupos biológicos más idóneos para ser utilizados a futuro como indicadores del estado de conservación de la diversidad de las zonas.

Respecto a los insectos la zona intermedia es la mas rica debido a la presencia de varias especies plagas (tres especies de Orthoptera, Acridinae, y coleópteros Melolonthinae (*Phyllophaga sp*.)) y especies generalistas como: Dione glycera, *Paralycaeides vapa*, *Madeleinea lea, Yramea inca inca, Vanessa annabella, Oruscatus duvas, Dichotomius lucasi* y *Apis mellifer;* que son atraídas por la presencia de los cultivos. Las especies de Lepidópteros diurnos son importantes por ser considerados bioindicadores biológicos, siendo la zona baja la más rica en especies. Las especies de escarabajos coprófagos son muy importantes especialmente en la zona intermedia.

Ell endemismo de anfibios y reptiles es interesante y el conservar áreas para estos grupos nos garantiza también la conservación de otros recursos biológicos valiosos.

La principal amenaza en el estudio de la biodiversidad de la subcuenca del río Jatun Mayu la constituye la expansión de la frontera agrícola.

XII. RECOMENDACIONES

Se debe limitar el incremento de plantaciones de pino y eucalipto en las tres zonas de estudio (alta, intermedia y baja), ya que afectan directamente a la biodiversidad de la zona.

Se recomienda establecer zonas de conservación de los remanentes y seleccionar nuevas áreas donde se podrían efectuar planes de reforestación y restauración ecológica, con especies nativas.

Es importante iniciar procesos de educación ambiental en las comunidades con territorios en los que aun existen pequeños remanentes tanto en las quebradas o laderas, para así concientizar a sus habitantes sobre la importancia de la conservación de estas áreas y su biodiversidad, en el control de insectos y la polinización, tomando en cuenta también a rol importante que cumplen los diferentes grupos en el ecosistema.

Los remanentes de vegetación presentes en las quebradas y las laderas son de gran importancia para la conservación de la biodiversidad de la subcuenca, ya que estos remanentes se constituyen en los únicos refugios para la vida silvestre de la zona

Es importante conservar la zona alta de la subcuenca río Jatun Mayu, como un área utilizado de especies con algún tipo de amenaza, no solo de carnívoros sino también de cualquier otro mamífero como el venado andino (taruca), el oso andino (jucumari) y otras especies que utilizan la zona como área de transito, puesto que la presencia del gato andino en esta zona la convierte en una zona clave a lo largo de la cordillera del Carrasco, sirviendo especialmente como zona de conectividad entre la cerrania de Juno y Pojo.

La ampliación de la frontera agrícola en la cuenca alta debe de ser bien planificada y tomando en cuenta planes de manejo y conservación de la biodiversidad, que permita el uso sostenible de los recursos en el tiempo.

Consideramos que la existencia de endemismo y particularmente de un endemismo restringido es motivo suficiente para la encarar la protección de una región.

Es necesario la implementación de un sistema de monitoreo que abarque mas sitios de estudio de la biodiversidad en la subcuenca del río Jatun Mayu con la participación de las comunidades. Los sitemas de monitoreo permitiran evaluar los impactos sobre la biodiversidad.

Se debe proteger los cuerpos de agua a través de la restricción en el uso de agroquímicos, evitar la desecación de los humedales, y planificar bien los sistemas de riego, pensando en la salud de los organismos que dependen de estos cuerpos y en la salud de las comunidades en general.

XIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguayo, R, Rey G. & O. Ruiz, 2007. Anfibios y Reptiles. *In*: Aguirre, L. F., R. Aguayo, O. Ruiz, & F. Navarro (Eds.) Guía de los mamíferos, anfibios y reptiles del Parque Nacional Tunari. Centro de Biodiversidad y Genética, UMSS, Cochabamba – Bolivia. Pp. 124.

Aguayo, R. (2000): Ecología de la comunidad de anuros en dos pisos bioclimáticos del Parque Nacional Carrasco (Cochabamba-Bolivia). Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología, Carrera de Biología

Anderson, S. 1997. Mammals of Bolivia, Taxonomy and Distribution. Bulletin of The American Museum of Natural History. New York. 231:1-652.

Andrade, C. G., 1998: Utilización de las Mariposas Como Bioindicadoras del Tipo de Hábitat y su Biodiversidad en Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (22) (84): 407-421.

Andrew R., R. Calderón, L. Crespo & R. Esprella 1999. Manejo integrado del Gorgojo de los Andes (MIP-Gorgojo). *Premnotrypes spp.* Ficha técnica N° 2-1999. Proyecto Papa Andina

Avila-Pires, T. C. S. 1995. Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata). *Zoologische Verhandelingen Leiden*, 299:1–706.

Balderrama, J. A. & M. Ramirez, 2001. Diversidad y endemismos de aves en dos fragmentos de bosque de Polylepis besseri en el Parque Nacional Tunari. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental 9:45-60.

Balderrama, J. A., 2006. Diversidad, endemismo y conservación de la ornitofauna del Parque Nacional Tunari (Cochabamba, Bolivia). Ecología en Bolivia, 41(2):149-170.

BirdLife International, 2004. Threatened birds of the world 2004. CD-ROM. Cambridge, UK: BirdLife International.

Blair, R. & A. Launer. 1997. Butterfly Diversity and Human Land Use: Species Assemblages Along an Urban Gradient. Biological Conservation 80: 113 – 125.

Borror D. & R. White. 1970. A field Guield to the Insects. Peterson field Guides, 404 p.

Borror D. & D. Delong. 1970. An Introduction to the study of Insects. Third edition. Holt Rinehart Winston, 812 p

Botello Rubén Ch., 2007, Diagnóstico socioeconómico de la Subcuenca del río Jatun Mayu. En Informes Técnicos, actividades A1, A2, A3, A5, A6. Proyecto: Manejo de Recursos Naturales en la Agricultura a pequeña escala basada en Cuencas: Áreas de laderas en la Región Andina. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia. 15-41.

Brehm, G., SüSsenbach, D. And Fiedler, K. 2003: Unique elevation diversity patterns of geometrid moths in an Andean montane rainforest. – Ecography 26: 456–466.

Brown, K. & A. Freitas, 2000. Mariposas de Bosques Atlánticos Indicadores Para la Conservación del Paisaje. Biotrópica 32 (4b): 934-956.

Brummitt, R. K. 1992. Vascular plant Families and Genera. Editorial Royal Botanic Gardens, Kew. 804 pp.

Burkart, A. 1987. Flora ilustrada de Entre Ríos, colección científica del I.N.T.A. tomo VI, III; TIPEC S.R,L, Buenos Aires, Argentina. 763 pp.

Cabrera, A. & J. Yepes. 1960. Mamíferos Sud-Americanos. Editora EDIAR S.A. Tomo II. Buenos Aires, Argentina. 160 pp.

Cabrera, A. L. y E. M. Zardini 1978. Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires. Editorial ACME S.A.C.I. Buenos Aires, Argentina. 755 pp.

Cabrera, A. L. y E. M. Zardini 1978. Flora de la provincia de Jujuy, colección científica del I.N.T.A. Editorial ACME S.A.C.I. Buenos Aires, Argentina. 755 pp.

Ceballos & Simonetti. 2002. Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales. Instituto de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 582 pp.

Correa, M. N. 1984. Flora patogénica, colección científica del INTA, parte IV b. Buenos Aires, Argentina. 309 pp.

Crespo, W.C. 1989. Influencia de la reforestación sobre la vegetación nativa del Parque Nacional Tunari (tesis de grado) Cbba. Tesis de grado presentado para obtener el diploma académico de Licenciatura en Biología. UMSS Cochabamba – Bolivia.

D¨Abrera, B. 1981: Butterflies of the Neotropical Region. Part. I. Papilionidae y Pieridae. Landsdownw Editions, East Melbourne.

De La Riva I., .J. Kohler, S. Lotters & S. Reichle. 2000. Ten years of research on Bolivian amphibians: updated checklist, distribution, taxonomic problems, literature and iconography. Rev. Esp. Herp. 14: 19-164.

Dirksen L. & I. De La Riva. 1999. The lizards and amphisbaenians of Bolivia (Reptila, Squamata): Checklist, Localities, and Bibliography. Graellsia, 55: 199-215.

Duellman, W. E. 2005. Cuzco Amazonico: Lives of amphibians and reptiles in Amazonian rainforest. Cornell University Press, New York. 433pp.

Eisenberg, J. & K. Redford. 1999. Mammals of the Neotropics. The Central Neotropics. Ecuador, Perú, Bolivia, Brazil. Vol. 3. The University of Chicago Press. Chicago, U.S.A. 609 pp.

Ereire, E. S. 1995. Flora fanerogámica. Argentina, Pro Flora CONICET.103 pp.

Ergueta, P. & Morales, C. (1996): Libro rojo de los vertebrados de Bolivia. Centro de Datos para la Conservación, La Paz. 67-72.

Emmons, L. & F. Feer. 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América Tropical: Una guía de campo. Editorial F.A.N. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 298 pp.

Feinsinger, P. 2003. El Diseño de Estudios de Campo para la Conservación de la Biodiversidad. Edit. FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 242pp.

Fernández, M., M. Mercado, S. Arrázola & E. Martínez. 2001. Estructura y composición florística de un fragmento boscoso de *Polylepis besseri* H*ieron Subs. Besseri* en Sacha Loma (Cochabamba). Rev. Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental 9: 15-27

Fjeldså J & N. Krabbe, 1990. Birds of the high Andes. Editorial Apollo Books. Dinamarca. 875p.

Fjeldså, J. & M. Kessler, 2004. Conservación de la biodiversidad de bosques de *Polylepis* de las tierras altas de Bolivia: Una contribución al manejo sustentable en los Andes. DIVA Technical Report 11. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 214pp.

Frost, Darrel R. 2006. Amphibian Species of the World: an online referente. Version 4.0 (17 August 2006). Electronic Database accessible at http://research.ammh.org/herpetology/amphibia/index.php. American Museum of Natural History, New York, USA.

Fugler C. M. & J. Cabot 1995. Herpetológica boliviana: Una lista comentada de las Serpientes de Bolivia con datos sobre su distribución. Ecología en Bolivia. 24: 41-87.

Global Amphibian Assessment. 2006. http://www.globalamphibians.org/ Downloades on December 2006.

Gonzáles, L. & S. Reichle. 2003. Anexo 3. Lista de reptiles presentes en Bolivia. Pp. 586–589, E*n*: P. L. Ibisch y G. Mérida, (ed.), Biodiversidad: la riqueza de Bolivia: estado de conocimiento y conservación. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra.

Hallow, S. 1994. Long term trends in the relative abundante of New Zealand agricultural plants. Otago Conference Series. Ng2: 125-141.

Harvey M. B. Aguayo R. & Millares A. (Submited) Redescription and Biogeography of *Mabuya cochabambae* Dunn with comments on Bolivian Congeners (Lacertilia: Scincidae). Zootaxa.

Hennessey, A. B., S. K. Herzog & F. Sagot, 2003. Lista Anotada de Aves de Bolivia. Quinta edición. Asociación ARMONÍA/BirdLife Internacional, Santa Cruz, Bolivia. 238 pp.

Hensen, I. 2002. Impacts of anthropogenic activity on the vegetation of *Polylepis* woodlands in the region of Cochabamba, Bolivia. Society for Tropical Ecology. Bonn, Germany. Ecotropica 8:183 - 203.

Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek, y M. S. Foster. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Hjarsen T., 1997. Bird fauna and vegetation in natural woodlands and euccaliptus plantations in the high andes in Bolivia implications for development of sustainable agroforestry techiniques. Conferrencia IUFRO sobre sivicultura e Melhoramiento de Eucaliptos 21-29 August,1997 EMBRAPA Salvador, Colombo, Brazil. 4:89-94.

Ibisch, P. & Mérida, G (eds.). 2003. Biodiversidad: La riqueza de Bolivia-Estado de conocimiento y conservación. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 638.

IUCN 2006. *2006 IUCN Red List of Threatened Species.* <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 05 December 2006.

Kessler, M. 2000. Diversidad, Evolución y distribución del género *Polylepis* (Rosacea). En: Resúmenes I Congreso Internacional de Ecología y Conservación de bosques De *Polylepis*. Centro Cultural Simón I. Patiño. Cochabamba, Bolivia. 77 pp.

Kessler, M. & A. N. Schmidt-Lebuhn. 2005. Taxonomical and distributional notes on *Polylepis* (Rosaceae). Organisms Diversity & Evolution. Electr. Suppl. 13(5):1- 10.

Kiesling, R. 1994. Flora de San Juan, Vazquez Manzini. Editores, Buenos Aires. 348 pp.

King, A. B. S & J. L. Saunders. 1984. Las Plagas Invertebradas de cultivos Anuales Alimenticios en América Central. Administración de Desarrollo Extranjero. Londres. 182 p.

Langstroth, R. P. 2005. Adiciones probables y confirmadas para la saurofauna de Bolivia. *Kempffiana.* 1(1):101-128.

Lacaze, A. 2006. Cambios en las Estructuras Poblacionales de una Comunidad de Pequeños Mamíferos que actúan Como Reservorios de *Trypanosoma Cruzi* en la Localidad de Vila-Vila, Provincia Quillacollo, Cochabamba-Bolivia. Tesis de grado para obtener el titulo de Licenciado en Biología. Universidad Mayor de San Simón.

Lande, R., 1996. Statistics and partitioning of species diversity and similarity among multiple communities. Oikos, 76:5-13.

Ledezma, M. J., 1998: Guía de Campo de Mariposas (Insecta – Lepidoptera) del Parque Nacional y Area Natural de Manejo Integrado Amboró Departamento de Entomología, Museo de Historia Natural "Noel Kempff Mercado". Ed. Sirena, Santa Cruz – Bolivia. pp. 61.

Lopera A., 1996. Distribución y diversidad de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Coleoptera) en tres relictos de bosque altoandino (Cordillera Oriental, Vertiente Occidental, Colombia). Tesis de Grado,

Mabberley, D. J. 1931. The plant-book, Cambridge University Press, Great Britain. 706 pp.

Magurran, A. E., 1988. Ecological Diversity and its measurement. 1° ed. Princeton University Press. Princeton, New Jersey 200pp.

Magurran, A. 1989. Diversidad Ecológica y su Medición. 1° ed. Ed. Vedra. Barcelona, España. 200 pp.

Maradiegue I. 2006. Diversidad De Pequeños Mamíferos Terrestres En bosques Nativos Y Plantaciones Forestales Introducidas del Parque Nacional Tunari-Cochabamba, Bolivia. Tesis de Grado para Obtener el Titulo de Licenciado en Biología. Universidad mayor de San Simón.

Martin, G. 1997. Etnobotánica. Ed. Nordan – Comunidad, Montevideo Uruguay. pp 139-48.

Medina C. A: Lopera. 2001. Clave Ilustrada para la identificaciòn de géneros de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de Colombia Caldasia 22:(2):299-315.

Meneces, R. I. & S. Beck. 2005. Especies amenazadas de la flora de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia. La Paz.

Miller, J.C. 1993. Insects natural history, multi-species interactions, and biodiversity in ecosystems. *Biodiv. Conserv.* 2: 233-241.

Miller, D., Thill, R., Melchiors, M., Wigley, T. & P. Tappe. 2004. Small mammal communities of streamside management zones in intensively managed pine forests of Arkansas. Forest Ecology y Management. 203:381-393.

Moreno, C. E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Morin, P. J., 1999. Community ecology. Blackwell Publishing company, Oxford, 424pp.

Mostacedo C., Bonifacio & Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de Métodos básicos de Muestreo y Análisis en Ecologia Vegetal. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 87 p.

Navarro & Maldonado. 2002. Geografía Ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticos. Ed. Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión. Cochabamba, Bolivia. 719 pp.

Nuñez, R. & A. Barro. 2003. Composición y Estructura de dos Comunidades de Mariposas (Lepidóptera: Papilinoidea) En Boca de Canasi, La Habana Cuba.Revista Biología 17 (1): 8 – 17.

Pestalozzi, H. U. y M. A. Torrez. 1998. Flora Ilustrada altoandina. Editorial ODEC, Cochabamba, Bolivia. 244 pp.

PROMIC, 2003. Datos climáticos de tres estaciones meteorológicas (Linkupata, Taquiña y Janamayu)- Promedios históricos 1992-2003.

Quinteros, R., L. A. Paz-Soldan, C. F. Pinto, L. F. Aguirre. 2006. Guía de las Mariposas del Parque Nacional Tunari. Centro de Biodiversidad y Genética, UMSS, Cochabamba – Bolivia. 138 pp.

Ralph, J. C., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D. F. Desante & B. Mila, 1995. Manual de métodos de campo para el monitoreo de las aves terrestres. General technical report. Albany. 47pp.

Reichle S. & Aguayo, R. 2006. Guia de anfibios del Parque Nacional Carrasco.

Renvoize, S. A, 1998. Gramíneas de Bolivia, Royal Botanic Gardens Kew, Bélgica. 644 pp.

Ridgely, R. & G. Tudor, 1994. The Birds of South America: The Suboscine Passerines Volumen II Ed. Oxford University press 814 pp.

Riechert, S.E. 1974. Thoughts on the ecological significance of spiders. *Bioscience* 24: 352– 356.

Rocha, E., 2006. Influencia de plantaciones exóticas sobre la diversidad y composición de aves que habitan los bosques de *Polylepis* en el Parque Nacional Tunari. Tesis de grado, Universidad Mayor de San Simón, 82pp.

Rojas, F. 1994. Revisión de especies de la tribu Stipae en Bolivia, Concepción – Chile. Tesis presentada a la escuela de graduados en la Universidad de Concepción Chile.

Romeu, E., 2000: Mariposas Mexicanas: Los Insectos más Hermosos. 64 p.

Salazar-Bravo, J., Yates, T. & L. Zalles. 2002. Mamíferos de Bolivia. Pp. 65-113. En: Ceballos G. & J. Simonetti (Eds.). Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales. 582 pp.

Salazar-Bravo, J., Tarifa, T., Aguirre, L. F., Yensen, E. & T. Yates. 2003. Revised checklist of Bolivian Mammals. Ocassional Papers. Museum of Texas Tech University. 220:1- 27.

Samways, M.J. 1993. Insects in biodiversity conservation: some perspectives and directives. *Biodiv. Conserv.* 2: 258-282.

Smart, P., 1989. The Ilustrated Enciclopedia of the Butterfly World. Ed. Salamanca Books. Bélgica. 275 p.

Steyermark, J. A. y O. Huber. 1978. Flora del Ávila. Editorial Vollmer Fundation", Caracas. 971 pp.

Stork, N.E. 1988. Insects diversity: facts, fiction and speculation. *Biol. J. Lim. Soc.* 35: 321– 353.

Tarifa, T. 1996. Mamíferos en el Libro rojo de los vertebrados de Bolivia. Ed. P. Ergueta y C. de Morales. La Paz, CDC-Bolivia. Pp. 165-264.

Tarifa, T. & E. Yensen. 2001. Mamíferos de los bosques de *Polylepis* de Bolivia. Revista Boliviana de Ecología. 9:29-44.

White. R. 1983. A Field Guide to the Beetles. Peterson field Guides, 368 p.

Wilson, E. O. 1987. The little things that run the world: the importance and conservation of invertebrates. *Conserv. Biol.* 1: 344 – 346.

Wilson, E., Cole, R., Nichols, J., Rudran, R. & M. Foster. 1996. Measurement and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Mammals. Smithsonian. Institution Press. Washington and London. 409 pp.

Yensen, E. & T. Tarifa. 2000. Conservación de los bosques de *Polylepis* en Bolivia. en: Resúmenes I Congreso Internacional de Ecología y Conservación de bosques de *Polylepis*. Centro Cultural Simón I. Patiño. Cochabamba, Bolivia. 77pp.

Yensen, E. & T. Tarifa. 2002. Mammals of Bolivian *Polylepis* woodlands: guild structure and diversity patterns in the world`s highest woodlands. ECOTROPICA. 8:145-162.

ANEXOS

ANEXO I

1. PLANTAS DE LA SUBCUENCA RIO JATUN MAYU (LAS TRES ZONAS DE ESTUDIO ALTA, INTERMEDIA Y BAJA

		Nombre	Numero
Famila	**Especie**	**Colector**	**Colecc.**
Alstroemeriaceae	*Bomarea dulcis (Hook.)* Beauverd		
Alstroemeriaceae	*Bomarea sp.*		
Amaranthaceae	*Gonphrena meyeniana* Walp.		
Anacardiaceae	*Schinus andinus = Schinus microphyllus*		
Anacardiaceae	*Schinus microphyllus I*.M. Johnston		
Apiaceae	*Bowlesia flavilis* J.F. Macbride		
Apiaceae	*Bowlesia platanifolia* H. Wolf.	NV	693
Apiaceae	*Azorela biloba (Schlechtendal) Weddell*		
Asteraceae	*Erigerum lanceolatus* Weddell	NV	620
Apiaceae	*Eryngium ebracteatum Lam.*		
Apiaceae	*Eryngium nudicaule Urban.*		
Apiaceae	*Eryngium paniculatum Urban*		
Apiaceae	*Hydrocotile aff incrasata R. & P.*		
Apiaceae	*Oreomyrris andicola (H.B.K.)Hooker*		
Asclepiadaceae	*Philibertia bicornuta* (Griseb) Goyder	NV	686
Asclepiadaceae	*Philibertia amblystigma* Goyder	NV	676
Asclepiadaceae	*Philibertia aff. Globiflora* Goyder		
Aspleniaceae	*Asplenium guillesi*		
Asteraceae	*Achyrocline alata (H.B.K.) DC.*		
Asteraceae	*Achyrocline cf hyperchlora*	NV	683
Asteraceae	*Achyrocline ramosissima (Schultz-Bip.)Britton*	NV	697
Asteraceae	*Achyrocline venosa Rusby*		
Asteraceae	*Baccharis caespitosa* (Ruiz & Pavon) Pers.	NV	606
Asteraceae	*Baccharis cf boliviensis (Wedd.) Cabrera*		
Asteraceae	*Baccharis dracunculifolia DC.*		
Asteraceae	*Baccharis obtusifolia Kunth.*		
Asteraceae	*Baccharis pentlandii DC.*		
Asteraceae	*Belloa sp.*		
Asteraceae	*Belloa aff virescens (Wedd.) Cabrera*		
Asteraceae	*Belloa cf kunthiana* (DC) Anderb & S. E. Freire	NV	603
Asteraceae	*Bidens andicola Kunth.*		
Asteraceae	*Chaptalia modesta Burkart*		
Asteraceae	*Conyza cf floribunda Kunth*	NV	684
Asteraceae	*Cosmos peucedanifolius Wedd.*		
Asteraceae	*Erigeron lanceolatus Wedd.*	NV	620
Asteraceae	*Eupatorium sp.*	SA	40
Asteraceae	*Eupatorium azangaroense* Sch. Biq.	NV	660
Asteraceae	*Flourensia heterolepis* S.F. Blake	NV	696
Asteraceae	*Galinsoga unxioides Griseb*		
Asteraceae	*Gamochaeta cf polybotrya* (Phil.) Cabrera	NV	611
Asteraceae	*Gamochaeta deserticola Cabrera*	NV	613
Asteraceae	*Gamochaeta erythractis* (Wedd.) Cabrera	NV	629

Asteraceae	*Gamochaeta sp.*	SA	31
Asteraceae	*Gamochaeta sp.*	NV	616
Asteraceae	*Gamochaeta sphacelata* (Kunth) Cabrera	NV	731
Asteraceae	*Gnaphalium cheirantifolium*	NV	610
Asteraceae	*Gnaphalium sp.*		
Asteraceae	*Gnaphalium graveolens* Kunth.	NV	632
Asteraceae	*Gnaphalium badium Weddell*	NV	615
Asteraceae	*Hieracium padcayense* Sleumer.	NV	687
Asteraceae	*Hieracium mandonii (Sch. Bip.)Arv.- Touv.*	NV	656
Asteraceae	*Hypochoeris echegarayi*	NV	622
Asteraceae	*Hypochoeris elata* (Wedd) Griseb.	NV	662
Asteraceae	*Hypochoeris meyeniana (Walp.) Griseb.*	NV	619
Asteraceae	*Hypochaeris taraxacoides (Meyen & Walp)Ball.*		
Asteraceae	*Mutisia orbignyana Weddell.*		
Asteraceae	*Mutisia ledifolia* Decne. ex Wedd.	NV	657
Asteraceae	*Paranephelius ovatus Wedd.*	NV	612
Asteraceae	*Perezia sp.*		
Asteraceae	*Senecio sp*	NV	634
Asteraceae	*Stevia cf chamaedris* Griseb.	NV	681, 702
Asteraceae	*Stevia mandonii* Sch. Biq. Ex G. L. Rob.	NV	617
Asteraceae	*Stevia samaipatensis B. L. Rob.*		
Asteraceae	*Tagetes multiflora Kunth.*		
Asteraceae	*Tagetes pusilla H.B.K.*	SA	36
Asteraceae	*Tetraglochin cristatum (Britton)Rothm*		
Asteraceae	*Verbesina cinerea*	NV	664
Asteraceae	*Viguiera procumbens* (pers.) S. F. Blake	NV	729
Asteraceae	*Werneria sp.*	NV	604
Asteraceae	*Werneria strigosissima* A. Gray	NV	608
Asteraceae	*Werneria villosa A. Gray*		
Berberidaceae	*Berberis boliviana* Lechler	NV	598
Berberidaceae	*Berberis commutata Eichler*		
Berberidaceae	*Berberis rariflora* L.	NV	643
Berberidaceae	*Berberis sp.*		s/n
Betulaceae	*Alnus acuminata* Kunth		
Brassicaceae	*Brassica campestres* L.		
Brassicaceae	*Descurainia myriophylla* (Willd. Ex DC.) R.E. Fr,	NV	650
Bromeliaceae	*Puya Tunariensis* Mez		
Bromeliaceae	*Puya humilis* Mez.	NV	636
Buddlejaceae	*Buddleja coriaceae* Remy	NV	649
Buddlejaceae	*Buddleja cf. Tiraquensis*	NV	668
Cactaceae	*Lobivia sinaranina*	SA	64
Cactaceae	*Sulcorebutia steinbachi*		
Cactaceae	*Echinopsis huotii (F. Cels) Labour.*		
Cactaceae	*Lobivia maximiliana (Heyder ex A. Dietr.) Backeb. ex Rausch*		
Cactaceae	*Sulcorebutia steinbachi (Werderm.) Backeb.*		
Cactaceae	*Lobivia anabarina*		
Cactaceae	*Echinopsis obreopanda*		
Campanulaceae	*Wahlenbergia arida* (Kunth) Griseb.		
Caryophyllaceae	*Cardionema ramosissima L.*	NV	614

Caryophyllaceae	*Silene genovebae* Bocquet		
Caryophyllaceae	*Stellaria graminea* L.	NV	704
Caryophyllaceae	*Stellaria sp.1*		
Caryophyllaceae	*Stellaria sp.2*		
Clusiaceae	*Hypericum brevistylum* Choisy		
Commelinaceae	*Commelina fasciculata* R. & P.		
Commelinaceae	*Commelina elliptica* Kunth		
Convolvulaceae	*Dichondra repens* J.R. Forst. & G. Forst.		
Convolvulaceae	*Evolvulus sericea* SW.		
Crassulaceae	*Echeverria peruviana*		
Cyperaceae	*Cyperus andinus* Palla ex Kük.	SA	53
Cyperaceae	*Carex sp.1*	NV	623
Cyperaceae	*Carex sp.2*	NV	626
Cyperaceae	*Scirpus rigidus Boeck.*		
Ericaceae	*Muhlenbeckia volcanica*		
Euphorbiaceae	*Hyeronima padcayense*	NV	689
Fabaceae	*Astragalus garbancillo* Cav.	NV	699
Fabaceae	*Fiebrigiella aff gracilis* Harás	NV	644
Fabaceae	*Lathyrus cf. Magellanicus* Lam.	NV	666
Fabaceae	*Lupinus sp.*	NV	642
Fabaceae	*Medicago polymorpha* L.	SA	56
Fabaceae	*Sutherlandia frutescens* (L.) R. Br.	NV	705
Fabaceae	*Trifolium amabile* Lojac.		
Gentianaceae	*Gentiana sedifolia* Kunth		
Gentianaceae	*Gentianella sp.1*	NV	599
Gentinaceae	*Gentianella sp.2*	NV	610
Geraniaceae	*Geranium bolivianum* R. Knuth	NV	677
Geraniaceae	*Geranium sp.1*	NV	655
Geraniaceae	*Geranium sp.2*		
Geraniaceae	*Geranium aff bangui* Hieron	NV	627
Iridaceae	*Mastigostyla cardenassii*	NV	708
Iridaceae	*Sisyrinchium cf chilense* Hook.	NV	691
Iridaceae	*Sisyrinchium cf rigidifolium Baker*	SA	30
Iridaceae	*Sisyrinchium unispataceum* L.		
Iridaceae	*Olcinium junceum* (E. Mey. ex C. Presl) Goldblatt		
Juncaceae	*Luzula racemosa* Desv.		
Lamiaceae	*Clinopodium boliviana* (Benth.) Briq.	NV	653
Lamiaceae	*Clinopodium kuntzeanum* Kuntze	NV	653
Lamiaceae	*Mynthostachys cf andina Britton ex. Rusby) Epling.*	NV	648
Lamiaceae	*Hedeoma mandoniana* Wedd.	SA	54
Lamiaceae	*Lepechinia meyenii* (Walp.) Epling		
Lamiaceae	*Salvia haenkei*		
Lamiaceae	*Salvia sophrona* Briq.	NV	707
Loasaceae	*Caiophora conarinoides*		
Loranthaceae	*Tristerix sp.*	NV	698
Myrtaceae	*Eucalyptus globulus* Labill.		
Nyctaginaceae	*Mirabilis cf. Postrata* (Ruiz & Pav.)Heimerl	NV	665
Oenotheraceae	*Oenothera biscolor*	NV	651
Ophyoglosaceae	*Ophyoglosum crotaloforoides*		

Orchidaceae	*Aa sp.*		
Orchidaceae	*Pterichis cf. yungacensis*	NV	726
Oxalidaceae	*Hypseocharis pinpinelifolia*		
Oxalidaceae	*Oxalis argentina* R. Knuth		
Oxalidaceae	*Oxalis sp.1*		
Oxalidaceae	*Oxalis sp.2*		
Passifloraceae	*Passiflora pinnatistipula* Cav.	NV	709
Passifloraceae	*Passiflora umbilicata* (Griseb.) Harms	NV	675
Pinnaceae	*Pinus radiata* D. Don		
Piperaceae	*Peperomia parvifolia*C. DC.	NV	726
Piperaceae	*Peperomia peruviana* (miq.) Dahlst.	NV	727
Plantaginaceae	*Plantago australis* Lam.		
Plantaginaceae	*Plantago lanceolata* L.		
Plantaginaceae	*Plantago sericea* Ruiz & Pav.		
Plantaginaceae	*Plantago sp.*		
Plantaginaceae	*Plantago tubulosa* Decne.		
Plantaginaceae	*Plantago tomentosa* Lam.	NV	692
Poaceae	*Agrostis tolucensis* Willd. ex Steud.		
Poaceae	*Agrostis sp.*	SA	67
Poaceae	*Briza minor* L.		
Poaceae	*Briza monandra* (Hack.)Pilg.	NV	671
Poaceae	*Bromus bolivianus* Hac,. Ex Buchtien	NV	687
Poaceae	*Bromus catarticus* Vahl.		
Poaceae	*Bromus unioloides* Kunth		
Poaceae	*Calamagrostis cf. Violacea* (Wedd.) Hitchc.		
Poaceae	*Cortaderia rudiuscula* Stapf		
Poaceae	*Deyeuxia filifolia* Wedd.		
Poaceae	*Deyeuxia heterophylla* Weed	NV	640
Poaceae	*Deyeuxia recta* Kunth.	NV	647-682
Poaceae	*Deyeuxia sp.1*	SA	23
Poaceae	*Deyeuxia sp. 2*	SA	13
Poaceae	*Deyeuxia violacea* Wedd.	NV	641
Poaceae	*Deyuxia sp.3*	NV	630
Poaceae	*Eragrostis nigricans* (Kunth) Steud.		
Poaceae	*Eragrostis sp.*	SA	58
Poaceae	*Festuca aff fiebriguii* Pilg.	NV	600
Poaceae	*Festuca dolychophylla*		
Poaceae	*Festuca humilior* Nees & Meyen	NV	685
Poaceae	*Festuca orthophylla Pilg.*	NV	646
Poaceae	*Festuca sp.1*	SA	57
Poaceae	*Festuca sp.2*	NV	695
Poaceae	*Festuca sp.*	NV	602
Poaceae	*Festuca rigescens* (J. Presl.) Dunth	NV	625
Poaceae	*Muhlenbergia peruviana (*P. Beauv.) Steud.		
Poaceae	*Nassella sp.*		
Poaceae	*Piptochaetum panicoides*	SA	75
Poaceae	*Poa aff orridula*		
Poaceae	*Poa annua* L.	NV	609
Poaceae	*Poa asperiflora* Hack.		

Poaceae	*Poa buchtienii* Hack.		
Poaceae	*Poa sp.1*	NV	624
Poaceae	*Poa sp.2*	SA	14
Poaceae	*Poa sp*	NV	631
Poaceae	*Stipa ancoraimensis* Rojas, F.	NV	679
Poaceae	*Stipa brachyphylla* Hitchc.	NV	605
Poaceae	*Stipa Hans-meyeri* Pilg.		
Poaceae	*Stipa holwayi* Hitchc.		
Poaceae	*Stipa ichu* (Ruiz & Pav.) Kunth		
Poaceae	*Stipa inconspicua* J. Pressl.		
Poaceae	*Stipa pubiflora* (Trin & -Rupr.) Muñoz-Schichk	NV	690
Poaceae	*Stipa mucronata* Kunth	NV	701
Polygalaceae	*Polygala mandonii* Chodat		
Polygonaceae	*Rumex acetocela*		
Polypodiaceae	*Polypodium pycnocarpum* Willd. ex Schltdl.		
Pteridaceae	*Adiantum thalictroides* Willd. ex Schltdl.		
Pteridaceae	*Cheilantes bonariensis* (Willd.) Proctor	NV	700
Pteridaceae	*Cheilanthes pruinata* Kaulf.		
Pteridaceae	*Notholaena nivea* (Poir.) proctor	NV	654
Pteridaceae	*Pellaea ternifolia* (Cav.) Link		
Ranunculaceae	*Anemone decapetala* Ard.	NV	703
Ranunculaceae	*Clematis alborosea* Ulbr.	NV	661
Ranunculaceae	*Ranunculus sp.*		
Rosaceae	*Lachemilla aphanoides* (Mutis ex L. f.) Rothm.	NV	645
Rosaceae	*Lachemilla pinnata* (Ruiz & Pav.) Rothm.		
Rosaceae	*Polylepis besseri* Hieron.	NV	659, 674
Rosaceae	*Prunus serotina* Ehrh.	NV	659
Rosaceae	*Polylepis tomentella subsp. Incanoides* M. Kessler	NV	669
Rubiaceae	*Galium aparine* L.	NV	694
Rubiaceae	*Galium corimbosum* Ruiz & Pav.		
Rubiaceae	*Galium mandonii* Britton		
Rubiaceae	*Galium richardianum* (Gillies ex Hook. & Arn.) Endl. ex Walp.		
Rubiaceae	*Richardia humistrata* (Cham. & Schltd) Steud.	NV	704
Sapindaceae	*Dodonea viscosa* L.		
Schrophulariaceae	*Agalinis lanceolata* (Ruiz & Pav.) D'Arcy		
Schrophulariaceae	*Agalinis rigida* (Guillies ex. Benth) D' Arcy	NV	678
Schrophulariaceae	*Agalinis tarijensis* (R.E Fr.) D'Arcy		
Schrophulariaceae	*Alonsoa acutifolia* Ruiz & Pav.		
Schrophulariaceae	*Bartsia crenata* Molau		
Schrophulariaceae	*Calceolaria parviflora*		
Solanaceae	*Cestrum parqui* Benth.		
Solanaceae	*Dunalia brachyacantha* Miers.		
Solanaceae	*Salpichroa tristis* Miers		
Solanaceae	*Solanum sp.1*	NV	667
Tropaeolaceae	*Tropaeolum boliviensis*		
Valerianaceae	*Valeriana decusata*		
Valerianaceae	*Valeriana sp.*	NV	635
Woodsiaceae	*Woodsia montevidensis* (Spreng.) Hieron.		
Woodsiaceae	*Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.		

2. PLANTAS DE LA SUBCUENCA RIO JATUN MAYU (ZONAS ALTA, INTERMEDIA Y BAJA) CON DISTRIBUCIÓN RESTRINGIDA A BOLIVIA (ENDÉMICAS)

Nombre generico	Nombre específico	Nombre del autor	Distribución
Mutisia laedifolia Decae. Ex Weed	*ledifolia*	Decne. ex Wedd	Solo Bolivia
Verbesina	*cinerea*	Rugby	Solo Bolivia (Cbba, La Paz y Chuquisaca) 1200-3250 m
Berberis	*boliviana*	Lechler	Bol (Cbba, Lpb, HSB, USZ, Oruro), y Perú. 2300-3780m
Puya	*humilis*	Mez	Bolivia, solo Cbba
Puya	*tunariensis*	Mez	Bolivia, solo Cbba
Geranium	*bolivianum*	R. Knuth	Solo Bolivia
Mastigostyla	*cardenasii*	R.C. Foster	Bolivia y Perú
Salvia	*sophrona*	Briq.	Solo Bolivia, Cuq y Cbba
Clinopodium	*kuntzeanum*	Kuntze	Solo Bolivia, Cbba
Salvia	*sophrona*	Briq.	Solo Bolivia, Cuq y Cbba
Minthostachys	*andina*	(Britton ex. Rusby) Epling	Solo Bolivia, Cochabamba
Bromus	*bolivianus*	Hack ex Buchtien	Solo Bolivia (LP y CBBA)
Festuca	*rigescens*	(J. Presl.) Kunth	Bolivia, Chile y Perú
Festuca	*aff. fiebriguii*	Pilg.	Solo Bolivia (Cbba, La Paz, Potosí y Tarija)
Clematis	*alborosea*	Ulbr.	Solo Bolivia (Cbba,Lpb)

3. USOS DE PLANTAS DE LA SUBCUENCA RIO JATUN MAYU (ZONAS ALTA, INTERMEDIA Y BAJA) (Fuente: Propia, Sagaceta 1996, Soto ined.)

FAMILIA	GENERO	USOS
Asteraceae	*Gnaphalium graveolens* Kunth	Medicinal (para la tos)
Asteraceae	*Viguiera procumbens* (Pers.) S.F. Blake	Adorno, leña
Asteraceae	*Baccharis dracunculifolia* DC.	Medicinal (dolor de estómago, fracturas, descongestionate)
asteraceae	*Baccharis otusifolia* Kunth.	Medicinal (dolor de estomago, fracturas, descongestionante)
Asteraceae	*Eupatorium azangaroense* Sch. Bip.	Forraje palatable
Asteraceae	*Hypochoeris elata* (Wedd) Griseb	Medicinal (dolor de pecho, Hígado, dolor de estomago por calor, riñones, vesícula y ensalada de las hojas)

Asteraceae	*Hypochoeris meyeniana* (Walp) Griseb.	Forraje
Asteraceae	*Tapetes pusilla* H.B.K.	Medicinal (digestivo, sudorífico, relajante)
Berberidaceae	*Berberis comnutata* EichlerL	Leña, Medicinal (inflamación garganta, antidiarreico, dolor de garganta)
Berberidaceae	*Berberis sp.*	Leña
Betulaceae	*Alnus acuminata* H.B.K.	Fabricación de palitos de fósforo, Medicinal (como astringente, analgésico, febrífugo)
Buddlejaceae	*Buddleja cf. tiraquinensis*	Medicinal (Analgésico)
Caryophyllaceae	*Cardionema ramosissima* Nels y Macbr.	Medicinal, (para la tos, alfombrilla)
Convolvulaceae	*Dichondra repens* J.R. Forst. & G. Forst	Medicinal (antiséptico, cicatrizante, febrífugo)
Gentianaceae	*Gentianella sp.* Moench	Medicinal (Se usa para tratamientos de alergias)
Fabaceae	*Lathyrus cf. magellanicus* Lam.	Forraje
Fabaceae	*Astragalus cf. garbancillo* Cav	Medicinal (para tratamientos de fracturas, torceduras de pata en el ganado, además para reumatismo de las personas)
Geraniaceae	*Geranium sp.* L.	Medicinal (Dolor de muela), ornamental
Geraniaceae	*Geranium bolivianum* R. Knuth	Medicinal (Dolor de muela), ornamental
Iridaceae	*Sysirinchium sp.* L.	Forraje regular
Lamiaceae	*Salvia Haenkei* Benth.	Medicinal (cicatrizante, digestivo, antivomitivo, resfriados, bronquitis)
Lamiaceae	*Clinopodium kuntzeanum* Kuntze	Medicinal (baño para orejados, dolor de estomago, resfrió, gripes), condimento de comidas
Lamiaceae	*Minthostachys andina* (Britton ex. Rusby) Epling	Medicinal (Dolor de estomago y saborisante para leche. Dolores reumáticos, problemas nerviosos)
Loasaceae	*Cajophora Conarinoides* (Lenne & C. Koch)Urban & Gilbr.	Medicinal (antidiarreico, antiasmatico, contra calculos riñones, enfermedades de de la piel)
Myrtaceae	*Eucalyptus globulus* Labill.	Leña, Medicinal (para tratamientos reumáticos, tos, garganta)
Passifloraceae	*Passiflora umbilicata* Griseb.	Medicinal (expectorante, febrífugo)
Passifloraceae	*Passiflora pinnatistapula* Cav.	Alimenticio (fruto como alimento), artesanias (para trenzar canastas)
Plantaginaceae	*Plantago tomentosa* Lam.	Medicinal (tratamientos catarros, cicatrizantes, antiinflamatorios, analgésico, antivomitivos, antiemético, expectorantes)
Poaceae	*Cortaderia rudiuscula* Stpf	Medicinal (dolores post partos, febrífugo)
Poaceae	*Stipa ichu* (Ruiz & Pav.) Kunth	Medicinal (para tratamientos venéreos, viruelas, inflamaciones de matriz, diurético)
Polygonaceae	*Rumex acetocela* L.	Medicinal (astringente, digestivo, hemostático, diurético)
Rosaceae	*Polylepis tomentella subsp. Incanoides* M. Kessler	Leña
Rosaceae	*Polylepis besseri* Hieron	Leña, Medicinal (para coqueluche, tos, bronquitis, gripe, reumatismo, inflamación vejiga)
Scrophulariaceae	*Agalinis rigida* (Guillies ex. Benth) D'Arcy	Medicinal (dolor de pecho)
Scrophulariaceae	*Agalinis tarijensis* (R.E.Fr.) D'Arcy	Medicinal (dolor de pecho)
Solanaceae	*Salpichroa tristis* Miers	Alimentación (fruto maduro)

ANEXO II.-

1. ESPECIES DE MARIPOSAS ENCONTRADAS EN LA SUBCUENCA RÍO JATUN MAYU

Pedaliodes alba puncatata

Yramea inca inca

Colias euxanthe hermina ♂

Colias euxanthe hermina ♀

Colias hermina

Tatochila sterodice macrodice

ANEXO III.-

1. ESPECIES DE REPTILES PRESENTES EN LA SUBCUENCA RIO JATUN MAYU

Liolaemus alticolor especie abundante de la zona de estudio.

Stenocercus marmoratus especie abundante de la zona pedrogosas

Mabuya cochabambae especie endémica de Bolivia, encontrada en la zona

Liolaemus variegates especie endémica de Bolivia encontrada en la zona

2. ESPECIES DE ANFIBIOS PRESENTES EN LA SUBCUENCA RIO JATUN MAYU

Gastrotheca marsupiata rana marsupial tÍpica de regions altoandinas.

Hypsiboas andinus rana arborícola típica de regiones altoandinas y valles

ANEXO 4

1. ESPECIES DE AVES ENCONTRADAS EN LA SUBCUENCA RÍO JATUN MAYU

Diglossa carbonaria

Phrygilus atriceps

Ensifera ensifera

Poospiza garleppi

Ochthoeca leucophrys

Poospiza hipocondría

Upucerthia andaecola

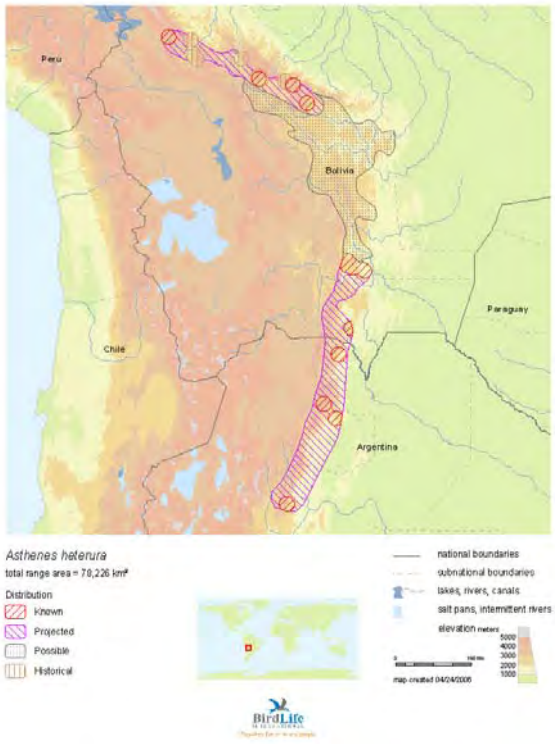
Catamenia anales

Anairetes parulus

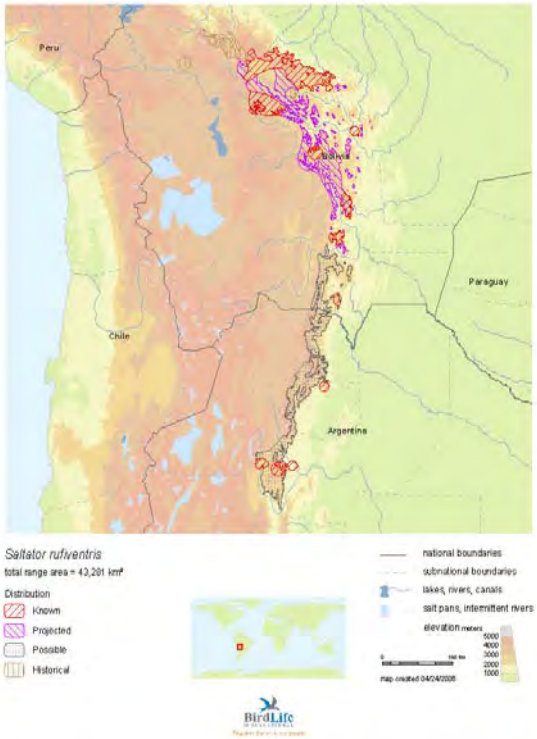
Colibri coruscan

s

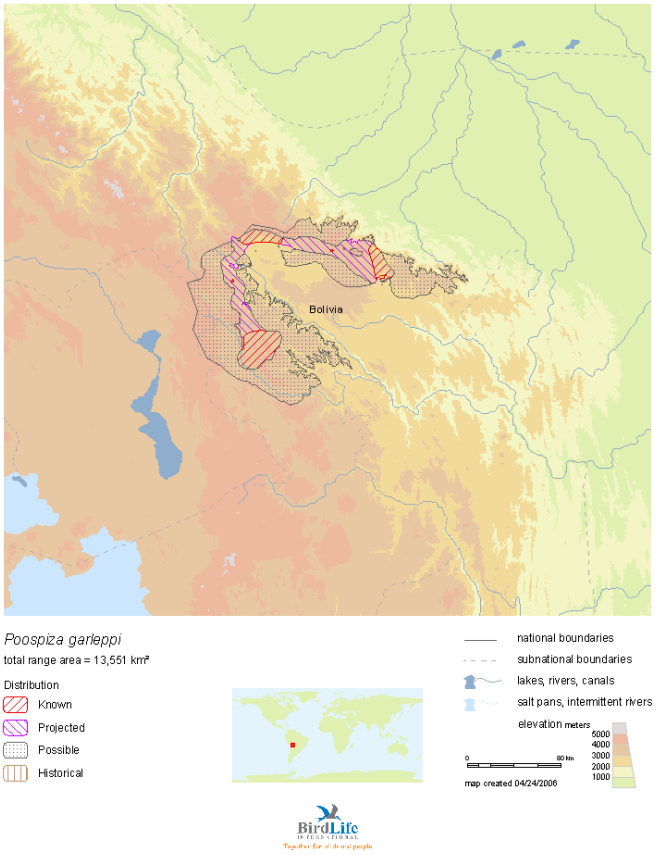
2. MAPA DE LA DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL DE *Asthenes heterura y Saltador rufiventris*



3. MAPA DE LA DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL DE *Saltador rufiventris*



4. MAPA DE LA DISTRIBUCIÓN HISTÓRICA Y ACTUAL DE *Poospiza garleppi*



ANEXO 5

1. PLAN DE MONITOREO

El monitoreo ecológico o biológico, intenta documentar la importancia y efectos de los factores que afectan negativamente las comunidades naturales, tiene como principal preocupación el estado de los sistemas biológicos.

El monitoreo toma especial importancia cuando los elementos bióticos de la zona de estudio están sujetos al uso directo, humano y con fines de explotación, como lo son las poblaciones de animales,, especies de plantas no-forestales. Tal monitoreo, dirigido a evaluar la adecuación del manejo, algunas veces se le denomina monitoreo de *impacto.*

El monitoreo puede ayudar a revelar efectos de cambios regionales y globales que afectan el logro de los objetivos de conservación, aparte del impacto de prácticas locales de manejo

Lógica del uso de "indicadores"

El monitoreo ecológico depende grandemente de la noción de usar "indicadores"--"especies indicador" así como otras formas de indicadores. En el sentido más general, algo que sirve como un "indicador" en *cualquier* contexto se cree que revela información sobre un todo más grande, en lugar de simplemente sobre sí mismo.

Efectos Ecológicos

Es más relevante considerar la documentación de efectos ecológicos de estos factores en la zona de estudio. Por lo tanto, se recomienda el monitoreo de tendencias de poblaciones de anfibios (anuras), aves (Particularmente, *Poospiza garlepi*, *Asthenes heterura*, *Saltator rufiventris*), cambios en la cobertura vegetal así como sobrevivencia y tasas de crecimiento de algunas especies de árboles como los *Polylepis*.

Monitoreo de poblaciones de anuros

Durante años, biólogos en diferentes partes del mundo han notado que especies de ranas, y en algunos casos, salamandras, parecían estar en declinación, y para 1989 había una preocupación general acerca de este fenómeno (Heyer et al. 1994). En 1990, un taller sobre declinación de anfibios se llevó a cabo por el Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos, cuyos resultados verificaron que las especies de anfibios en muchas partes del mundo han declinado, y algunas tal vez se han extinguido. Mientras que algunas regiones y hábitats fueron afectadas, otras no. No existe un factor único que explique esta

declinación, aunque la destrucción del hábitat y la degradación general del medio ambiente estaba implicada en muchos casos. Alguna investigación ha demostrado la susceptibilidad de huevos de ranas a ciertas formas de radiación ultravioleta, la cual está aumentando debido al adelgazamiento de la capa de ozono de la estratosfera (citas de Long et al. 1995); este descubrimiento es grave, ya que enfatiza la posibilidad de cualquier número de efectos bióticos a escala global de la pérdida de ozono.

Lo anterior sugiere que sería valioso monitorear la población de anfibios en la zona de estudio. Dichos esfuerzos serán de especial valor en examinar la generalidad de factores de nivel global, tales como aumentos en luz UV, ya que las causas locales, por ejemplo, la modificación del hábitat, pueden ser muy importantes dentro del área de estudio.

Métodos Preferidos*:* Se propone (1) censos en sitios de reproducción, y posiblemente (2) transectos visuales a través del bosque (día y noche), y (3) censos acústicos vía conteos de puntos o transectos. Se le da alta prioridad a este esfuerzo

1. Elegir entre tres y cinco áreas de estudio en la zona; estas necesitan ser áreas que son accesibles durante todo el año.

2. Selección de sitios para estudio:

a. En cada área de estudio, seleccionar 5 a 10 cuerpos de agua (laguna, arroyo, charca) donde se observa actividad reproductiva de ranas. Idealmente, estos serían seleccionados de manera que al menos 3 a 5 charcas serían comparables en términos no solamente de las condiciones del cuerpo de agua, sino, del hábitat circundante, o sea, el hábitat desde la cual el cuerpo de agua atrae los anfibios. Por eso, estos 3 a 5 cuerpos de agua serían considerados como replicaciones espaciales para ese tipo de hábitat, en el área de estudio.

b. Adentro de cada área de estudio, son posible dos planteamientos para escoger los cuerpos de agua para estudiar.
Primero, se podría hacer lo posible para elegir cuerpos de agua situadas en hábitat circundante de una variedad de condiciones, desde pequeños bosques hasta hábitats alterados; la razón principal para llevar a cabo el monitoreo de anfibios en la zona de estudio, es para investigar los efectos de los patrones del uso de la tierra, además para documentar los efectos de los factores globales/atmosféricos. Y, para detectar los efectos de esos factores globales, debemos tomar muestras de los anfibios en sitios que no son afectados por los efectos locales, tal como los patrones del uso de la tierra; debemos tomar muestras de anfibios en los sitios sin ningún tipo de intervención.

3. Desarrollar un formulario de datos estandartizado y un protocolo para censar los cuerpos de agua. El protocolo general tal vez necesitará ajustes para los cuerpos de agua individuales. En las cuerpos de agua pequeños, se debe conducir una

búsqueda sobre toda la zona y sus márgenes, mientras que en los más grandes, será necesario censar cierta porción definida del cuerpo de agua, y siempre la misma porción; en este caso, es muy importante la habilidad de censar la misma porción en años subsiguientes--por eso, posiblemente será necesario tomar fotos, y hacer una mapa y un descripción escrita detallada para indicar cual porción es censada.

4. Para facilitar la búsqueda de adultos reproductivos, se debe dividir la superficie, la orilla, y las porciones terrestres atrás de la orilla, en áreas bien definidas, dividir el área en cuadrantes.
Los cuadrantes deben ser suficientemente pequeños para poder lograr una búsqueda completa de cada una.

5. Se debe llevar a cabo censos de prueba a varias horas del día y noche, para determinar patrones de presencia y actividad de las diferentes especies. Si posible, se debe seleccionar un solo período, probablemente en la noche, que es adecuado para tomar muestras de todas las especies.

6. Será necesario censar cada sitio por lo menos tres veces durante cada temporada de reproducción. Se debe llevar a cabo muestreo para determinar la duración de la temporada reproductiva, la variabilidad de las fechas de actividad reproductiva desde un año a otro, el grado de asociación de actividad reproductiva con el inicio del invierno y con subsiguientes patrones de lluvia y de nivel de agua, y para evaluar cuantas veces y en que época es necesario censar cada cuerpote agua para poder caracterizar adecuadamente su uso por los anfibios en un cierto año.

Monitoreo de aves

Las especies de aves seleccionadas (*Poospiza garlepi*, *Asthenes heterura*, *Saltator rufiventris)* servirá para el monitoreo de escala "micro" (local, dentro del hábitat). Por ejemplo, aves insectívoras a menudo responden a efectos sutiles locales tales como aquellos causados por deforestación.

Proponemos un esquema de monitoreo de aves semejante a la "North American Breeding Bird Survey" ("Ensayo de Aves de Norteamérica Durante la Temporada Reproductiva"), la cual usa conteos puntuales para documentar los patrones de abundancia de una gran lista de especies de aves o de algunas especies en particular.

Recomendamos:

1. Usar conteos puntuales de 5-10 minutos duración.
Se debe llevar a cabo experimentación adicional para determinar la duración más eficiente para conteos puntuales en la zona de estudio
2. Usar un radio de conteo de 100 m.

La razón aquí es la siguiente, no se puede detectar a todos los individuos de todas las especies presentes entre un radio de 100 m; sin embargo, eso no es necesario, como no proponemos calcular la densidad de especies basado en estos datos; por eso, es mejor, usar los resultados como un índice de abundancia relativa.

Monitoreo en el cambio de la cobertura vegetal

El monitoreo del cambio en la cobertura vegetal es la tarea más importante de monitoreo que debe realizarse en la zona Alta. Este monitoreo necesita documentar tasas locales de cambio vegetativo. Adicionalmente, el monitoreo de la destrucción o modificación de otros tipos de vegetación natural (por ejemplo, pajonales, bofedales) es deseable, y será más importante mientras la invasión empieza a afectar más estos hábitats. Hasta donde sea práctico, también es deseable rastrear los subsiguientes usos de la tierra y tipos de cobertura después de la limpieza inicial del pajonal.

Una meta secundaria puede ser documentar tasas, localidades y grado de modificación del los pajonales. Sin embargo, suponemos que esto es mucho más difícil de alcanzar por medio de un sensor remoto, y lo consideramos una prioridad más baja que la tarea descrita arriba. Una tercera meta es documentar el grado y patrón de fragmentación de hábitat y analizar efectos probables sobre la conectividad biológica. Los índices de fragmentación y otras características relativas al espacio pueden investigarse directamente en terreno por tratarse de un área relativamente accesible. Por último, también se podría poner atención especialmente mientras progresa la fragmentación, a los patrones de proximidad y conectividad entre los diferentes hábitats y regiones topográficas que comprenden el paisaje total de la zona de estudio por decir, se podría monitorear la "integridad del paisaje".