UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE BIOLOGÍA

DIVERSIDAD DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS TERRESTRES EN BOSQUES NATIVOS Y PLANTACIONES FORESTALES INTRODUCIDAS DEL PARQUE NACIONAL TUNARI-COCHABAMBA, BOLIVIA

Tesis de Grado, Presentado Para Obtener el Diploma Académico de Licenciatura en Biología.

Por: Edmundo Igor Maradiegue Revollo

Tutores: Dr. Luis Fernando Aguirre Urioste

Lic. Renzo Vargas Rodríguez

COCHABAMBA – BOLIVIA

Diciembre, 2006

DEDICATORIA:

Este trabajo está dedicado a todas las personas que aman a la naturaleza, haciendo aunque sea un poquito para que ella sobreviva, o por l o menos dejan que otros lo hagan, actuando con ética y sentido común y no ponen piedras en el camino...

AGRADECIMIENTOS a:

La Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología y la carrera de Biología.

El Centro de Biodiversidad y Genética, con su Directora Lic. Susana Arrázola, por el apoyo económico y logístico para la elaboración de este trabajo; además por acogerme en sus instalaciones.

La DICYT (Dirección científica y tecnológica) bajo la Direccion del Dr. Octavio Chávez. La cooperación sueca ASDI, por todo el apoyo económico brindado a través del proyecto "Efecto de dos especies forestales exóticas sobre la fauna terrestre en el Parque Nacional Tunari" (P01CC001).

El Dr. Luis F. Aguirre (Coordinador Proyecto y Asesor), Lic. Renzo Vargas (Asesor), a mis Tribunales: Lic. Fernando Alfaro y Lic. Karina Moya.

Los Universitarios (trabajo de campo) Diego Peñaranda, Juan Carlos Huaranca, Omar Osco, Alejandra Lacaze, Dennis Lizarro, Enrique Valdivia, Gustavo Rey. Al Sr. Luis Alvarez y Sr. Edgar, por el transporte a las localidades visitadas. Los investigadores que participaron en viajes, Licenciados: Modesto Zárate, Rodrigo Aguayo, Olga Ruíz, Edgar Gareca, José Balderrama y Félix Huanca. Universitarios: Edwin Peredo, Carlos Pinto, Angel Bellott, Sergio Ayzama, Sergio Lizárraga, Adriana Avila, Oliver Quinteros, Walberto, Pablo Vásquez, Mónica Pacoricona, Walkiria Barragán, Teresa Camacho, Rolando Rivas, Daniela Rivera, Glenny Flores, Andrea Lemaitre, Dayne Agreda, Roxana Baldelomar, Alejandra Troncoso y Freddy Ortuño.

Rubén Castro (Análisis estadísticos), Angel Bellott (Análisis de datos), Omar y David Maradiegue, a mi madre Virginia Revollo, por las correcciones de redacción y ortografía, Ximena Maradiegue por las sugerencias y darme a conocer la existencia de la carrera de biología y a Kathrin Barboza.
Al Dr. Javier Simonetti y Lic. Teresa Tarifa, por sus valiosas sugerencias en este trabajo.

A las comunidades de Pajcha (Sra. Conchita M.), Pintu Mayu (Justiniano Arispe, Luis), Cruzani y Thola Pujru, del Parque Nacional Tunari.

Agradecerles por su colaboración y todas sus enseñanzas a los investigadores, Licenciados: Jennifer Cahill, Miltón Fernández, Eric Martínez, Magaly Mercado, Ivonne Martínez, Juan M. Lazcano, Freddy Navarro. También a todos los Investigadores, Docentes y amigos de la carrera de Biología con su Director Lic. Ricardo Sahonero.

Los compañeros auxiliares y amigos (as) del Centro de Biodiversidad, Herbario, biólogos (as) y amigos (as) de la Universidad, con los que pude compartir muchos viajes, nuevas experiencias, deporte (fulbito) y sobre todo tener su amistad. Además a todos los amigos en todo Bolivia y el exterior, conocidos en congresos, talleres, reuniones, cursos, etc. Al personal administrativo de la carrera, los amigos: Pancho, Godofredo, Lenny Cavero, Zaid, Eliana, a los Señores: Vicente (familia), Carlos, Gil, Félix, Jorge y Ernesto.

Para mis padres, **Edmundo y Virginia**, **hermanos** y a toda mi **Familia** que me apoyaron en todos los aspectos en el transcurso de mis estudios hasta su culminación.

Para mis abuelos: Pascual Revollo, María Luisa Herbas y mi bisabuela Carmen Herbas, que se encuentran en el cielo, pero siempre me alentaron en mis estudios y me dieron mucho cariño.

También a todos los mamíferos pequeños y plantas que me permitieron trabajar y entrar en sus hogares, para poder estudiarlos.

Un agradecimiento muy especial a la Virgen María y sobre todo a **DIOS.**

FICHA RESUMEN

En Cochabamba, la introducción de plantas exóticas (Eucalipto y Pino) constituye una preocupación primaria de conservación, al estar provocando la degradación de flora nativa como la kewiña (*Polylepis* spp.); la fauna nativa asociada a éstos hábitats intervenidos sufre las consecuencias y los pequeños mamíferos podrían resultar afectados. Durante mayo 2.004 / febrero 2.005, se evaluó la estructura y composición de pequeños mamíferos en cinco tipos de hábitats: *Polylepis* (PO), mixtos de *Polylepis-Eucalyptus* (PO-EU), *Polylepis-Pinus* (PO-PI) y plantaciones de *Eucalyptus* (EU) y *Pinus* (PI), de tres localidades (Pajcha, Pintu Mayu, Cruzani-Thola Pujru) del Parque Nacional Tunari; utilizándose trampas Sherman, con esfuerzo de 2.400 trampas/noche/hábitat y en todo el estudio 12.000 trampas/noche.

Se capturaron en total 312 individuos de dos familias: Didelphidae y Muridae con una y siete especies respectivamente. Los ensambles de pequeños mamíferos están compuestos por seis especies en *Polylepis* y *Eucalyptus* y cinco en los otros. Las especies *Phyllotis osilae* y *Oxymycterus paramensis*, presentan mayor abundancia relativa en todos los hábitats, representando a las especies dominantes y generalistas. Con abundancias intermedias se encontraron: *Akodon boliviensis*, *Bolomys lactens* y *Thylamys venustus*. Especies con pocos individuos capturados: *Andinomys edax*, *Oligoryzomys andinus* y *Rattus rattus*, esta última es una especie comensal introducida que puede desplazar comunidades de especies nativas.

En cuanto a la composición de especies, el hábitat mixto de (PO-EU) comparado con el de (PI) son los más similares. Respecto a la abundancia, los hábitats de (PO) versus (PO-EU), son los más similares y los hábitats de (PO-PI) versus (PO-EU) son los más diferentes. Las plantaciones de (EU) son las que tienen mayor diversidad y el hábitat mixto de (PO-EU), presenta la menor diversidad. Sin embargo estas diferencias respecto a los otros hábitats podría ser cuestión del azar al presentar valores en los índices de diversidad muy similares. De acuerdo al ($X^2C = 21,32 > X^2t = 9,48$), sí existe un efecto sobre la abundancia en algunos de los hábitats estudiados. También existen diferencias significativas y altamente significativas en la abundancia, cuando se realizan comparaciones múltiples entre pares de hábitats. Se observó un gradiente donde (PO) tiene la mayor abundancia de individuos de las diferentes especies respecto a otras comparaciones de hábitats, luego le siguen (PO-EU), (EU), (PI) y el de (PO-PI), que es el hábitat más diferente comparado con todos los otros.

La diversidad de pequeños mamíferos estaría negativamente comprometida, por pérdida de hábitat en bosques nativos por introducción de pino y en menor grado por eucalipto, sin embargo la presencia de algunas especies en hábitats de especies exóticas abre la oportunidad de realizar un manejo y utilizar dichos hábitats como buena alternativa de refugios de conservación de las especies presentes; pero dando mayor prioridad a la ejecución de proyectos de conservación **(protección, manejo y restauración) en los hábitats de especies nativas como la kewiña.**

ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág.

DEDICATORIA……...……...I
AGRADECIMIENTOS……II
FICHA RESUMEN……...…...IV
ÍNDICE DE CONTENIDO……...……....V
ÍNDICE DE FIGURAS..……...…...……IX
ÍNDICE DE TABLAS..……...…….....XI

1. INTRODUCCIÓN……...……1

2. OBJETIVOS……...…….……5
2.1. Objetivo general……...……...…….5
2.2. Objetivos específicos……...……...……..5

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA……...……..6
3.1. La Biodiversidad y su importancia……...……..6
3.2. Comunidades y ensambles…..…….....7
3.2.1. Características de las comunidades……..…….....8
3.2.2. Estructura de las comunidades……...…….8
3.3. Los bosques como hábitat y sus principales amenazas……....9
3.4. Los Bosques Altoandinos…….....11
3.4.1. Distribución de *Polylepis* spp……..……11
3.5. Los Mamíferos en bosques de *Polylepis* de Bolivia – Pequeños mamíferos altoandinos……...……..12
3.6. Principales amenazas a la Biodiversidad altoandina……...……...13
3.6.1. Amenazas a los bosques nativos……...……..13
3.6.2. Amenazas a la fauna nativa……...…..……...…14
3.6.2.1. Cacería……..…….…….....14
3.6.2.2. Destrucción del hábitat…….……..……15
3.6.2.3. Especies exóticas introducidas……..……..15
3.6.2.3.1. Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)……...……16
3.6.2.3.2. Pino (*Pinus radiata*)……...……18

3.6.2.4. Especies invasoras……..…….18
3.7. Pérdida de Biodiversidad…….....20
3.8. Conservación de la Diversidad – Bosques nativos…….…….22
3.8.1. Áreas Protegidas y Parques Nacionales - Conservación *in situ*……....24
3.8.2. Parque Nacional Tunari – Cochabamba-Bolivia…….25
3.9. Medidas de restauración y conservación de especies nativas……..……..27
3.10. Importancia de las plantaciones con especies nativas y exóticas…….31

4. MÉTODOS…….……...……33
4.1. Inicio del trabajo de campo…….…...…….……..33
4.2. Características de la zona de estudio…….....……...33
4.2.1. Parque Nacional Tunari.……...…….33
4.2.2. Localidades de estudio..……..33
4.2.3. Límites y superficie…….35
4.2.4. Clima y Vegetación……..35
4.2.5. Fisiografía y geomorfología…….……...……35
4.2.6. Edafología……...……...…..36
4.2.7. Ecología…...…….……...….37
4.3. Descripción de los hábitats estudiados……...…….…….38
4.3.1. Características del hábitat de los fragmentos de bosques de Kewiñas (*Polylepis besseri)*…….……..…….…….....38
4.3.2. Características del hábitat de los fragmentos de bosques mixtos de Kewiña - Eucalipto (*Polylepis-Eucalyptus*)……..…….40
4.3.3. Características del hábitat de los fragmentos de bosques mixtos de Kewiña - Pino (*Polylepis-Pinus*)…….……...…41
4.3.4. Características del hábitat de los fragmentos de plantaciones de Eucaliptos (*Eucalyptus globulus)*…...……..……...43
4.3.5. Características del hábitat de los fragmentos de plantaciones de Pinos (*Pinus radiata)*…..……....……44
4.4. Evaluación de pequeños mamíferos terrestres (Roedores y Marsupiales)…...45
4.4.1. Muestreo……..……..……..45
4.4.2. Procesado de los individuos capturados……...…….47
4.4.2.1. Determinación del sexo y la edad……..……..49

4.5. Análisis de datos…….……...…….50

5. RESULTADOS ……..…….....54
5.1. Composición de los ensambles……..……54
5.1.1. Orden Didelphimorphia - Familia: Didelphidae……..……...54
5.1.1.2. *Thylamys venustus*……...…….54
5.1.2. Orden Rodentia - Familia Muridae - Subfamilia Sigmodontinae……..…55
5.1.2.1. *Akodon* cf. *boliviensis*……....55
5.1.2.2. *Andinomys edax*….……..…….56
5.1.2.3. *Bolomys lactens*…….……...…….57
5.1.2.4. *Oligoryzomys andinus*..……...…….…….58
5.1.2.5. *Oxymycterus paramensis*.....59
5.1.2.6. *Phyllotis osilae*…..……61
5.1.3. Orden Rodentia - Familia Muridae - Subfamilia Murinae ……..……..……62
5.1.3.1. *Rattus rattus*……..62
5.2. Riqueza y composición de especies por tipo de hábitat……...……...67
5.3. Abundancia Relativa……...…….....69
5.4. Diagramas rango-abundancia de pequeños mamíferos en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari…….....72
5.5. Índices de diversidad de pequeños mamíferos en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari……..…….73
5.6. Índices de similaridad de especies…….……73

6. DISCUSIONES…….…...…….….75
6.1. Estructura y Composición de Ensambles…….……..….75
6.2. Abundancia y Dominancia de especies……..……..77
6.3. Especies introducidas de *Rattus rattus*……..79
6.4. Riqueza y Abundancia…….…….....80
6.5. Especies vegetales exóticas……..…….…….83

7. CONCLUSIONES……...…….....86
8. RECOMENDACIONES……...…….……...88
9. BIBLIOGRAFÍA……...……....91
10. ANEXOS…….……...……106

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. a) Imagen satelital de las sub-cuencas Pajcha, Pintumayu, Thola Pujru y Khora (cerca Localidad de Cruzani) en el Parque Nacional Tunari (PROMIC). Localidades: b) Cruzani; c) Pintu Mayu y d)Pajcha……..……34

Figura 2. Hábitat de bosques de Kewiñas (*Polylepis besseri)*-Localidad Pintu Mayu…….……..……39

Figura 3. Hábitat de bosques de kewiña - eucalipto *(Polylepis-Eucalyptus)* - Localidad Pintu Mayu.……....……41

Figura 4. Hábitat de bosques de kewiña - pino (*Polylepis-Pinus*) – Localidad Pintu Mayu……...……42

Figura 5. Hábitat de plantaciones de Eucaliptos (*Eucalyptus globulus)* – Localidad de La Pajcha…….....…..…….43

Figura 6. Hábitat de Plantaciones de Pinos (*Pinus radiata*) – Localidad Cruzani - Thola Pujru……..……..44

Figura 7. Trampa Sherman de captura viva.……..46

Figura 8. Disposición de las trampas en las grillas de muestreo..…….....46

Figura 9. Pasos del marcaje con arete numerado (eartags) de un individuo de la especie *Phyllotis osilae* ……..…….....47

Figura 10. Vista dorsal (a) y ventral (b) del cráneo de *Andinomys edax*…….....48

Figura 11. Toma de datos y mediciones de un individuo de *Phyllotis osilae*…...….....49

Figura 12. Determinación del sexo en individuos de: a) hembra de la especie *Phyllotis osilae* y b) macho de la especie *Thylamys venustus*……..……..……50

Figura 13. Individuos adultos de las especies: a) y b) *Thylamys venustus* y c) *Akodon* cf. *boliviensis*…….…..……64

Figura 14. Individuos adultos de las especies: a) *Andinomys edax*, b) *Bolomys lactens* y c) *Oligoryzomys andinus*.…….……..….65

Figura 15. Individuo juvenil de la especie: *Oxymycterus paramensis* e individuos adultos de: b) *Phyllotis osilae* y c) *Rattus rattus*……..66

Figura 16. Curva de Acumulación de especies en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari.……..…68

Figura 17. Diagrama Rango - Abundancia de pequeños mamíferos en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari.…….……72

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Riqueza y Abundancia de pequeños mamíferos presentes en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari. ……..……...…67

Tabla 2. Estimadores de Riqueza de especies en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari ……..……...……..……69

Tabla 3. Abundancia relativa de pequeños mamíferos en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari (100 trampas/noche).……70

Tabla 4. Test de chi-cuadrado (X^2), para las abundancias en los diferentes hábitats……...70

Tabla 5. Contrastes de un grado de libertad de las abundancias entre cada uno de los cinco hábitats estudiados……..……71

Tabla 6. Índices de diversidad de pequeños mamíferos en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari……..…….73

Tabla 7. Índices cualitativo y cuantitativo de Sorenson de pequeños mamíferos en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari……..…….74

1. INTRODUCCION.

Los ecosistemas más amenazados en las zonas altoandinas de Sudamérica, son los bosques de *Polylepis* spp. (FJELDSÅ & KESSLER, 1996). Siendo endémicos de esta parte del continente (SIMPSON, 1979), estando sometidos a fuertes presiones antrópicas (HENDERSON *et al.*, 1991). Los bosques de *Polylepis* mantienen especies únicas de plantas, algunas endémicas y presentan una gran diversidad de formas de vida, que van desde epífitas hasta hierbas (FJELDSÅ & KESSLER, 1996).

Según FJELDSÅ & KESSLER (1996), existe un enorme contraste entre el interior de los bosques de Kewiña y el hábitat que lo rodea, constituidos generalmente por pastizales. Por lo que en general, estos bosques poseen una alta diversidad, especialmente de aves y mamíferos (TARIFA & YENSEN, 2001). Los árboles nativos son ventajosos debido a su resistencia general a enfermedades y condiciones climáticas locales extremas, debido a su coadaptación con las comunidades locales de otras plantas. Juntas, estas plantas forman las bases naturales para la producción y la protección del suelo, captación de agua y otros servicios ambientales (FJELDSÅ & KESSLER, 2004).

Entre las principales amenazas para la persistencia de los bosques de *Polylepis*, se encuentran la destrucción y fragmentación de los bosques, el incremento de la frontera agrícola y la introducción de especies forestales exóticas, con fines de reforestación para la protección de cuencas (PREFECTURA, 2003). Por la influencia humana, los bosques de *Polylepis* han sufrido cambios drásticos en su estructura, extensión y composición específica, y se definen como un “mosaico de pastizales y bosques”; formando áreas de bosques de *Polylepis* ralos, abiertos o muy abiertos intercalados con pastizales, aunque estos últimos deben calificarse como fases de sucesión vegetativa (FJELDSÅ & KESSLER, 1996; NAVARRO, 1997). Por su gran importancia es que los bosques de *Polylepis* tienen representación en diferentes áreas protegidas de extensiones variables, tales como Sajama, Eduardo Avaroa, Sama, Tariquia, Ulla Ulla, Carrasco, Tunari, Cotapata y Amboró, todas las cuales juegan un importante rol en la recuperación de su hábitat y la conservación de la biodiversidad (YENSEN & TARIFA, 2000).
En Cochabamba se encuentra el Parque Nacional Tunari (PNT) donde *Polylepis besseri subtusalbida* es la especie más representativa y se encuentra distribuida en la cordillera de Cochabamba desde los 3000 hasta los 4100 m.s.n.m., sobre el piso superior de los Bosques

Secos Interandinos (IBISCH & MERIDA, 2003). Este parque se creó para la protección y conservación de suelos, control de la erosión, regulación del régimen de torrenteras y preservación de los recursos hídricos (PREFECTURA DE COCHABAMBA, 2003). Es así que en los años 60 se inició la forestación con *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, para estabilización y control de cuencas con la cooperación Suiza (SDC/COSUDE). Esta actividad fue realizada sin considerar las posibles consecuencias ecológicas para los bosques nativos (ANDERSEN *et al.*, 1999). Cientos de hectáreas dentro el Parque Nacional Tunari han sido plantadas con *Eucalyptus* y *Pinus*, a menudo directamente dentro de los bosques de *Polylepis* existentes en el parque (CRESPO, 1989). Consecuentemente según ZARATE & AGREDA (EN PRENSA), estos bosques están siguiendo un proceso de fragmentación por efectos o causas antropogénicas.

La mayor parte de la reforestación se hace comúnmente con *Eucalyptus globulus*, esta especie ha sido introducida en Bolivia en la década de los 60 y actualmente está bien establecida, incluso la mayoría de los bolivianos creen que es una especie nativa. Esta especie es valiosa en la región porque permite solucionar problemas de escasez de madera en los andes. Sin embargo sus efectos ecológicos negativos hacen difícil su uso para combatir la erosión a través de sistemas de agroforestería (FJELDSÅ & KESSLER, 2004). El *Eucalyptus spp*. tiene un alto consumo de agua, esto lleva a la eliminación de especies del sotobosque como pastos y arbustos, que son importantes como forraje para animales y para prevenir la erosión (FJELDSÅ & KESSLER, 2004). Además, las hojas contienen toxinas alelopáticas, son de muy lenta descomposición, los suelos donde crecen presentan elevados niveles de acidez y son pobres en nutrientes (FJELDSÅ & KESSLER, 1996).

El pino (*Pinus radiata*), es una especie originaria de California, Estados Unidos. Introducida en Sudamérica en el siglo XIX como especie ornamental, posteriormente fue utilizada para el control de la erosión y protección de cárcavas. En Bolivia, durante la década de 1970 comenzó a ser plantada masivamente con fines industriales y con la ayuda de diversos planes gubernamentales se incentivó la forestación con dicha especie (HJARSEN, 1997; HJARSEN, 1998).

La práctica de sustitución de los bosques nativos de *Polylepis* es evidente en el Parque Nacional Tunari, 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 (BALDERRAMA & RAMIREZ, 2001; FJELDSÅ & KESSLER, 2004; ROCHA, 2006). Las plantaciones de *Eucalyptus* y *Pinus* no mantienen el mismo nivel de biodiversidad que bosques de *Polylepis* y bosques mixtos de especies nativas (FJELDSÅ & 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).

Más del 80% de las especies de mamíferos están amenazadas por la destrucción de su hábitat (TARIFA, 1996; VARGAS & SIMONETTI, 2004). Dada la importancia de este grupo, grandes esfuerzos se han realizado por conocer la diversidad de mamíferos de Bolivia (ANDERSON, 1993; 1997). La gran diversidad de este grupo de vertebrados alcanza a las 365 especies nativas registradas hasta el momento, de las cuales 35% son pequeños mamíferos y marsupiales (SALAZAR-BRAVO *et al*., 2003). A pesar de ello, pocos estudios han evaluado la distribución de especies (TARIFA & YENSEN, 2001), abundancia poblacional (VARGAS, 2001; 2005), composición y estructura de comunidades (MOYA, 2003) y la estructura trófica de pequeños mamíferos en bosques de *Polylepis* (YENSEN & TARIFA, 1993; 2002).

Las comunidades o ensambles de pequeños mamíferos son un componente trófico importante del ecosistema y su contribución tiene mucho significado para el desarrollo de las especies de mayor tamaño y la diversidad funcional dentro del bosque (CAREY & JOHNSON, 1995; MICHAEL, 1995; MILLER *et al*., 2004). Los pequeños mamíferos pertenecen a diferentes gremios, existiendo: herbívoros, granívoros, insectìvoros y omnívoros, pudiendo de esta forma modificar la estructura de las comunidades en las que habitan (MERCADO & MILLARES, 1991; YENSEN & TARIFA, 1993; JAKSIC, 2001). Además son presas de carnívoros como zorros, felinos, aves de rapiña y reptiles, por lo que alteraciones en sus abundancias podrían afectar las poblaciones de estos carnívoros (MERCADO & MILLARES, 1991; YENSEN & TARIFA, 1993). Por cuanto los pequeños mamíferos cumplen un rol importante en muchos procesos naturales de los ecosistemas (SALAZAR-BRAVO *et al.*, 2003).

En ambientes perturbados los pequeños mamíferos serían los más afectados debido a su poca capacidad de dispersión, comparada con la que muestran aves y mamíferos grandes (MERCADO & MILLARES, 1991). Los pequeños mamíferos podrían brindar información importante sobre el estado de los bosques nativos, así como de la condición de los hábitats de especies introducidas de *Eucalyptus* y *Pinus*, que reemplazaron a los hábitats nativos (HJARSEN, 1997). Conociendo las especies propias del lugar y la biología de éstas, recién podremos prevenir la desaparición de muchas especies que se hallan amenazadas por la pérdida de sus hábitats debido principalmente a actividades antropogénicas. En este caso se ha evaluado muy poco en Bolivia respecto al efecto de la introducción de especies exóticas sobre la diversidad de pequeños mamíferos (HJARSEN, 1997). Con toda esta información, podremos obtener elementos de juicio y tomar decisiones para prácticas de manejo apropiadas en bosques nativos y plantaciones forestales; también promover la conservación, valoración de ecosistemas andinos y plantaciones forestales con especies introducidas.

En el presente estudio se evalúan los cambios en la composición y estructura del ensamble de especies de pequeños mamíferos terrestres en un gradiente de hábitats de bosques nativos, hábitats mixtos (nativos con plantaciones exóticas) y hábitats solamente de plantaciones de especies exóticas. Por cuanto, si la introducción de especies forestales exóticas tiene consecuencias sobre la fauna de pequeños mamíferos terrestres, entonces la diversidad (Riqueza y Abundancia) serán diferentes entre plantaciones puras de (*Pinus radiata, Eucalyptus globulus*), en hábitats mixtos (especies nativas y exóticas) y bosques nativos de *Polylepis besseri*.

2. OBJETIVOS.

2.1. OBJETIVO GENERAL.

Evaluar los cambios debido a la introducción de especies exóticas (eucalipto y pino), sobre la diversidad de pequeños mamíferos terrestres en cinco tipos de hábitats: Bosques nativos de *Polylepis besseri* (kewiña), bosques mixtos de *Polylepis-Eucalyptus* (kewiña-eucalipto) y *Polylepis-Pinus* (kewiña-pino), plantaciones forestales de *Eucalyptus globulus* (eucalipto) y de *Pinus radiata* (pino), del Parque Nacional Tunari.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

* Caracterizar la composición y estructura de los ensambles de pequeños mamíferos terrestres, en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari.

* Estimar la abundancia relativa de pequeños mamíferos terrestres, en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari.

* Estimar y comparar la diversidad entre los cinco diferentes hábitats estudiados en el Parque Nacional Tunari.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

3.1. La Biodiversidad y su importancia.

La biodiversidad o diversidad biológica es la variabilidad de organismos vivos de cualquier orígen, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos, así como otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprendiendo la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (BEDREGAL, 2003). La diversidad engloba al número total de especies en la comunidad (riqueza de especies) y cuantos individuos están distribuidos en los mismos (KIKKAWA & ANDERSON, 1986). Además la diversidad biológica es el sistema de interacciones entre la variedad de las formas de vida, en diferentes niveles de organización y posibles combinaciones entre organismos. Podemos encontrar diversidad de ecosistemas, la cual consiste en la variedad y frecuencia de los mismos; diversidad de especies en un área, que consiste no sólo en el número de especies sino también en la importancia de cada especie en la comunidad y la diversidad genética, que se refiere al número de genes y a la frecuencia con la que aparecen en una población (CRESPO, 1994).

Bolivia presenta características ecológicas muy diversas relacionadas con una gama amplia de factores geográficos, fisiográficos y climáticos, de ahí la gran variedad de ambientes (MONTES DE OCA, 1982). La alta riqueza de especies está en directa relación con la variedad de biomas y la presencia de ecotonos que convergen en Bolivia (MARCONI, 1992). De ahí que se la considera un área de alta diversidad, ya que está incluida entre los doce países de más alta biodiversidad en el mundo (POTESS, 1991). 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 (CEBALLOS & SIMONETTI, 2002). 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).

3.2. Comunidades y ensambles.

Una comunidad es la suma o conjunto de especies o de poblaciones animales, vegetales u organismos que viven en un área definida o hábitat definido, llamada biotopo, las cuales están interrelacionadas y que coexisten en un espacio y tiempo determinados (KREBS, 1985; TURNER & GARDNER, 1991; MATA, 1998). Estas poblaciones, se hallan muy relacionadas por interacciones de competencia, comensalismo, depredación, epibiosis, simbiosis y parasitismo. El dinamismo de una comunidad depende de los cambios que ocurran en cada una de las poblaciones que la integran (MATA, 1998). La comunidad es un conjunto de poblaciones interactuantes de todos los niveles tróficos presentes en un área y tiempo dados, también incluye los ensambles animales y las asociaciones vegetales en su acepción más amplia, tomando en cuenta los cinco reinos (JAKSIC, 2001). La ecología de comunidades estudia los fenómenos que ocurren entre un grupo de poblaciones de distintas especies que habitan sincrónicamente en un mismo lugar. Este nivel de análisis permite entonces conocer como interactúan diferentes especies y como estas interacciones producen modificaciones en sus ecologías individuales y poblacionales. Es a este nivel de análisis donde cobran sentido las preguntas de ¿por qué?, hay algunas especies más abundantes que otras, más ampliamente distribuidas que otras, y ¿por qué?, hay más especies en algunos lugares que en otros (JAKSIC, 2001).

Un ensamblaje de especies es un conjunto de animales que pueden o no interactuar directa o indirectamente y que coinciden en el espacio y el tiempo. La ecología de comunidades no se interesa mayormente por ensamblajes no interactuantes y su mayor énfasis está en aquellos en los cuales se percibe algún grado de estructura comunitaria (JAKSIC, 2001).

3.2.1. Características de las comunidades.

Posee un conjunto de atributos que no residen en cada una de las especies que la componen y sólo tienen significado con referencia al nivel de integración comunitario. Serían: la Diversidad de especies, que no es más que el número de especies de animales y plantas que viven en dicha comunidad; Estructura y formas de crecimiento, referida a la descripción de una comunidad, conforme a categorías de formas de crecimiento como: árboles, arbustos, hierbas y musgos, éstas formas determinan la estratificación, o la disposición vertical en capas de la comunidad; Predominio, referida a las especies dominantes, las cuales son unas cuantas y ejercen control sobre las demás por su tamaño, número de individuos o sus actividades; Abundancia relativa, referido a la medición de proporciones relativas de diferentes especies que componen una comunidad y Estructura trófica, referida a las relaciones alimenticias entre las especies, determinando un flujo de energía, desde las plantas a los herbívoros, llegando a los carnívoros y otros grupos (KREBS, 1985).

Las comunidades se pueden caracterizar de la siguiente manera. La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, también llamada diversidad intra-hábitat o local (WHITTAKER, 1972; FEINSINGER, 2003). La diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, también puede entenderse como la diversidad entre hábitats (WHITTAKER, 1972; FEINSINGER, 2003). La diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de la diversidad alfa como de la diversidad beta; también denominada diversidad regional (WHITTAKER, 1972; FEINSINGER, 2003).

3.2.2. Estructura de las comunidades.

La estructura de las comunidades es la estructura física ó biológica, la primera es todo lo que observamos en una comunidad como por ejemplo en un bosque: la estructura primaria serían los árboles grandes y la secundaria serían los arbustos y hierbas que forman parte del sotobosque; el suelo constituye la matriz para las interacciones radiculares de todas estas plantas, y los animales de esta comunidad se distribuyen en la estructura definida por las plantas y el suelo (KREBS, 1985).

La estructura biológica comprende la composición y abundancia de las especies, los cambios temporales en las comunidades y las relaciones entre las especies de una comunidad, y depende en parte de su estructura física. Ambos aspectos de la estructura de la comunidad, influyen intensamente en su funcionamiento (KREBS, 1985).

3.3. Los bosques como hábitat y sus principales amenazas.

El bosque por definición de la Ley General Forestal de 12-julio-1996-Nº 1700 (GACETA OFICIAL DE BOLIVIA, 1996), es el sistema ecológico conformado por la tierra con cubierta vegetal natural o cubierta vegetal creada por el hombre que no sea de tipo agrícola, y que cuente con recursos hidrológicos y población animal silvestre, que proporcionen productos forestales y/o cumplan funciones intangibles (MARCONI, 1992). Es un ecosistema vegetal caracterizado por sus especies maderables de regular a gran tamaño. Cobija un gran número de especies animales que dependen de él (MATA, 1998). Los bosques naturales almacenan mayores cantidades de carbono que las plantaciones forestales y proveen mayores beneficios a la biodiversidad. Promover la protección de los bosques, especialmente aquellos ya en etapas clímax de sucesión, evita la emisión del carbono contenido en el sumidero. Estos bosques sufren amenazas alarmantes para su conversión a otros usos de la tierra (MÁRQUEZ & ROY, 2000).

La vegetación constituye la parte más visible de los sistemas ecológicos, y por su modo de vida arraigado al sustrato, expresa en forma de estructuras de composición diversa las interacciones complejas entre suelos, agua, rocas, clima y usos humanos. Por eso es el principal subsistema organizador del paisaje y del conjunto del ecosistema. (NAVARRO & MALDONADO, 2002). Los bosques desempeñan un papel local, regional y global en la regulación del ciclo climático, contribuyen a impulsar los sistemas generales de circulación de la atmósfera, influencian sobre las pautas generales de la precipitación, impiden fluctuaciones extremas de temperatura, concentran mayor humedad, y en general favorecen condiciones climáticas menos variables que en áreas sin bosque, además de funcionar como un soporte y mantenimiento de la diversidad biológica (MARCONI, 1992).

En el bosque intervenido, cuya estructura ha sido alterada y en el bosque implantado, cuya estructura es simplificada, está permitido el ingreso y la permanencia de otros organismos y toda variación numérica repercute sensiblemente sobre otra. Cuando el hombre interviene se hace parte directa o indirectamente de los niveles tróficos como un consumidor de primer o segundo orden y transforma los componentes bióticos y abióticos. Generando la desaparición progresiva de los ecosistemas estables. La evolución puede reemprender su curso interrumpido pero esto no es posible en casos extremos (MARCONI, 1992).

Un Hábitat se define como el lugar o ambiente en el que existe naturalmente o vive un organismo, una población, o unidad ambiental de características definidas más o menos constantes, es considerado como el hogar de determinados organismos (CRESPO, 1994; BEDREGAL, 2003). Medio, entorno ó conjunto de condiciones naturales, que se halla en un biotopo en el que existe y el lugar mismo en que vive y se desarrolla una especie de planta, animal u otros organismos vivos, donde se (PARRA, 1984; MATA, 1998). Aquella parte del medio ambiente en la cual se establecen los intercambios inmediatos ente el hombre y los recursos que le son esenciales para cumplir con sus funciones vitales (CRESPO, 1994).

La Fragmentación del hábitat es el proceso por el cual una superficie grande y continua de hábitat queda reducida en área y dividida en dos o más fragmentos (SHAFER, 1990; REED *et al*., 1996). La destrucción de un hábitat puede dejar tras sí un mosaico de fragmentos de hábitat separados por una matriz de paisaje altamente modificado o degradado. Casi todas las reducciones de la superficie de hábitat van acompañadas de fragmentación. Los fragmentos de hábitat difieren del original de dos maneras significativas: 1) los fragmentos tienen más longitud de hábitat de borde o margen con respecto al área total del hábitat, y 2) el centro de cada fragmento de hábitat está más cerca del margen (PRIMACK, 1993; PRIMACK *et al*., 2001).

La fragmentación a) puede limitar el potencial de dispersión y colonización de una especie, lo que originará que con el tiempo el número de especies del fragmento de hábitat disminuya, reduciendo la capacidad de obtener alimento por parte de los animales nativos; b) podría precipitar la reducción y extinción de una población a causa

de la división de una única población de distribución amplia en dos o más subpoblaciones de distribución restringida (PRIMACK, 1993; PRIMACK *et al*., 2001).

3.4. Los Bosques Altoandinos.

3.4.1. Distribución de *Polylepis* spp.

El género *Polylepis* (Rosacea) está ampliamente distribuido en la cordillera de los Andes (KUMAR, 2000). Estudios más recientes señalan al género *Polylepis* (Rosácea) que está presente desde Venezuela hasta Argentina, con un total de 26 especies, distribuidas en siete países, se reconoce actualmente una especie para Venezuela, tres en Colombia (una endémica), siete en Ecuador (dos endémicas), 14 en Perú (tres endémicas), 13 en Bolivia (cuatro endémicas), dos en Chile y cuatro en Argentina (una endémica) (KESSLER & SCHMIDT, 2005). Existe una mayor amplitud ecológica para algunas especies de *Polylepis*; estimándose que la cobertura potencial para estos bosques fue de aproximadamente 52.000 km^2, o sea un 19% de la región altoandina de Bolivia, de los cuales 5000 km^2 estaban en la Cordillera Occidental y cerca de 47000 km^2 en la Cordillera Oriental. Mucha de la superficie originalmente cubierta con *Polylepis* permanece en la Cordillera Occidental y sólo cerca de 630 km^2 sobrevive en la Cordillera Oriental (KESSLER, 1995; FJELDSÅ & KESSLER, 1996; TARIFA & YENSEN, 2001).

Los bosques de *Polylepis*, endémicos de los Andes, pertenecen a los ecosistemas boscosos más amenazados de Sudamérica. En Bolivia el área que todavía persiste, abarca solamente el 10% de su área potencial. El análisis de la estructura de la vegetación, la composición florística, y de los factores de los hábitats más importantes muestran que, en la actualidad, el sotobosque de los remanentes de *Polylepis* en la región de Cochabamba está compuesto de especies propias de pastos, barbechos y formaciones arbustivas (KESSLER, 1995).

Las especies de kewiña ocupan diferentes nichos ecológicos en relación a elevación y humedad. Sólo ocasionalmente ocurren dos o más especies en un mismo lugar. Esta diferenciación ecológica corresponde a la filogenia del género, con las especies basales en hábitats húmedos a bajas elevaciones y las especies más especializadas a mayores elevaciones y en hábitats áridos (KESSLER, 2000). Otros indican que la actual

distribución de matorrales altoandinos de *Polylepis* en los Andes centro-sur se explicaría como resultado de cambios y oscilaciones climáticas en el pasado (BAIED, 2000).

3.5. Los Mamíferos en bosques de *Polylepis* de Bolivia - Pequeños mamíferos altoandinos.

Existe muy poco conocimiento sobre las especies de mamíferos de los bosques de *Polylepis* y esto hace casi imposible comprender su historia natural, ecología y lo que es más grave su estado de conservación. Siendo los bosques de kewiña un hábitat altamente amenazado y fragmentado, el estudiar la fauna de mamíferos de estos bosques es muy importante (TARIFA & YENSEN, 2001). Es así que generaron una lista previa de mamíferos no voladores presentes en estos bosques y también trabajaron en hábitats adyacentes a *Polylepis* como: Puna, Valles secos y Yungas (YENSEN & TARIFA, 2002). El estudio sobre los mamíferos del Parque Nacional Sajama, es la única investigación publicada. En ese trabajo se propusieron dar respuesta a aspectos como: conocer aquellos mamíferos de los bosques de *Polylepis* y los hábitats adyacentes para determinar si alguna especie de mamífero no volador está restringido a estos bosques o depende de ellos. Identificar áreas prioritarias para la conservación en los bosques de *Polylepis* y determinar si los efectos de borde y otros procesos asociados a la fragmentación estaban afectando a estos bosques (YENSEN & TARIFA, 2000).

Para esto se trampeó e inventarió en las dos cordilleras: Occidental y Oriental, con altitudes entre 3200 hasta los 4500 m. de elevación. Se generó una lista preliminar de 33 especies de mamíferos que se encuentran en los bosques de *Polylepis*. Habiendo especies de los siguientes grupos: **Marsupiales, Roedores Múridos**, Roedores caviomorfos, Carnívoros y Artiodáctilos (YENSEN & TARIFA, 2002).

3.6. Principales amenazas a la Biodiversidad altoandina.

3.6.1. Amenazas a los bosques nativos.

En una amplia área de la región altoandina de Bolivia, los bosques de *Polylepis* han sido reemplazados por los tipos de vegetación que constituyen la puna, dando lugar a pastizales formados por gramíneas perennes en fascículos o por arbustos (FJELDSÅ & KESSLER, 1996; TARIFA & YENSEN, 2001). La destrucción del bosque tiene como

uno de los orígenes al fuego o quema, que durante varios siglos fue utilizado para ampliar campos agrícolas (HENSEN, 2002). Todos los procesos de deforestación, como extracción de leña, madera, quema de bosques con diferentes fines y otro tipo de actividades, que reduzcan la vegetación, traen como consecuencia cambios en la composición de flora y fauna, en las características climáticas y edáficas de la región, siendo generalmente cambios negativos que si continúan a este ritmo pueden tornarse irreversibles (RAMÍREZ, 2003).

En la mayoría de los Andes tropicales, *Polylepis* naturalmente formaría la línea de árboles a elevaciones entre 4000 m. y 5000 m. Sin embargo, miles de años de actividades humanas, sobre todo quema de pastizales, pastoreo y la extracción de madera, han ocasionado la paulatina desaparición de más del 90% de los bosques de *Polylepis*. Este probablemente fue un problema ecológico ya en períodos preincaicos y conllevó la protección de bosques durante el incanato. Sin embargo, las técnicas agrícolas sostenibles desarrolladas en ese período fueron perdidas tras la conquista. Actualmente, el impacto humano es más intenso en regiones semiáridas hasta semihúmedas, que corresponden a las zonas más apropiadas para la agricultura. En tales regiones, más del 99% de los bosques han desaparecido y sobreviven mayormente en lugares protegidos, tales como paredes rocosas, roquedales o a lo largo de arroyos. Por lo tanto, la mayoría de los rodales de *Polylepis* existen en zonas o muy húmedas o muy áridas (KESSLER, 2000).

El repoblamiento forestal es un eufemismo con el que se conoce el conjunto de técnicas de destrucción de la vegetación natural, la roturación y aterrazamiento de laderas y la plantación de monocultivos madereros de especies forestales de crecimiento rápido, fundamentalmente pinos exóticos y eucaliptos, con la exclusiva finalidad de obtener madera y pasta de papel (PARRA, 1984). En nuestro país existe un conocimiento relativamente escaso sobre bosques nativos andinos, principalmente sobre su cuantificación y caracterización, como son los bosques de *Polylepis*, los cuales son considerados como bosques relictuales por su limitada extensión actual, a pesar de que juegan un rol muy importante en los frágiles ecosistemas altoandinos (PROBONA, 1996).

3.6.2. Amenazas a la fauna nativa.

En Bolivia, los niveles y las formas de uso de los recursos de vida silvestre son diferentes entre regiones. Dependiendo del área geográfica tanto la composición de las comunidades de mamíferos, como las formas de uso cambian, varias formas en las que la actividad humana amenaza a la fauna de mamíferos silvestres; pudiendo agruparse en actividades cinegéticas y destrucción del hábitat (SALAZAR-BRAVO *et al*., 2002). Además de las ya mencionadas como: destrucción del medio, explotación excesiva, estaría la de los efectos causados por la introducción de especies exóticas y peor si estas se vuelven especies invasoras (UICN-PNUMA-WWF, 1980; PRIMACK, 1993; PRIMACK *et al*., 2001).

3.6.2.1. Cacería.

La cacería es una actividad que si no es regulada adecuadamente irá en detrimento de la vida silvestre, existen diferentes tipos de cacería, los cuales tienen diferentes impactos sobre las poblaciones de mamíferos silvestres; se pueden diferenciar por lo menos dos tipos de caza: subsistencia: practicada por etnias culturales y colonos. Por otra parte la cacería practicada para el comercio, la cual produce un impacto más severo sobre todo en especies más cotizadas en el mercado nacional e internacional. También tomar en cuenta la caza de animales vivos con fines de exportación, cacería deportiva y caza con objetivos tradicionales entre los más conocidos (SALAZAR-BRAVO *et al*., 2002).

3.6.2.2. Destrucción del hábitat.

La pérdida de hábitats es la principal amenaza para la diversidad biológica, o sea para la mayoría de plantas y animales que actualmente están en peligro de extinción (PRIMACK *et al*., 2001), siendo otra forma directa en la que la actividad humana tiene impacto sobre la fauna, modificando y destruyendo el hábitat. Las estimaciones de deforestación que se han hecho no contemplan bosques no amazónicos como los de las estribaciones de la cordillera en el sur del país o el Bosque Boliviano-Tucumano, tampoco consideraron bosques altoandinos como los bosques y bosquecillos de

Polylepis y *Buddleja*. Causas más importantes para la deforestación serían: expansión de la frontera agrícola, sobrepastoreo (MORALES, 1990), también los efectos negativos de las especies exóticas y la sobreexplotación son otros factores importantes (PRIMACK *et al*., 2001). Los bosques de los flancos orientales de los Andes son considerados muy frágiles y cuando se encuentran sujetos a deforestación, los niveles de erosión hídrica son extremos, éstos actualmente son desplazados para construcción y ampliación de caminos (MORALES, 1990).

La pérdida de hábitat incluye la destrucción directa de hábitats y el daño a hábitats derivado de la contaminación y la fragmentación de hábitats (PRIMACK *et al*., 2001). También la alteración de hábitats puede entenderse como la conversión de ecosistemas naturales con alta diversidad a agroecosistemas con una diversidad mucho menor. La reducción de áreas naturales trae efectos en cadena como: fragmentación, reducción de las poblaciones, pérdida de la diversidad genética, vulnerabilidad de las especies y poblaciones a las enfermedades, cambios en la abundancia y composición de la biodiversidad, afectando el funcionamiento global de las comunidades y ecosistemas (MARCONI, 1992).

3.6.2.3. Especies exóticas introducidas.

Las especies exóticas o alóctonas son aquellas que son halladas fuera de su área de distribución debido a actividades humanas y la mayoría no llegan a establecerse allí donde se introducen porque el nuevo medio no satisface sus requerimientos. Pero, habrá que agregar que no todas las especies exóticas, introducidas son dañinas y en otros casos algunas de éstas pueden afectar algunos paisajes con más severidad que otras (FEINSINGER, 2003). En algunos casos se ha visto que pueden mejorar el valor nutritivo o la condición en un hábitat determinado como ser una pradera, otras pueden mejorar suelos mal drenados o con alto contenido de hierro, o en otros casos suelos de regiones áridas pueden adoptar a éstas (MARCONI, 1992).

Las áreas de distribución de muchas especies están restringidas por barreras ambientales o climáticas a la dispersión. Como consecuencia del aislamiento geográfico, la evolución ha seguido diferentes caminos en cada una de las principales regiones geográficas del mundo. Los seres humanos han alterado radicalmente este patrón

mediante el transporte de especies por todo el mundo. Antes en tiempos preindustriales se llevaba plantas de cultivo y animales domésticos a nuevas colonias y regiones agrícolas (PRIMACK *et al*., 2001). Ya en tiempos modernos, el número de especies introducidas deliberada o accidentalmente en áreas de las que no son autóctonas es muy elevado (VITOUSEK *et al*., 1996, en: PRIMACK *et al*., 2001).

Algunas actividades humanas, tales como la agricultura extensiva o las plantaciones forestales comerciales, crean perturbaciones tan extensas y catastróficas que destruyen el rico mosaico de pequeña escala (FEINSINGER, 2003). Creando cambios en la composición de la biodiversidad ya sea por introducción accidental o programada de especies, y se dan tanto en las islas como en las masas continentales (MARCONI, 1992).

Muchas introducciones ocurrieron así: Con la colonización europea, donde los mismos llevaron cientos de especies de vertebrados a lugares como Nueva Zelandia, Australia y Sudáfrica, para modificar el paisaje y proveerse de animales de caza (CARLTON & GELLER, 1993).

3.6.2.3.1. Eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Este género es de la familia Myrtaceae, que tiene en Bolivia, 18 géneros registrados, con aproximadamente 60 especies arbóreas. El género *Eucalyptus*, es de orígen australiano y de la región malaya, con más de 1000 especies, algunas cultivadas en América. Las especies cultivadas en Bolivia son: *Eucalyptus globulus*, *E. camaldulensis*, *E. viminalis* (KILLEEN *et al*., 1993). Los árboles del género *Eucalyptus*, son grandes o también presentes como arbustos (KILLEEN *et al*., 1993).

La especie *Eucalyptus globulus*, según MIATELLO (1918), es originario de las partes meridionales del Estado de Victoria y de Tasmania (Oceanía), donde fue descubierto en el año 1792 por Lebillardiere al formar parte de una expedición francesa. Al principio del siglo pasado se han hecho plantaciones de poca importancia en Europa y Africa. Pero, a mediados del siglo XIX, comenzó a difundirse el eucalipto en gran escala. Así es que fue introduciéndose en diferentes partes del mundo como en Europa meridional, Francia el año 1854, España 1865, también en la parte septentrional de Africa por los

mismos años, en el Asia meridional (India) el año 1843, en Norte América en 1856 (California), en Sudamérica (Brasil) fue plantado el año 1868, y luego en otros países.

La especie *Eucalyptus globulus* es de las tres especies mencionadas, la más común en Bolivia (MIATELLO, 1918; KILLEEN *et al*., 1993). Alcanza alturas prodigiosas, no siendo raros los árboles de 60 y 70 metros, pasando a veces los 100 metros. De desarrollo recto, no siempre simétrico, tronco liso, las hojas de la planta joven son opuestas, ovales y de color glauco, superficie pulverulenta y azulada; las hojas de la planta adulta, son lisas, alternas, coriáceas, largas, en forma de hoz. Las flores son grandes y están solas o en racimos de a tres. El fruto es grande, casi esférico, con cuatro cavidades, a veces tres o cinco. Las semillas son diminutas, angulosas y no alargadas (MIATELLO, 1918).

Según el uso, varias especies del género *Eucalyptus* son importantes en programas de forestación, por su madera y por su crecimiento rápido; usándose como madera para la industria forestal, en construcción de edificios, buques, puentes, ferrocarriles, muebles, postes para diferentes usos, instrumentos agrícolas, etc. Como leña donde se usa como combustible, producción de carbón. La corteza se usa sobre todo para la curtiembre, a causa del tanino que contiene, ya que Australia produce 50.000 toneladas de tanino por año. Las hojas se destilan y producen un aceite esencial de color verdoso, muy fugaz; también las hojas poseen importancia medicinal variable con muchas cualidades terapeúticas, sirviendo como fuente importante de oleorresinas utilizadas con fines farmacéuticos (MIATELLO, 1918; KILLEEN *et al*., 1993). Las flores son usadas por una variedad de insectos (MIATELLO, 1918).

3.6.2.3.2. Pino (*Pinus radiata*).

Este género pertenece a la familia Pinaceae, que presenta 12 géneros y cerca de 200 especies ampliamente distribuídas en el Hemisferio Norte, la mayoría crece en suelos pobres, ácidos y lugares húmedos o rocosos, gran parte de ellos son árboles, rara vez arbustos, los cuales son siempre verdes y resinosos. El género *Pinus*, tiene unas 90 especies originarias del Hemisferio Norte, distribuídas hasta Centro América, el norte de Africa, Filipinas y Sumatra (KILLEEN *et al*., 1993).

En Bolivia se cultivan cuatro a cinco géneros como ornamentales, especies forestales y para protección de cultivos y suelos; a nivel del género *Pinus*, las más conocidas y cultivadas son: *Pinus radiata*, que es originaria de California; *Pinus montezumae*, *P. patula* y *P. pseudostrobus* (KILLEEN *et al*., 1993).

Según el uso, las diferentes especies tienen importancia económica por proporcionar madera para construcciones, muebles, paneles, cajonería y objetos diversos; siendo la madera suave, blanca y fuertemente aromática, también usada como leña, pulpa para papel, algunas especies proporcionan resinas, aceites esenciales y alcohol. De las que la especie *Pinus radiata* es una de las más importantes y cultivadas por su crecimiento rápido, con fines ornamentales, forestales y protección de laderas (KILLEEN *et al*., 1993).

3.6.2.4. Especies invasoras.

Aquellas especies exóticas que llegan a establecerse fuera de su área de distribución llegando a instalarse en sus nuevas localidades se denominan especies naturalizadas y pueden convertirse en invasoras al aumentar en abundancia a expensas de las especies autóctonas. Las especies exóticas pueden llegar a desplazar a las nativas al competir por recursos limitados (PRIMACK, 1993; PRIMACK *et al*., 2001). También pueden alterar la estructura del bosque, composición y dinámica (HERBAS *et al*., 2006). Según el Dr. Grinell “De acuerdo con una ley biológica, bien conocida, la aclimatación de cualquier especie no nativa, si tiene éxito, está sujeta a ir seguida de la desaparición de algunas especies nativas, con las cuales viene a competir la especie exótica”. Además con la irremediable introducción de parásitos y enfermedades propias de estas especies (CABRERA & YEPES, 1960).

En especies animales también puede darse la depredación de especies exóticas sobre nativas hasta extinguirlas o alterar el hábitat. Muchas regiones de todo el mundo están afectadas por especies invasoras (PRIMACK, 1993; PRIMACK *et al*., 2001). La fragmentación de hábitats aumenta la vulnerabilidad de los fragmentos frente a invasiones de especies exóticas y plagas autóctonas, ya que en el margen de un bosque pueden establecerse fácilmente las plagas al ser un ambiente perturbado, aumentando

sus poblaciones y luego dispersándose por el interior del fragmento (PRIMACK *et al*., 2001).

Algunos casos de introducciones de especies exóticas que luego se volvieron invasoras, serían: 1) el carnívoro dingo, que acabó con el lobo de tasmania, alteró poblaciones de canguros, diablo de tasmania y otros marsupiales presentes en el continente de Oceanía (PALAUS, 1970). 2) En el lago Victoria, Africa oriental, se encuentra una de las faunas de peces endémicos más ricas del mundo, pero 250 de estas especies están en peligro de extinción a causa de la contaminación y la introducción de especies de peces exóticos que depredan a las especies endémicas (PRIMACK *et al*., 2001). 3) Con la horticultura y agricultura, ocurrió que muchas especies escaparon del cultivo y se han establecido en otros lugares, por otro lado la introducción de especies que pueden actuar como controladores de plagas que afectan a las cultivadas no siempre ha dado los resultados esperados y a veces la especie controladora introducida se ha convertido en plaga, pudiendo considerarse como especie invasora (CARLTON & GELLER, 1993). 4) Aquellas transportadas de forma accidental o involuntaria, como semillas de hierbas que se recogen con semillas comerciales; las ratas e insectos que viajan en barcos y aviones; también algas, invertebrados, pequeños peces, etc, que se trasladan también en barcos (CARLTON & GELLER, 1993).

La capacidad invasora de las especies exóticas se debe entre algunas razones: 1) Ausencia de depredadores naturales, plagas y parásitos en el nuevo hábitat; 2) Actividades humanas crean condiciones ambientales insólitas, como un aumento de los niveles de perturbación del suelo, una mayor frecuencia de incendios y un aumento de la disponibilidad de luz, lo que favorece a las especies exóticas, que encuentran más fácil adaptarse a tales condiciones que las especies nativas. Concentraciones más altas de especies exóticas invasoras se encuentran en hábitats más alterados por actividades humanas. Las especies exóticas invasoras pueden alcanzar una abundancia tan grande, dispersarse tan extensamente e integrarse de manera tan íntima en la comunidad que eliminarlas sería extraordinariamente difícil y costoso (PRIMACK, 1993; PRIMACK *et al*., 2001).

También podemos mencionar que las malezas exóticas, también un buen número de especies de plantas nativas oportunistas pueden ser buenos indicadores negativos, es así

que si observamos el aumento en la abundancia o diversidad de las plantas de este grupo indicaría una integridad ecológica alterada (FEINSINGER, 2003). Las especies invasoras pueden ocasionar una perturbación al ecosistema debido a que muchas veces se produce una extensión incontrolada, ocasionando la extinción de otras especies por efecto de la competencia, depredación o pérdida de hábitats (MARCONI, 1992). La invasión de plantas y animales exóticos constituye una preocupación primaria de conservación, tanto global como localmente. Los funcionarios invierten recursos y esfuerzos considerables en la erradicación de invasores exóticos (FEINSINGER, 2003).

3.7. Pérdida de Biodiversidad.

Se asume que los bosques de *Polylepis* alguna vez cubrieron grandes partes de los altos Andes y tuvieron un efecto positivo sobre el clima, haciéndolo más húmedo, moderando los extremos del mismo (FJELDSÅ & KESSLER, 1996). Sin embargo, aún la destrucción de pedazos pequeños puede tener consecuencias dramáticas negativas para la población local, y no existe ningún esfuerzo de conservación acerca de estas perspectivas. Como consecuencia de la pérdida de los bosques de *Polylepis*, los servicios ecosistémicos que brindan, por ejemplo podrían ocasionar que los pozos y ríos se sequen, la superficie del suelo puede ser erosionada en las pendientes, contaminación de ríos, abastecimiento de leña podría desaparecer, los derrumbes e inundaciones pueden destruir tierras agrícolas y caminos, los productos forestales se vuelven más escasos y caros, los animales de caza llegan a ser más raros por su disminución (RAMÍREZ, 2003).

Las modificaciones que el ser humano ha realizado en el paisaje a través de miles de años de interacción influyen intensamente sobre las interacciones de la biocenosis, es por tal razón que la vegetación actual presenta un mosaico de etapas seriales (DE LA BARRA, 1998), que no coincide en muchas áreas con la vegetación original, ni tampoco refleja el potencial climatológico-florístico de los bosques que podrían haberse desarrollado sin perturbación humana. Adherido a este problema está el efecto bioclimático de sombra de lluvia que es muy evidente en las laderas occidentales, generando como resultado la xericidad de estos valles, como también paisajes erosionados y esquilmados donde la diversidad biológica y el potencial productivo a

largo plazo se halla gravemente afectado, esto ha sido generado por el uso milenario "tradicional" (NAVARRO & MALDONADO, 2002).

Cuando se reduce el tamaño del hábitat y existe un mayor efecto de borde, existe un incremento de la presión humana que ocasiona una reducción del tamaño poblacional, cambios en interacciones ecológicas y procesos ecosistémicos, estos a su vez dan lugar a la pérdida en diversidad de especies y en diversidad genética por lo cual se produce una modificación de la biodiversidad (HERBAS *et al*., 2006). La mayor amenaza a la diversidad biológica está en la destrucción de los ecosistemas, constituyéndose en un problema ambiental que genera complicaciones para el desarrollo integral sostenible (ESCALANTE *et al*., 2000).

3.8. Conservación de la Diversidad - Bosques nativos.

El objetivo es conservar la diversidad genética de la flora y de la fauna existente en el territorio, el manejo sostenible de los bosques y el fortalecimiento de la administración de los parques nacionales y áreas protegidas, el aprovechamiento racional y la preservación de los recursos de biodiversidad para mejorar la calidad de vida de la población actual y futura (ESCALANTE *et al.*, 2000).

Los bosques de kewiña fueron una vez considerados como una clase de vegetación rara y especial de las laderas de barrancos rocosos y los roquedales (conocidos localmente como "salles") en las partes altas de los Andes. Ahora existe cada vez más evidencia de que esta ocurrencia muy localizada es causada por la actividad humana como el sobrepastoreo y el manejo de pajonales mediante quemas, restringiendo la vegetación maderable a hábitats especiales poco accesibles y que estos bosques fueron alguna vez ampliamente distribuidos y contiguos con los bosques nublados a menor elevación (FJELDSÅ, 2002). Las amenazas que enfrentan los bosques de kewiña son el sobre aprovechamiento para leña, incendios para rejuvenecer los pastos o llamado chaqueo, pastoreo por el ganado doméstico, nuevos cultivos, producción de carbón vegetal, quemas para eliminar refugios para predadores de ganado y prácticas forestales que valoran árboles exóticos sobre los nativos (YENSEN & TARIFA, 2000). Iniciativas

para evitar la extinción global de animales y plantas deben incluir apoyo para el uso sostenible de la tierra en estos lugares, además de la conservación tradicional por las áreas protegidas sin gente. Nuevas iniciativas de manejo de tierras tienen que proveer alternativas reales para el pastoreo extensivo basado en la quema regular y deben apoyar la reforestación con especies de árboles nativos (FJELDSÅ, 2002).

La protección del ecosistema de bosques de *Polylepis* constituye un problema diferente, ya que con excepción de algunas localidades en la Cordillera Occidental, prácticamente no sobreviven bosques vírgenes en Bolivia. Con base al alto grado de endemismo de aves amenazadas, se identificaron los rodales de la región de Cochabamba como los de mayor prioridad de conservación en Bolivia (FJELDSÅ, 1992; FJELDSÅ & KESSLER, 1996). FJELDSÅ & KESSLER (1996), estimaron que sobrevive el 10% de bosque nativo, por ello este bosque constituye uno de los hábitats más amenazados en Bolivia. Cerca de 5000 km^2 quedan en la Cordillera Occidental, menos de 600 km^2 en la Cordillera Oriental y se sospecha que la tasa de pérdida anual podría estar cerca del 5% anual.

Las actividades humanas están acelerando la extinción de muchas especies, sobretodo por la destrucción de hábitats (CRESPO, 1994). Existe una larga historia de degradación y destrucción de este tipo de hábitat pero actualmente en los fragmentos pequeños que quedan los efectos de degradación y destrucción se hacen más graves y estamos en el punto crítico respecto a la desaparición de los bosques. Los hábitats con bosques de *Polylepis* tienen gran importancia por muchas razones, entre algunas estarían que: son reservorios importantes para la biodiversidad, ya que por ejemplo más de 100 especies de plantas con valor medicinal, forrajero o religioso existen solamente en los bosques de *Polylepis*, aumentan la diversidad de mamíferos e insectos, para la gente, les sirven los bosques como fuentes de leña, materiales rústicos para la construcción, regulación de cuencas y flujo de agua, rompevientos, retención de minerales, efectos en microclimas, incremento de fertilidad de los suelos y otros servicios ecológicos (YENSEN & TARIFA, 2000). La diversidad biológica debe conservarse como una cuestión de principio pues todas las especies merecen respeto, independientemente de su utilidad para la humanidad. La conservación de la biodiversidad es también importante por consideraciones económicas y para mejorar nuestra calidad de vida. (CRESPO, 1994).

Existen varias leyes relevantes que protegen los bosques de *Polylepis*, incluyendo la Ley General Forestal de la Nación, Ley de Medio Ambiente y la Ley de la Biodiversidad, pero con estas leyes aparentemente no se está trabajando efectivamente en la protección de estos bosques y se requiere trazar e implementar una estrategia nacional coherente con este fin (YENSEN & TARIFA, 2000). Es así que surgen movimientos conservacionistas entre los que podemos mencionar estarían: LIDEMA (Liga de defensa del Medio Ambiente), PRODENA (Pro-defensa de la Naturaleza), CDC (Centro de Datos para la Conservación), FAN (Fundación amigos de la naturaleza) y otras (CEBALLOS & SIMONETTI, 2002).

Estrategias efectivas para la conservación de bosques de *Polylepis*, dependen en la educación ambiental. Quizás implementar la enseñanza en colegios sería una manera de diseminar ampliamente la información sobre la importancia de la restauración de los bosques. Instituciones trabajando sobre la problemática de los bosques andinos y con comunidades campesinas también podrían jugar un importante rol en el aspecto educativo y de concientización sobre el estado de conservación de los bosques (YENSEN & TARIFA, 2000).

3.8.1. Áreas Protegidas y Parques Nacionales - Conservación *in situ*.

Las áreas protegidas surgen en el siglo pasado en Estados Unidos de Norteamérica con la creación del Parque Nacional Yellowstone, como mecanismo para salvaguardar elementos naturales y culturales representativos (CIFUENTES *et al*., 2000). Las mismas están integradas por parques y la definición de parque nacional de la UICN del año 1969, establecía que estas áreas debían ser relativamente grandes y sin alteración material por explotación u ocupación por el ser humano, y donde la más alta autoridad competente del país había tomado acciones para prevenir o eliminar la explotación u ocupación en toda el área (McNEELY *et al*., 1994).

Otras definiciones para Parque podrían ser que es un área relativamente grande, con superficies mayores a 1000 hectáreas, que permite su autorregulación ecológica y cuyos sistemas o ecosistemas en general no han sido alterados sustancialmente por la explotación u ocupación humana y donde las especies vegetales o de plantas y animales, formaciones geológicas, complejos geomorfológicos, sitios arqueológicos y

manifestaciones históricas o culturales tienen un valor científico, educativo, estético, recreativo nacional que posee un paisaje natural de gran belleza y para su perpetuación se someten a un régimen adecuado de manejo (SANCHEZ, 1989; CRESPO, 1994). En ésta también se respetan las características ecológicas, geomorfológicos y estéticas, donde a los visitantes se les permita la entrada, bajo condiciones, con propósitos culturales, científicos, recreativos y de inspiración (CRESPO, 1994).

América del Sur pertenece íntegramente al Dominio Neotropical. La variedad de sus espacios naturales es muy llamativa y los sistemas de unidades de conservación comienzan a ser más complejos y perfeccionados. Existen muchas áreas protegidas, pero su manejo y protección, salvo contadas excepciones, aún están en sus primeras etapas de desarrollo. Los parques nacionales de Iberoamérica poseen espacios naturales más extensos y sobresalientes, pero, por el contrario, apenas tienen estructuras de manejo o de información y educación para sus visitantes. Además adolecen de infraestructura mínima y de falta de personal especializado y de campo; en la mayoría de los casos, no es por no poder disponer de ese personal competente, sino por no tener presupuestos suficientes para mantenerlo (ARITIO, 1988).

“El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) comprende las áreas protegidas existentes en el territorio nacional como un conjunto de áreas de diferentes categorías que, ordenadamente relacionadas entre sí, y a través de su protección y manejo, contribuyen al logro de los objetivos de la conservación”. Estas áreas protegidas constituyen áreas naturales, con o sin intervención humana, declaradas bajo protección del Estado mediante disposiciones legales, con el propósito de proteger y conservar la flora y fauna silvestre, recursos genéticos, ecosistemas o recursos naturales, o de procesos ecológicos, cuencas hidrográficas y valores de interés científico, estético, histórico, económico y social, con la finalidad de conservar y preservar el patrimonio natural y cultural del país (MORALES, 1990; MARCONI, 1992; MATA, 1998).

Los bosques de *Polylepis*, se encuentran presentes a lo largo del territorio boliviano en diferentes áreas protegidas, siendo de extensión variables, como: Sajama, Eduardo Avaroa, Sama, Tariquia, Ulla Ulla, Carrasco, **Tunari**, Cotapata y Amboró, éstas tienen una importante misión en la recuperación de su hábitat y conservación de la biodiversidad (YENSEN & TARIFA, 2000).

3.8.2. Parque Nacional Tunari – Cochabamba-Bolivia.

El Parque Nacional Tunari, tiene una superficie aproximada de 300.000 ha. (3.091,21 km^2) y está ubicado en el Oeste del Departamento de Cochabamba, geográficamente se encuentra entre los 17°00´ - 17°30´ de Latitud Sur y los 66°00´ - 66°42´ de Longitud Oeste; abarca las Provincias Ayopaya, Cercado, Quillacollo, Chapare y Tapacari. Los municipios involucrados son: Morochata, Cochabamba, Quillacollo, Sipe Sipe, Tiquipaya, Vinto, Colcapirhua, Sacaba, Colomi, Villa Tunari y Tapacari (SERNAP, 2001; JEFATURA DEL P.N.T.-CONSULTORA DEL P.N.T., 2003).

Algunos estudios de flora, se han realizado sobre todo en bosques de *Polylepis*, los cuales constituyen la vegetación potencial del piso supratropical de la Cordillera del Tunari (FERNÁNDEZ, 1997). En la actualidad estos bosques se encuentran fragmentados o como relictos, relegados sobre todo a hoyas de formación de quebradas, resultado del proceso de degradación y alteración, debido a siglos de intervención humana, como también mencionan especialistas en la conservación de los recursos naturales, historiadores, los que afirman que la Cordillera del Tunari, se encontraba cubierta de bosques hasta antes de la conquista de los españoles y a partir de entonces fueron disminuyendo y perdiéndose sobre todo por talas indiscriminadas y quemas (OVANDO, 1992; FJELDSÅ & KESSLER, 1996). En la comunidad de Laphia, la cual se encuentra cerca de la localidad de Thola Pujru, se evaluó la vegetación , encontrándose, 30 familias, 54 géneros y 62 especies, las familias con mayor número de especies fueron: Asteraceae, Scrophulariaceae, Bromeliaceae, Fabaceae, Labiatae y Poaceae, también cuatro especies de Pteridophytas (LIMACHI, 2002). A su vez RAMÍREZ (2003), encontró en la localidad de San Miguel (ubicado también en el P.N.T. más hacia el oeste de las localidades estudiadas en el presente trabajo), a los bosques conformados en gran parte por pajonales de las familias Asteraceae, Poaceae, matorrales de tholares pertenecientes al género *Bacharis*, las que cuentan con un mayor número de especies.

Con el objetivo de proteger las cuencas de la ladera sur de este Parque, el año 1978, se firmó un convenio interinstitucional con la Cooperación Técnica Suiza (COTESU) para la ejecución del Programa de Repoblamiento Forestal, el cual consistía en la forestación

con pino y eucalipto, la misma no se planificó ya que incluso se plantaron dentro de bosques de kewiña (CRESPO, 1989; CRESPO *et al*., 2005). En este proyecto se plantaron más de 15 millones de árboles en la zona andina de Cochabamba. Cerca del 80% fueron de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata*. El objetivo global era el de consolidar la forestería rural participativa para fortalecer la economía de la población agrícola campesina, para lograr esto, se hizo, plantaciones para: fines comerciales, a través de la venta de madera y otros; con fines domésticos, para la provisión de leña, materiales de construcción y otros; forestación para evitar la erosión (SMITH, 1994). Las buenas intenciones de este proyecto para aliviar necesidades económicas de los campesinos, desconoció completamente el rol de las especies forestales exóticas y nativas en el control de la erosión y en la preservación de los ecosistemas y las cuencas hídricas, también desconoció otros usos tradicionales por parte de las comunidades como: medicinales, caza y de tubérculos silvestres (CRESPO *et al*., 2005).

Es así que actualmente uno de los problemas ecológicos que encara el P.N.T. se debe justa y principalmente a la introducción de especies exóticas como pinos y eucaliptos (HJARSEN, 1997). El pino y el eucalipto se volvieron especies populares en deterioro de las especies nativas como la kewiña, algarrobo, molle, aliso, etc. Esta actividad ha beneficiado económicamente a las comunidades por la venta de troncas (SMITH, 1994). Dentro el P.N.T. es ilegal al ser un área protegida, no existen planes de manejo de estos recursos y se sigue forestando con estas especies a pesar de sus desventajas biológicas (CRESPO *et al*., 2005).

Existe poca información acerca de las actividades que se desarrollan dentro el P.N.T. y las normativas que lo rigen, existiendo poco conocimiento de la población acerca de la riqueza faunística, que se encuentra en los bosques nativos de este parque (CRESPO *et al*., 2005). Se observó en la vertiente sur del Parque Tunari, una fuerte intervención humana como agricultura y urbanismo, la vegetación valluna y montana está muy degradada y sólo representada en quebradas y fragmentos de bosques de *Polylepis* (BALDERRAMA, 2000).

3.9. Medidas de restauración y conservación de especies nativas.

Los bosques son considerados como andinos cuando en ellos predominan los elementos biogeográficos de los Andes. Estas zonas andinas podrían estar cubiertas por bosques nativos, pero en la actualidad muchas de ellas se encuentran en la actualidad degradada y desértica, pero se tiene conocimiento que estas áreas tuvieron un potencial de bosques nativos que en la actualidad se podrían aún recuperar ecosistemas (NAVARRO & MALDONADO, 2002).

Esta conservación de bosques se puede lograr a través de dos actividades diferentes pero vinculadas: 1) Establecer reservas "intocables" de tierra con bosques. 2) Aumentar la productividad agrícola y promover la agroforestería como medidas para evitar la amenaza sobre los bosques debido a necesidades alimentarias y de combustibles (STUART & MOURA COSTA, 1998). Los Recursos económicos son un problema central; se debe concretar proyectos a largo plazo y que tengan un manejo integrado, que incluyan muchas medidas en conservación de suelos y reforestación con especies nativas y manejo de vegetación natural son necesarios. También debe practicarse la agroforestería (IBISCH, 2002).

Los bosques de *Polylepis*, podrían ser fácilmente conservados en las cuestas húmedas o aquellos lugares que tienen frecuentemente niebla y que no son convenientes para la agricultura, pero sí son muy valiosos para la captación de agua. Por ejemplo, éstos podrían mantener el agua para las áreas agrícolas. Los proyectos del bosque sólo han existido durante unos años pero se han restringido principalmente a plantar eucalipto y pino con experiencias malas. Se debe analizar el proceso de selección de especie para las medidas de la agrosilvicultura; ya que ésta intenta constituir el uso de los árboles en los sistemas productivos y generalmente usa especies nativas que pueden integrarse mejor en los agroecosistemas que los muy conocidos y extensamente distribuídos en Australia como el *Eucalyptus* spp. y *Pinus radiata* de México. Sin embargo, los agricultores tienden a preferir esas especies exóticas en la planificación de medidas de la silvicultura. Las especies nativas se infravaloran y normalmente no se les da incluso la oportunidad para demostrar su potencial de crecimiento (IBISCH, 2002).

En la actualidad, los bosques naturales nativos andinos tienden a desaparecer por la destrucción de sus árboles por los pobladores cercanos al bosque. Esto está sucediendo por la falta de una orientación adecuada para la gente del lugar sobre lo que es

conservación del medio ambiente y el manejo sostenible de los recursos forestales, la concientización en estos temas es una prioridad para predecir la destrucción de los bosques porque estos prestan una gran diversidad de servicios a los pobladores del lugar (RAMÍREZ, 2003).

Los planes de manejo para cada área protegida deberían incluir programas de restauración de los hábitats con *Polylepis*. Todos los bosques remanentes tienen algún valor, se debería proponer un plan de bajo costo que pueda ser utilizado a través de toda la región andina, la participación del Gobierno, educación para la conservación, compensaciones por conservación, y/o otros mecanismos serían necesarios para hacer esto factible y atractivo. También los bosques de *Polylepis* añaden valor a las áreas con potencial para ecoturismo. El valor escénico y de vida silvestre de estos bosques podrían hacer que las áreas restauradas de bosques más populares para caminatas, observación de aves y otras actividades ecoturísticas (YENSEN & TARIFA, 2000).

La reforestación será un proceso de largo plazo debido a las tasas lentas de crecimiento de *Polylepis*. Continuar con el uso de pinos y eucaliptos sería necesario mientras los rodales de *Polylepis* alcanzan un tamaño utilizable, pero el uso extensivo de pinos y eucaliptos debería ser desalentado ya que transforman las propiedades de los suelos, entre alguna de las causas más perjudiciales. La reforestación con *Polylepis* debería recibir prioridad en áreas con buenos suelos. La reintroducción de métodos tradicionales de labranza y agroforestería pueden incrementar la productividad y hacer la conservación de los bosques económicamente rentables (YENSEN & TARIFA, 2000).

Algunos ejemplos sobre recuperación y conservación de *Polylepis*: En las sierras grandes de Córdoba, Argentina, existe un proyecto de reforestación con *Polylepis australis*, y esperan obtener importantes servicios ecológicos, turísticos, trabajando con colegios a través de conservación en pequeña escala, producción óptima de plantines y tomar en cuenta las mejores y adecuadas opciones del plantado de los mismos y su cuidado, además de lograr la participación masiva de la gente (RENISON, 2002). A la fecha se ha logrado plantar 17.800 plantines producidos de semilla local, el factor que más perjudica es el ganado, algunos obstáculos fueron: obtención de permisos, costos de las clausuras, creencias de que el proyecto es un fracaso si no participa y se lo apropia el ganadero, para mitigar en gran parte estos conflictos se debe dar el ejemplo

reforestando y forestando, también hacer participar a todas las partes involucradas y mantener respeto, admiración y comprensión mutua con las comunidades locales (RENISON, 2006).

También en la comunidad de San Miguel, Cochabamba, Bolivia, se esta trabajando en el aspecto de la conservación de áreas forestales para garantizar el equilibrio ecológico, el mantenimiento de los recursos genéticos y el desarrollo de actividades tendientes a incrementar los ingresos de la población (MARDESICH & SUÁREZ, 2000). En el Abra Málaga, Cusco, Perú; se desarrolla un proyecto de forestación y reforestación, todo esto en coordinación y con aceptación de las comunidades, donde se implementó un programa de educación, sensibilización e información sobre las bondades de los Programas de Conservación (SAMOCHUALLPA, 2000).

El involucramiento de las comunidades locales, en las Sierras del Sur del Perú, para poder lograr que exista sostenibilidad, en los proyectos de conservación que se pretenden realizar, es así que los bosques más accesibles deberían ser integrados en circuítos turísticos y las comunidades organizadas de manera que puedan cosechar beneficios de los turistas que pasan por sus tierras. El aviturismo también podría generar ingresos (ENGBLOM, 2006).

La restauración ecológica desempeñará un papel cada vez más valioso en la conservación de las comunidades biológicas en aquellos casos en que las comunidades terrestres o acuáticas degradadas puedan ser restauradas a su composición original de especies y añadidas al limitado número de áreas protegidas (PRIMACK *et al*., 2001). La mejor estrategia a largo plazo sigue siendo la protección y gestión de las comunidades naturales allí donde se encuentran de manera natural; sólo en estos lugares podemos estar seguros de que se cumplen todos los requisitos para la supervivencia a largo plazo de todas las especies (PRIMACK *et al*., 2001).

En esta última década el volumen de información se ha incrementado, pero muchos trabajos no son publicados. La información necesaria para la evaluación del estado de conservación de las especies de mamíferos debe considerar datos sobre tamaños poblacionales y la dinámica de las mismas, pero en Bolivia este tipo de información es inexistente y casi imposible de generar a corto plazo y por eso para tener una visión más

general de las necesidades de conservación se debe elaborar una clasificación menos arbitraria y sesgada, que incluya todas las especies de mamíferos del país (CEBALLOS & SIMONETTI, 2002). Algunos investigadores como SPARROWE & WIGHT (1975), utilizaron criterios biológicos como tamaño corporal, grado de restricción a un hábitat e impacto de actividades antrópicas (CEBALLOS & SIMONETTI, 2002).

3.10. Importancia de las plantaciones con especies nativas y exóticas.

Dada la difícil situación ambiental de Cochabamba y en cumplimiento de las leyes que rigen en nuestro país se deben realizar plantaciones para: abastecer de leña y madera, ofrecer una alternativa económica más para las comunidades, controlar la erosión hídrica, conservar suelos, estabilizar laderas, conservar el patrimonio genético, conservar materia prima para medicina natural, conservar hábitats de fauna silvestre, evitar desarrollo de plagas, purificar el aire, proporcionar calidad visual, proveer espacios de esparcimiento y contacto con la naturaleza, secuestro de Carbono de la atmósfera, regular la velocidad del viento, regular la velocidad de infiltración de las lluvias, producir biomasa. Las especies nativas aportan materia orgánica al suelo, desde sus raíces en diferentes estratos, mejoran la estructura y textura de los mismos hasta su hojarasca. Los árboles en general, sobre todo las especies nativas mejoran la infiltración, evitando la erosión hídrica, eólica, y por radiación intensa que se da sobre todo por falta de cobertura vegetal. Todo cultivo que crece bajo árboles nativos es de mejor calidad en el aspecto nutritivo (SCHULTE *et al*., 1992).

Bolivia es signataria de diversos convenios internacionales para proteger la biodiversidad, para luchar contra la desertificación, para trabajar por el manejo sostenible del bosque y existen diferentes decretos supremos y leyes como la Ley del Medio Ambiente de 27-abril-1992-Nº 1333 y la Ley General Forestal de 12-julio-1996-Nº 1700, que ratifican el compromiso estatal de normar la utilización sostenible y la protección de los bosques en beneficio de las generaciones actuales y futuras, armonizando el interés social, económico y ecológico (GACETA OFICIAL DE BOLIVIA. 1992; 1996).

Las instituciones más representativas de Cochabamba que participaron en los procesos de forestación y reforestación fueron: PROFOR, COTESU, DESEC, CORDECO y las

especies que mayormente fueron utilizadas fueron: *Eucalyptus globulus, Pinus radiata, Eucalyptus camadulensis, E. bicostata, Pinus patula, Pinus muricata, Pinus pseudustrobus, Pinus montezumae, Cupresus macrocarpa*, como especies exóticas y entre las especies nativas se usaron: *Acacia sp., Spartium junceum, Cedrela odorata, Tecoma cochabambensis, Acacia visco, Araucaria sp.,* y *Alnus acuminata.* Las plantaciones son en gran escala de eucaliptos y pinos, pero existen experiencias muy enriquecedoras de plantación de especies nativas en los núcleos de PROFOR, de DESEC, CENDA, FUPAGEMA, y otras (PREFECTURA DE COCHABAMBA, EN PRENSA).

4. MÉTODOS.

4.1. INICIO DEL TRABAJO DE CAMPO.

El muestreo de campo se desarrolló entre los meses de mayo de 2.004 a febrero de 2.005, en el Parque Nacional Tunari, en los siguientes hábitats o formaciones vegetales: bosques nativos de *Polylepis* (kewiña), bosques mixtos de: *Polylepis-Eucalyptus* (kewiña-eucalipto), *Polylepis-Pinus* (kewiña-pino) y plantaciones exóticas de *Eucalyptus* (eucalipto) y *Pinus* (pino). En cada tipo de hábitat se tomaron tres muestras en cada una de las localidades: Pajcha, Pintu Mayu y Cruzani-Thola Pujru, con un total de 15 muestreos. Como observación mencionar que en Cruzani-Thola Pujru, no existen hábitats mixtos, sólo los tres hábitats puros, para igualar el número de muestreos y tener el mismo esfuerzo en los cinco hábitats, se repitió en otros dos ambientes mixtos de la Pajcha.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

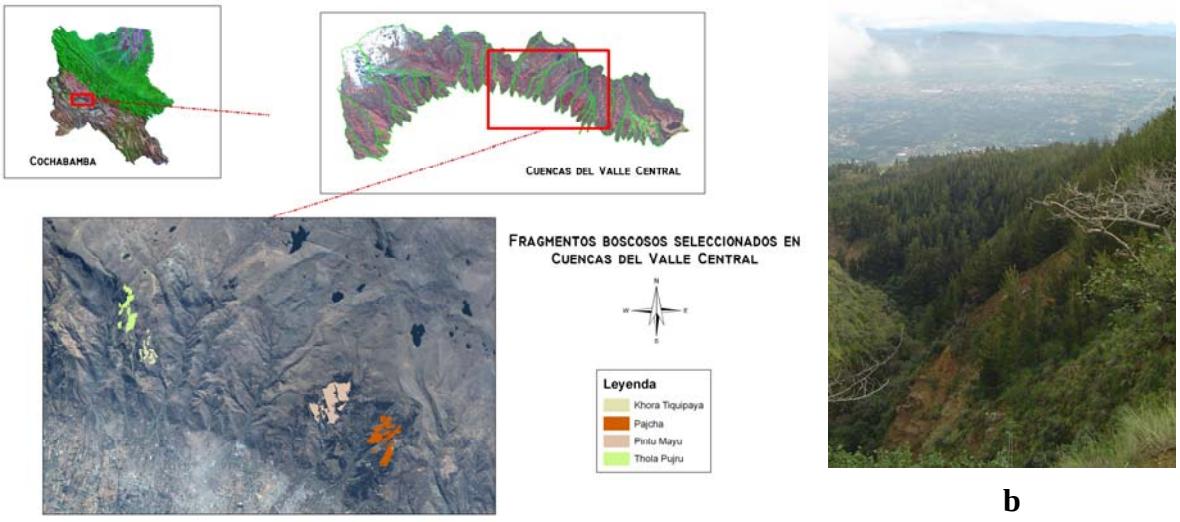
4.2.1. Parque Nacional Tunari.

El presente trabajo se realizó en el Parque Nacional Tunari del Departamento de Cochabamba (Figura 1). Fue designado como Área Protegida por Decreto Supremo Nº 06045 de 1962. Fue creado con el fin de proteger y conservar suelos, control de la erosión, evitar la degradación de la vegetación, regulación del régimen de torrenteras y preservación de los recursos hídricos (VARGAS & QUIROGA, 1998). Según el artículo primero de la Ley 1262 del 13 de septiembre de 1991 los límites del Parque fueron ampliados: al norte hasta la Ceja de monte de la región de Tablas, al sur la Cota 2750, al este el Río Kenko Mayu y al oeste el margen norte del estrecho de Parotani, con una extensión de 3090.5 km^2 (Decreto Supremo Nº 06045, de 1962; Ley Nº 253, 1963, en: CRESPO *et al*., 2005).

4.2.2. Localidades de estudio.

En este Parque se trabajó en cinco formaciones vegetales: bosques de kewiña: *Polylepis* (K), bosques mixtos de kewiña-eucalipto: *Polylepis-Eucalyptus* y kewiña-pino: *Polylepis-Pinus*, plantaciones de eucalipto: *Eucalyptus* y de pino: *Pinus*. Se utilizó este conjunto de formaciones vegetales en tres localidades: Pajcha, Pintu Mayu, en la provincia Cercado y

Thola Pujru-Cruzani en la provincia Quillacollo pertenecientes a la Cordillera del Tunari. La localidad de Pajcha, se ubica en (17°19´ S y 66°08 O), aproximadamente a 2.5 Km. hacia el oeste se encuentra, Pintu Mayu (17°19´ S y 66°09 O). Siguiendo la misma dirección a 6.7 km. se encuentra Thola Pujru-Cruzani (17°30 S y 66°21 O). El rango altitudinal de los diferentes hábitats estudiados para las tres localidades va desde los 3.400 hasta los 3910 msnm. (Figura 1).



a

b

c

d

Figura 1. a) Imagen satelital de las sub-cuencas Pajcha, Pintumayu, Thola Pujru y Khora (cerca Localidad de Cruzani) en el Parque Nacional Tunari (PROMIC). Localidades: b) Cruzani; c) Pintu Mayu y d) Pajcha. Fotografías: Igor Maradiegue, 2005b; 2006c; 2006d.

4.2.3. Límites y superficie.

Las Subcuencas Pajcha y Pintu Mayu limitan al norte con las lagunas Wara-Wara y Taquiña, al sur con las urbanizaciónes alto Temporal y Ticti norte, al este con la

quebrada Chaquimayu y al oeste con la cuenca Taquiña. La superficie calculada para las tres localidades (Andrada, Pajcha, Pintumayu) es de un total de 2000.92 hectáreas (PEREDO, 2004). La Subcuenca Thola Pujru-Cruzani, limita al Norte con las lagunas de SEMAPA, al este con la cuenca Khora, al oeste con la cuenca de Laphía y al sur con las urbanizaciones de El Encanto y Montecillo de Tiquipaya (OBS. PERSONAL, 2005).

4.2.4. Clima y Vegetación.

Según la clasificación ecológica y florística de NAVARRO (1997) y NAVARRO & MALDONADO (2002), de los bosques de Bolivia y su geografía, las cuencas y localidades de: Pajcha, Pintu Mayu y Thola Pujru-Cruzani, se sitúan en la: Región: Andina; Subregión: Puneña; Provincia de la Puna Peruana; Sector Biogeográfico: Puneño-Peruano Meridional; Distrito Biogeográfico: Del Tunari; Piso bioclimático: Supratropical; Bosques Puneños zonales subhúmedos del Tunari; Serie de *Berberis commutata – Polylepis besseri*.

El clima es variable en la zona, las temperaturas extremas se registran en el mes de noviembre y julio 19,82 ºC y -0,80 ºC con una precipitación promedio anual entre 910 mm. Las temperaturas promedio varían de 9,17 ºC a 6.03 ºC, entre 3500 a 4200 msnm, según las estaciones meteorológicas del Programa Manejo Integral de Cuencas (PROMIC) Linkupata, Taquiña y Janamayu (PROMIC, 2003).

4.2.5. Fisiografía y geomorfología.

Las tres localidades corresponden a la Provincia Fisiográfica de la Cordillera Oriental; conformada básicamente por rocas sedimentarias intruidas por cuerpos ígneos, cuyos orígenes fluctúan desde el Triásico al Terciario, constituyen grandes elevaciones. La Cordillera Oriental está flanqueada por el Altiplano al oeste, y al este por el Subandino. El paisaje que se puede observar es de montañas y serranías muy altas, de aspecto macizo y formas alargadas, de pendientes muy escarpadas, conformando un bloque montañoso, con serranías modeladas por procesos glaciares (RAMÍREZ, 2003).

Desde el punto de vista geomorfológico, se halla ubicada en área de transición de la cordillera oriental y la faja subandina, con participación estrecha de ambas unidades. El

resultado de escala menor, permite determinar que el área de la cuenca puede dividirse en tres unidades geomorfológicas básicas para la evaluación de la tierra, en el proceso metodológico establecido, que son las siguientes: Región montañosa, región de laderas y región de valles (ESCALIER, 1991).

Según VASQUEZ (1999), la zona presenta un paisaje fisiográfico de relieve ondulado y abrupto con pendientes muy accidentadas; la parte alta o montaña tiene una pendiente de 10 a 36%, la parte media o ladera tiene pendientes superiores al 45%. Las pendientes originan torrenteras en su cono de deyección, son de naturaleza coaluvial y forman colinas de montaña alta con hondosidades profundas drenando al curso principal a través de cárcavas profundas. Su configuración geológica es inestable, con suelos poco profundos, lechos aluviales poco consolidados con presencia de socavamiento lateral y de fondo, hacen un paisaje fisiográfico muy accidentado e irregular.

4.2.6. Edafología.

El desarrollo edáfico es muy escaso en las quebradas donde se encuentran los bosques de *Polylepis* ya que abundan grandes afloramientos graníticos. En las grietas y fisuras de las rocas, los árboles de *Polylepis* encuentran condiciones favorables para penetrar con sus raíces, para poder soportar los fuertes vientos que los azotan, se ha observado que cuando se desarrolla en suelos con ausencia de rocas, no llegan a profundizar sus raíces y tienden a caerse al no poder soportar la forma irregular de su copa (MENDOZA, 2000).

Presentan suelos muy poco a moderadamente profundos de texturas variables (livianas a muy pedregosas) de francos a franco arcillosos, franco, arenosos con grava en gran porcentaje. Los suelos muestran reacción moderada a suavemente ácida y en ocasiones de suave a moderadamente alcalina (TROENG & RIVERA-KILIBARDA, 1997).

El Parque Nacional Tunari, cuenta con suelos de textura adecuada para el buen desarrollo de la vegetación, pero las propiedades físicas no siempre están relacionadas con las propiedades químicas. La extrema acidez está reduciendo el crecimiento y desarrollo de las raíces, el amplio follaje de las especies existentes limita la penetración

tanto de luz como de agua, impidiendo la descomposición de la materia orgánica (ALEMAN, 1997).

Por otro lado, la relación C/N de los suelos del Parque Tunari tiene un cociente de 30-50:1(en coníferas particularmente), es decir por cada 30 o 50 partes de C existe una parte de N. En cambio la relación C/N de especies leguminosas es de 10-15:1, por lo que la formación de estratos boscosos puros no son aptos para mejorar la calidad de los suelos del Parque (ALEMAN, 1997).

4.2.7. Ecología.

Estudios ecológicos recientes demostraron que varias especies del género *Polylepis* pueden crecer bajo un amplio gradiente de condiciones ambientales y que gran parte de las tierras altas pueden potencialmente ser cubiertas por selvas y bosques (FJELDSÅ & KESSLER, 1996).

Los bosques nativos sobre todo, tienen muchas funciones ecológicas importantes, como almacenar grandes cantidades de agua en los suelos; capturan a manera de esponja la humedad atmosférica de las nieblas traídas por el viento; moderan la escorrentía y protegen al suelo de la erosión (FJELDSÅ & KESSLER, 1996). Además, retienen sedimentos y nutrientes, crean microclimas más favorables para el desarrollo de diversas especies de flora y fauna, convirtiéndose incluso en hábitats de muchas especies endémicas de animales y plantas de esta ecorregión (Puna Semihúmeda), también permiten la fijación de carbono (CO2) (IBISCH & MÉRIDA, 2003; FJELDSÅ & KESSLER, 2004).

Los árboles de *Polylepis* crecen en forma natural en suelos no exigentes, desde los superficiales con afloramiento de roca, en laderas pedregosas protegidas, en fondo de valles y quebradas con suelos profundos, en suelos de muy bajo contenido orgánico y en suelos residuales a partir de areniscas, de topografía quebrada. Prefieren laderas con pendiente moderada a fuerte; también necesitan una regular cantidad de humedad para un buen desarrollo (FJELDSÅ & KESSLER, 1996).

Según ESCALIER (1991), en las zonas de bosque húmedo hasta el piso medio, se encuentran las especies nativas: chilca *(Bacharis sacifolia),* kapa kapa *(Ginoxys graviuscula),* muña *(Satureja boliviana),* chachacoma *(Escallonia resinosa),* q'ellu q'ellu *(Berberis ciliaris),* thola *(Bacharis latifolia),* retama *(Spartium junceum)* y en las partes altas y más representativas están la kewiña *(Polylepis sp),* paja *(Stipa ichu).*

4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS HÁBITATS ESTUDIADOS.

4.3.1. Características del hábitat de los fragmentos de bosques de Kewiñas (*Polylepis besseri)*. (Figura 2).

En la localidad de Pajcha, se encuentra un bosque nativo ralo con una superficie de 2.9 has., con exposición oeste, una altitud que va de 3620 hasta 3720 msnm., la densidad de árboles es de 854 árboles/ha., altura promedio de 2.36 m. y una cobertura de copa de 18 %. El suelo del rodal está cubierto con vegetación en un 39,33% (arbustos, herbáceas y gramíneas); el suelo sin vegetación es de 60,67%, compuesta por suelo descubierto (PEREDO, 2004). La mayoría de los fragmentos son bosques ralos y dispersos en las diferentes etapas seriales, desde etapas más degradadas, quedando pajonales altos y árboles aislados. Estos bosques se distribuyen al igual que en las otras localidades, en los márgenes de quebradas, de cultivos y laderas con pendientes pronunciadas y de suelos bien drenados. Estructuralmente son microbosques a matorrales, cuya altura comprende en *Polylepis besseri* de 6 a 7 m., bastante intervenidos por pastoreo, quema y en pequeña proporción por cultivos (ZARATE, EN PRENSA; ZARATE & AGREDA, EN PRENSA).

Figura 2. Hábitat de bosques de Kewiñas (*Polylepis besseri)* - Localidad Pintu Mayu. Fotografía: E. Igor Maradiegue, 2005.

En la localidad de Pintu Mayu, también se tiene un bosque nativo ralo**;** con una superficie de 5.1 has., con exposición oeste, una altitud que va de 3400 hasta 3548 m.s.n.m., la densidad de árboles es de 850 árboles/ha., altura promedio de 4,23 m. y una cobertura de copa de 36 %. El suelo del bosque está cubierto con vegetación en un 58,67 % (arbustos, herbáceas y gramíneas); el suelo sin vegetación es de 41,33 %, compuesta por suelo descubierto principalmente (PEREDO, 2004). La mayoría de los fragmentos de bosque nativo se localizan en los márgenes de los rodales de pino y eucalipto y márgenes de quebradas y cultivos. Estos fragmentos son de formas irregulares, aisladas poco conectados entre ellas, restringidos a ciertos hábitats de laderas con alta pendiente, con suelos superficiales y bastante roca, además de muy drenados. Estructuralmente son microbosques a matorrales abiertos, cuyo dosel comprende a *Polylepis besseri* entre 7 a 8 m. de alto, en diferentes etapas seriales de sustitución (ZARATE, EN PRENSA).

En la localidad de Thola Pujru, los fragmentos de bosques de *Polylepis* van desde los 3475 hasta los 3560 msnm. ocupan una extensión de 105 has., distribuidas en 15 fragmentos de bosques cuyo tamaño es variable desde 2,6 hasta 17,6 has., poco compactos. En general con bordes variables, de perímetro amplio y de aspecto involuta. Presentan grandes espacios abiertos de pajonales de etapas seriales e interceptadas por parcelas de cultivos y sendas ocasionadas por el sobrepastoreo. Los fragmentos se distribuyen en general en laderas con pendientes mayores a 30° y lugares poco accesibles en suelos bastante drenados y pedregosos; así los fragmentos remanentes de *Polylepis* se ubican en los márgenes de los cultivos. Los fragmentos de bosques de *Polylepis* forman microbosques a matorrales ralos en sus diferentes etapas seriales, desde pajonales, herbazales abiertos, junto con arbustos de sustitución. Algunos fragmentos de bosques remanentes densos, todavía mantienen ciertos elementos estructurales de altura y composición florística de los bosques originales (ZARATE, EN PRENSA).

4.3.2. Características del hábitat de los fragmentos de bosques mixtos de Kewiña - Eucalipto (*Polylepis-Eucalyptus*). (Figura 3).

En la localidad de Pajcha, el bosque es un rodal homogéneo; posee una superficie de 5.5 has., con exposición sud, una altitud que va de 3765 hasta 3807 msnm. y una cobertura de copa del 52%. La especie *Eucalyptus globulus* tiene una densidad de 717 árboles/ha., una altura promedio de 12,65 m. y una cobertura de copa del 52%. El hábitat de *Polylepis besseri* tiene una densidad de 217 árboles/ha., una altura promedio de 3,32 m. El suelo del rodal está cubierto con vegetación en un 38 % (arbustos, herbáceas y gramíneas); el suelo sin vegetación es de 62 %, compuesta por mantillo de 3 cm. de espesor (PEREDO, 2004).

En la localidad de Pintu Mayu, se tiene una superficie de 10.1 has., con exposición sud, una altitud que va de 3440 hasta 3725 msnm. y una cobertura de copa del 58%. La especie *Eucalyptus globulus* tiene una densidad de 567 árboles/ha., una altura promedio de 16,98 m. El hábitat de *Polylepis besseri* tiene una densidad de 675 árboles/ha., una altura promedio de 3,38m. El suelo del rodal está cubierto con vegetación en un 49,67 % (arbustos, herbáceas y gramíneas); el suelo sin vegetación es de 50,33 %, compuesta por mantillo de 3 cm. de espesor (PEREDO, 2004).

Figura 3. Hábitat de bosques de Kewiña - Eucalipto *(Polylepis-Eucalyptus)* - Localidad Pintu Mayu. Fotografía: E. Igor Maradiegue, 2005.

4.3.3. Características del hábitat de los fragmentos de bosques mixtos de Kewiña - Pino (*Polylepis-Pinus*). (Figura 4).

En la localidad de Pajcha se tiene una superficie de 3.4 has., con exposición sud, una altitud que va de 3765 hasta 3807 msnm., la cobertura de copa es de 80 %. La especie *Pinus radiata* tiene una densidad de 417 árboles/ha. y una altura promedio de 17,11m.; la especie *Polylepis besseri* posee una densidad de 242 árboles/ha. y una altura promedio de 3,31m. El suelo del bosquete está cubierto con vegetación en un 17,33 % (arbustos, herbáceas y gramíneas); el suelo sin vegetación es de 82,67 %, compuesta por mantillo con un 6.5 cm. de espesor (PEREDO, 2004).

En la localidad de Pintu Mayu, se tiene una superficie de 8 has., con exposición sud, una altitud que va de 3300 hasta 3780 msnm., la cobertura de copa es de 78 %. La especie *Pinus radiata* tiene una densidad de 758 árboles/ha. y una altura promedio de

14,11 m.; la especie *Polylepis besseri* tiene una densidad de 433 árboles/ha. y una altura promedio de 3,28 m. El suelo del rodal está cubierto con vegetación en un 26,67 % (arbustos, herbáceas y gramíneas); el suelo sin vegetación es de 73,33 %, compuesta por mantillo con 6 cm. de espesor (PEREDO, 2004).

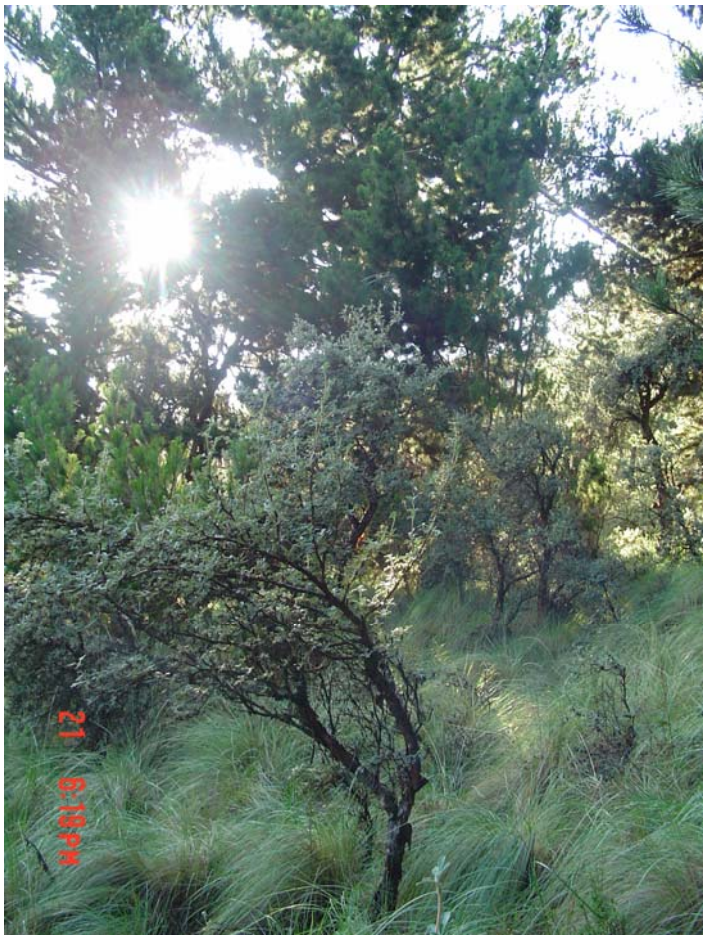


Figura 4. Hábitat de bosques de Kewiña - Pino (*Polylepis-Pinus*) – Localidad Pintu Mayu. Fotografía: E. Igor Maradiegue, 2005.

4.3.4. Características del hábitat de los fragmentos de plantaciones de Eucaliptos (*Eucalyptus globulus)* (Figura 5).

Figura 5. Hábitat de plantaciones de Eucaliptos (*Eucalyptus globulus)* – Localidad de La Pajcha. Fotografía: E. Igor Maradiegue, 2006

En la localidad de la Pajcha la plantación está conformada por un rodal homogéneo**;** con una superficie de 8.2 has., con exposición de oeste a sud, una altitud que va de 3540 hasta 3650 msnm., la densidad de árboles es de 583 árboles/ha., altura promedio de 15.67 m y una cobertura de copa de 56%. El suelo del rodal está cubierto con vegetación en un 28,67% (arbustos, herbáceas y gramíneas); el suelo sin vegetación es de 71,33%, compuesta por mantillo de 3-5 cm. de espesor aproximado (PEREDO, 2004).

En la localidad de Pintu Mayu, también es un rodal homogéneo**;** con una superficie de 12 has., con exposición sud, una altitud que va de 3650 hasta 3825 msnm., la densidad de árboles es de 825 árboles/ha., altura promedio de 16 m y una cobertura de copa de 61%. El suelo del rodal está cubierto con vegetación en un 29,67% (arbustos, herbáceas y gramíneas); el suelo sin vegetación es de 70,33%, compuesta por mantillo de 3-5 cm. de espesor aproximado (PEREDO, 2004).

4.3.5. Características del hábitat de los fragmentos de plantaciones de Pinos (*Pinus radiata)* (Figura 6).

Figura 6. Hábitat de plantaciones de Pinos (*Pinus radiata*) – Localidad Cruzani - Thola Pujru. Fotografía: E. Igor Maradiegue, 2005.

En la localidad de Pajcha la plantación es un rodal homogéneo**;** con una superficie de 6.5 has., con exposición sur con respecto al sol, una altitud que va de 3800 hasta 3900 msnm., la densidad de árboles es de 658 árboles/ha., altura promedio de 15.85 m. y una cobertura de copa estimada de 82%. El suelo del rodal está cubierto con vegetación en un 8,33% (arbustos, herbáceas y gramíneas); el suelo sin vegetación es de 91,67%, compuesta por mantillo de 7 cm. de espesor aproximado (PEREDO, 2004).

En la localidad de Pintu Mayu, también se tiene un rodal homogéneo que posee una superficie de 10.1 has., presentan exposición sud y una altitud que va desde los 3802 hasta los 3910 msnm., la densidad de árboles es de 1025 árboles/ha., altura promedio de

14,28 m. y una cobertura de copa estimada de 76%. El suelo del rodal está cubierto con vegetación en un 19% (arbustos, herbáceas y gramíneas); el suelo sin vegetación es de 81%, compuesta por mantillo de 7 cm. de espesor (PEREDO, 2004).

4.4. EVALUACIÓN DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS TERRESTRES (ROEDORES Y MARSUPIALES).

4.4.1. Muestreo.

Para la estimación de la diversidad (riqueza y abundancia) se muestrearon pequeños mamíferos utilizando grillas de trampeo (GURNELL & FLOWERDEW, 1994; WILSON *et al*., 1996; VARGAS, 2001). Se utilizó trampas Sherman de captura viva (Figura 7), combinando dos tamaños. En cada tipo de hábitat se instalaron cuatro grillas con 25 trampas cada una de las grillas, las cuales estuvieron activas durante ocho noches consecutivas (Figura 8). Se hizo un esfuerzo total de 300 trampas/noche por tipo de hábitat en cada localidad, al ser tres repeticiones se llegó a 2.400 trampas/noche por tipo de hábitat con 24 noches y en total 12.000 trampas/noche como esfuerzo total durante el estudio. Además se cubrió aproximadamente 1.600m^2 de superficie por grilla y una superficie total aproximada de 96.000m^2 en los cinco tipos de hábitats de las tres localidades, durante todo el trabajo (GURNELL & FLOWERDEW, 1994; WILSON *et al*., 1996).

Las trampas se instalaron de acuerdo a las condiciones del terreno, alternándose grandes y medianas, las cuales fueron cubiertas lo mejor posible con hojarasca, paja u otros materiales orgánicos del lugar para dar confianza a los animales, protegerlos del frío, humedad ó calor. La distancia entre trampas fue de aproximadamente 10 m., dispuestas de forma equidistante entre trampas, en cada una de ellas se colocaron cintas de marcaje indicando el número y posición de la trampa (GURNELL & FLOWERDEW, 1994; BARNETT & DUTTON, 1995; WILSON *et al*., 1996; VARGAS, 2001).

Figura 7. Trampa Sherman de captura viva. Fotografía: E. Igor Maradiegue, 2005.

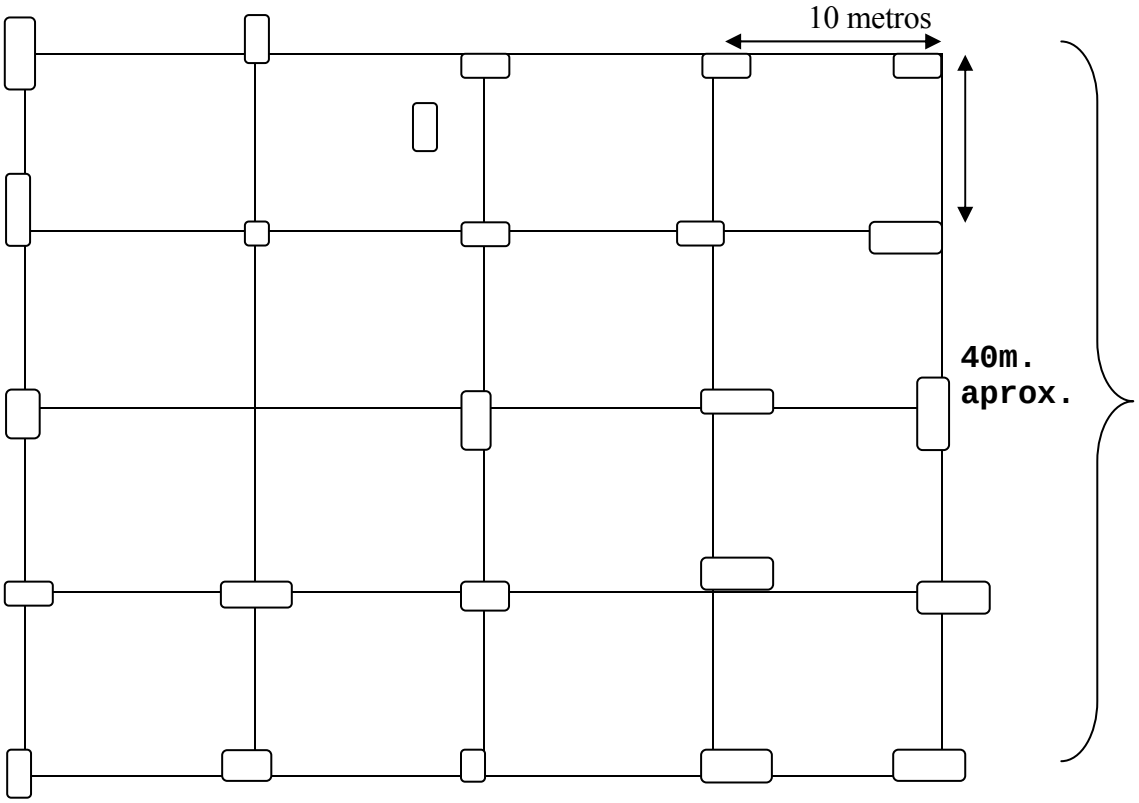


Figura 8. Disposición de las trampas en las grillas de muestreo.

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; COCA, 2002; MOYA, 2003). 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 donde faltaba cebo por captura de algún individuo o se observó que faltaba cebo en el interior o fuera de ella. Cuando se recebaron las trampas, todo el cebo anterior se lo quitó de la trampa y se procedió a eliminarlo lejos del lugar de muestreo para no sesgar la atracción hacia el cebo nuevo.

4.4.2. Procesado de los individuos capturados.

Los individuos capturados fueron marcados colocándoles en la oreja aretes de aluminio numerados (eartaggs) para poder diferenciarlos entre sí, en caso de que vuelvan a ser capturados (Figura 9). En la planilla de campo se registraron datos, como ser: zona de estudio, localidad, tipo de hábitat, coordenadas o posición geográfica de ubicación de trampas en cada esquina de las diferentes grillas, fecha, número de grilla por hábitat, número de trampa (Anexo 1).

Figura 9. Pasos del marcaje con arete numerado (eartags) de un individuo de la especie *Phyllotis osilae* (en este caso). Localidad Pintu Mayu. Fotografías: Renzo Vargas, 2004.

a)

b)

Figura 10. Vista dorsal (a) y ventral (b) del cráneo de *Andinomys edax*. Fotografías: Karina Moya, 2003.

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 (Figura 10) (ANDERSON, 1993; 1997).

También se compararon estas muestras con especímenes de museos y 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 (Lista y códigos parciales en Anexo 2). De todos los individuos capturados se tomaron las siguientes medidas somáticas externas en mm.: 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 y 300 gramos, en otros casos se utilizó balanza de precisión digital con 0.02 gr de precisión (Figura 11) (GURNELL & FLOWERDEW, 1994; WILSON *et al*., 1996). En el capítulo de resultados, donde se describe la composición de los ensambles, sólo se tomó en cuenta datos de individuos adultos capturados en el P.N.T.

Figura 11. Toma de datos y mediciones de un individuo de *Phyllotis osilae*. Localidad Cruzani. Fotografía: E. Igor Maradiegue, 2005.

4.4.2.1. Determinación del sexo y la edad.

De todos los individuos capturados se registró el sexo. Para diferenciar entre hembras y machos se consideraron los siguientes caracteres: atributos de la genitalia, tamaño del cuerpo, pelaje, glándulas (GURNELL & FLOWERDEW, 1994; WILSON *et al*., 1996). A nivel de genitalia las hembras se diferenciaron por la presencia de vulva o una vagina (Figura 12a). En machos se consideraron la presencia de los testículos y pene (Figura 12b).

La visibilidad de los caracteres sexuales depende de la edad, condición reproductiva y estado fisiológico, pero por lo general el sexo se pudo diferenciar comparando distancias de la papila genital hasta el ano en las hembras y desde el pene hasta el ano en los machos; así en hembras la distancia papila genital-ano, es más corta, en relación a la distancia del pene-ano en machos (GURNELL & FLOWERDEW, 1994; WILSON *et al*., 1996). El estado reproductivo, para hembras se registró, mediante las siguientes características: Lactantes, fueron las con mamas desarrolladas; receptivas, las que tenían perforación en la vagina (Figura 12a); no receptivas, sin perforación en la vagina. En cuanto a los machos con descenso escrotal, si los testículos eran visibles (Figura 12b); sin descenso escrotal, si los testículos no eran visibles. Respecto al tamaño, los machos en la mayoría de los casos presentaron un mayor tamaño que las hembras. El tamaño es un buen indicador de la etapa de desarrollo en la que se encuentra un individuo (Figura 15a) (WILSON *et al*., 1996).

Se realizó una descripción de todas las especies que se encontraron en el presente trabajo, o sea la composición de ensambles de pequeños mamíferos, con bibliografía y también información obtenida en el campo a través de observaciones y capturas que se realizaron (ANDERSON, 1993; 1997; EISENBERG & REDFORD, 1999; EMMONS & FEER, 1999; VARGAS, 2001; COCA, 2002; MOYA, 2003).

a) **b)**

Figura 12. Determinación del sexo en individuos de: a) hembra de la especie *Phyllotis osilae* (Localidad Cruzani) y b) macho de la especie *Thylamys venustus* (Localidad Pintu Mayu) Fotografías: E. Igor Maradiegue, 2005a; Renzo Vargas, 2004b.

4.5. ANÁLISIS DE DATOS.

Por otro lado, se obtuvo la riqueza de especies, que expresa el número total de especies presentes en un hábitat o espacio determinado y la abundancia que expresa el número total de individuos de cada especie (MOYA, 2003). Se graficaron curvas de acumulación de especies para visualizar la representatividad de dicho muestreo, así, cuando la curva alcanza una asíntota, esto nos indicaba que el número de especies se mantendrá aunque se incremente el tamaño de muestreo. Cuando la curva no alcanza la asíntota esto mostraba que el muestreo no ha sido completo y que el número de especies podría aumentar (MOYA, 2003; RAMÍREZ, 2003).

La abundancia relativa que se refiere a una estimación del número de individuos de cada especie presente, expresada en términos relativos, así se habla de especies raras, escasas, frecuentes y abundantes (RAMÍREZ, 2003); la misma que la expresamos usando un índice

de éxito de captura, que para este caso fue el número de individuos capturados de cada especie por cada 100 trampas-noche; para lo cual utilizamos el parámetro de 100 trampas-noche para estandarizar las muestras de los diferentes tipos de hábitats ya que éstos varían en tamaño (GURNELL & FLOWERDEW, 1994; TARIFA, & YENSEN, 2001; MOYA, 2003). Por otra parte se realizaron diagramas de rango abundancia a través del ordenamiento de las especies de mayor a menor rango (HALLOW, 1994) el cual nos permitió observar, qué especies son las más abundantes, pudiendo describir en forma objetiva y sintética la composición y estructura de los ensambles (MAGURRAN, 1989).

Para comparar las abundancias de pequeños mamíferos en los diferentes hábitats se evaluaron los datos de abundancia a través de un test de Chi-cuadrado (X^2) según la fórmula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O-E)^2}{E}$$

Donde:
O = Número de individuos observados.
E = Número de individuos esperados.

Comprobándose si existen diferencias significativas en los resultados obtenidos para el chi-cuadrado calculado (X^2C), que se obtiene de los mismos datos a través de la fórmula y el chi-cuadrado tabulado (X^2t), que es el que se encuentra en tablas estadísticas; para (k-1) grados de libertad; y con un 95 % de confianza (KREBS, 1989). También se compararon los resultados de la abundancia obtenidos entre cada uno de los diferentes hábitats, realizándose contrastes de 1 grado de libertad permitiéndonos saber si las diferencias en las abundancias son significativas.

Para estimar los índices de diversidad se utilizó el programa EstimateS en versión 7.5. Mediante éste se obtuvieron estimaciones del número de especies que se espera conforman el ensamble de pequeños mamíferos en los cinco tipos de hábitats, con métodos no paramétricos para ver la optimización del muestreo realizado, los cuales variarán en sus estimaciones dependiendo del esfuerzo realizado (Anexo 3) (KREBS, 1989; COLWELL, 1997).

Por otro lado se obtuvieron índices de diversidad como de: Shannon-Wiener:

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

Donde: *p*i = proporción del número de individuos de la i-ésima especie con respecto al total.

También se calculó el índice de Simpson: $D = \Sigma\, pi^2$

Siendo su inverso la siguiente: $C_{INV} = \frac{1}{\sum pi^2}$

Donde: pi = proporción de individuos en la i-ésima especie.

Con ambos índices se comparó cuánto difieren los diferentes tipos de hábitats en cuanto a la riqueza, abundancia y diversidad de pequeños mamíferos entre las diferentes formaciones, como también la similitud de especies entre ellos (MAGURRAN, 1989).

El Índice Cualitativo de Sorenson compara la diversidad de especies en los diferentes hábitats, a través de la comparación de la similitud en número de especies considerando la presencia o ausencia de los mismos en cada una de las partes a comparar. En este análisis todas las especies tienen igual peso en la ecuación, independientemente de si son abundantes o raras.

El análisis se basa en la siguiente fórmula:

$$Cs = \frac{2J}{A+B}$$

Donde: J = Número de especies comunes en ambos hábitats, A = Número de especies presentes en el hábitat número 1, B = Número de especies presentes en el hábitat número 2 (MAGURRAN, 1989).

También se obtuvo el Índice Cuantitativo de Sorenson, para determinar si son similares cuantitativamente entre los diferentes hábitats, este índice toma como medida la abundancia de las especies expresándose como:

$$Cn = \frac{2\,JN}{AN + BN}$$

Para: JN = Suma de las abundancias de especies del hábitat que presenta abundancia inferior; AN = Número de individuos en el hábitat número 1, BN = Número de individuos en el hábitat número 2. Para ambos casos en los índices el número "1", indica similaridad completa, y a medida que tiende disminuir su valor, los hábitats son menos similares, llegando a 0, en caso de que difieran completamente y no tengan especies en común (MAGURRAN, 1989).

5. RESULTADOS.

Se trabajó en el Parque Nacional Tunari (Cochabamba), en cinco tipos de hábitats: Bosques nativos de *Polylepis* (kewiña) (PO), Bosques mixtos de: *Polylepis-Eucalyptus* (kewiña-eucalipto) (PO-EU) y *Polylepis-Pinus* (kewiña-pino) (PO-PI) y plantaciones forestales introducidas de *Eucalyptus* (eucalipto) (EU) y *Pinus* (pino) (PI), con un total de 24 noches con un esfuerzo de 12.000 trampas/noche durante todo el estudio a través del cual se capturaron un total de 312 individuos (Tabla 1).

5.1. COMPOSICIÓN DE LOS ENSAMBLES.

Los ensambles de pequeños mamíferos en los cinco tipos de hábitats estudiados, están compuestos por especies pertenecientes a dos órdenes (Didelphimorphia y Rodentia), dos familias (didelphidae y muridae) y ocho especies (Tabla 1), distribuidos de la siguiente manera:

5.1.1. Orden Didelphimorphia - Familia: Didelphidae.

5.1.1.2. *Thylamys venustus* (Waterhouse, 1839)(THVE) (Figura 13a, b).

Nombre común: Marmosa elegante, Yaca.

Medidas: (En 20 Adultos = 17 machos y 3 hembras).

LT=193-248; LC=103-138; LP=9-16,5; LO=16-26; PESO=13-52.

a) Descripción General:

Marsupial de tamaño mediano. Cola un poco más larga que la longitud de cabeza y cuerpo, además de ser bastante lisa y bicolor. Pelaje denso y suave, lados relativamente bien demarcados del vientre y la espalda, con la coloración dorsal gris algo café, y la parte ventral más blanquecina. Alrededor de los ojos la coloración del pelaje más oscuro aparentando ser un antifaz, patas blanquecinas y relativamente pequeñas, orejas relativamente largas (ANDERSON, 1993; 1997; EISENBERG & REDFORD, 1999; MOYA, 2003).

b) Distribución:

El género se distribuye en la mayor parte templada de Sud América, observándose desde Perú, Brasil hasta el sur de la Argentina (EISENBERG & REDFORD, 1999). La especie se distribuye desde la costa central del Perú y la mayor parte de Chile desde el nivel del mar hasta los 2500 m.s.n.m. (EISENBERG & REDFORD, 1999). Según: ANDERSON (1997), podemos encontrar a esta especie en algunas regiones de los departamentos de Chuquisaca, Tarija y parte de La Paz, Cochabamba, Oruro, Potosí y Santa Cruz. En el P.N.T. se encontró en las localidades de: Pajcha (17°19´ S y 66°08 O) (PO-EU), Pintu Mayu (17°19´ S y 66°09 O) (PO, PO-EU, PO-PI y PI), Cruzani (17°30 S y 66°21 O) (EU, PI).

c) Historia Natural o Ecología:

Es de hábitos nocturnos, arborícola. Especies de este género son denominadas insectívoros-arbóreos. Se alimenta de artrópodos, larvas de insectos, frutos y vertebrados pequeños (EISENBERG & REDFORD, 1999; YENSEN & TARIFA, 2002; MOYA, 2003). En el Parque Nacional Tunari se encontraron en los hábitats de: bosque de Kewiña , bosque mixto de Kewiña-Eucalipto, bosque mixto de Kewiña-Pino, plantaciones de Eucalipto y de Pino.

5.1.2. Orden Rodentia - Familia Muridae - Subfamilia Sigmodontinae.

5.1.2.1. *Akodon* cf. *boliviensis* Meyen, 1833 (AKBO) (Figura 13c).

Nombre común: Ratón plomizo.

Medidas: (En 14 adultos = 9 machos y 5 hembras).

LT=132-165; LC=59-76; LP=19-25; LO=10-15; PESO=12,5-20,6.

a) Descripción General:

Especie de tamaño pequeño, tiene las orejas pequeñas, cola más corta que la longitud de cabeza y cuerpo. Presenta pelo corto, más o menos fino, la coloración del pelaje de la parte dorsal es café negruzco con algunos toques de rojizo, vientre color plomizo algo grisáceo; la cola es bicolor, oscura en la parte dorsal y más clara en la parte ventral. Las patas son grisáceas. Las vibrisas son más o menos cortas y muy finas. Las características externas de esta especie, son similares a las de *Akodon subfuscus*, ambas especies pueden diferenciarse principalmente por estructuras del cráneo, donde *A. boliviensis* presenta el margen anterior

de la placa cigomática vertical (ANDERSON, 1993; 1997; EISENBERG & REDFORD, 1999; MOYA, 2003).

b) Distribución:

El género se encuentra en América del Sur, en todos los países andinos desde el Norte de Venezuela hasta Tierra del Fuego, ausente en las Guayanas, llegando hasta los 5000 m.s.n.m. (EMMONS & FEER, 1999). La especie se establece desde el sur del Perú, continuando y llegando hasta Bolivia (EISENBERG & REDFORD, 1999). En Bolivia se distribuye en los Yungas, zona altoandina, incluyendo el Altiplano, pero no llega a las partes áridas de Potosí y Oruro. Presente en 54 localidades de los departamentos de Cochabamba, Tarija, Chuquisaca, La Paz y una pequeña parte de Oruro, Potosí y Santa Cruz, sobre los 2500 m.s.n.m. (ANDERSON, 1997). En el P.N.T. se encontró en las localidades de: Pajcha (17°19´ S y 66°08 O) (PO, PO-EU, PO-PI, EU y PI), Pintu Mayu (17°19´ S y 66°09 O) (PO, PO-EU y PI), Thola Pujru (17°30 S y 66°21 O) (PO).

c) Historia Natural:

Especie terrestre con actividad en el día y en la noche, capaz de vivir en cualquier lugar con la condición de una buena cobertura herbácea, asociado a *Andinomys edax*. Su régimen alimenticio consiste principalmente de invertebrados (principalmente larvas de coleópteros), probablemente también de semillas o granos y ramoneo (MERCADO & MILLARES, 1991; ANDERSON, 1997; EISENBERG & REDFORD, 1999; EMMONS & FEER, 1999; MOYA, 2003). En el Parque Nacional Tunari se encontraron en los hábitats de: bosque de Kewiña, bosque mixto de Kewiña-Eucalipto, bosque mixto de Kewiña-Pino, plantaciones de Eucalipto y de Pino.

5.1.2.2. *Andinomys edax* Thomas, 1902 (ANED) (Figura 14a).

Nombre común: Rata andina.

Medidas: (En 2 adultos = 1 macho y 1 hembra).

LT=256-261; LC=116-125; LP=26,3-28,5; LO=21; PESO=72-74,7.

a) Descripción General:

Especie de tamaño bastante grande, cuerpo robusto en general, de forma redondeada. Cola más corta que la longitud de cabeza y cuerpo. Orejas más o menos grandes, rostro pequeño,

cara redondeada. Pelaje largo, fino y sedoso, color plomizo con tonos cafés, algo beige en las partes laterales. La parte ventral plomiza más blanquecina. Patas blancas bastante robustas. Cola relativamente gruesa y bicolor: café oscuro en la parte dorsal y blanco en la parte ventral. Las mejillas son plomizas, las vibrisas finas, largas y densas (MERCADO & MILLARES, 1991; EISENBERG & REDFORD, 1999; MOYA, 2003).

b) Distribución:

Esta especie se establece en las regiones altas de Perú, Bolivia, noroeste de Argentina y norte de Chile. En Argentina presente desde los Andes hasta La Rioja, en Chile presente en Arica y Tarapacá (EISENBERG & REDFORD, 1999). Ocurre en lugares altoandinos, la mayor parte de las localidades por encima de los 3000 m.s.n.m., pero no se encuentran en lugares muy áridos del Altiplano de Oruro y Potosí. Las localidades comprenden a los departamentos de La Paz, Cochabamba, Chuquisaca, Tarija, Potosí y Oruro (ANDERSON, 1997). En el P.N.T. se encontró en las localidades de: Pintu Mayu (17°19´ S y 66°09 O) (PO), Cruzani (17°30 S y 66°21 O) (EU).

c) Historia Natural:

Sus hábitats son ambientes rocosos de la puna, pastizales de altura y bosques húmedos, cerca de cursos de agua; generalmente en áreas de vegetación densa (EISENBERG & REDFORD, 1999). También se capturaron individuos en bosques de kewiña con mayor frecuencia en hábitats rocosos. Se considera una plaga para los cultivos de papa en la época de siembra. Presentan hábitos más herbívoros (MERCADO & MILLARES, 1991; MOYA, 2003).En el Parque Nacional Tunari se encontraron en los hábitats de: bosque de Kewiña, plantación de Eucalipto.

5.1.2.3. *Bolomys lactens* Thomas, 1918 (BOLA) (Figura 14b).

Nombre común: Ratón ventrirufo.

Medidas: (En 5 adultos = 2 machos y 3 hembras).

LT=163-199; LC=68-78; LP=20-26; LO=13-16,2; PESO=28-50.

a) Descripción General:

Especie de tamaño pequeño, orejas pequeñas, cola más corta que la longitud de cabeza y cuerpo. Pelo, en general corto. Coloración dorsal café negruzca, la cabeza más grisácea, vientre más plomizo, las orejas son del color del cuerpo. La cola presenta coloración dorsal oscura casi negra, la parte ventral es más plomiza. Las patas son plomas oscuras, las garras de las patas delanteras y traseras relativamente largas. Presenta las vibrisas algo largas, muy finas y aparentan ser pocas; anatómicamente presentan los incisivos muy procumbentes y blancos, los forámenes incisivos bastante estrechos y largos, con constricción primaria (ANDERSON, 1993; EISENBERG & REDFORD, 1999; MOYA, 2003).

b) Distribución:

Esta especie es conocida desde el noroeste argentino, con las provincias Jujuy y Tucumán, prolongándose hasta Bolivia (EISENBERG & REDFORD, 1999). En Bolivia se distribuye desde los 2100 hasta los 4000 m.s.n.m. encontrándose en seis localidades de los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca y Tarija (ANDERSON, 1997). En el P.N.T. se encontró en las localidades de: Pajcha (17°19´ S y 66°08 O) (PO y PO-PI) y Thola Pujru (17°30 S y 66°21 O) (PO).

c) Historia Natural:

Se conoce poco acerca de la historia natural de esta especie. Los individuos capturados en el presente trabajo, mostraron un comportamiento agresivo e inquieto durante su manipulación. En el Parque Nacional Tunari se encontraron en los hábitats de: bosque de Kewiña, bosque mixto de Kewiña-Pino.

5.1.2.4. *Oligoryzomys andinus* Osgood, 1914 (OLAN) (Figura 14c).

Nombre común: Ratón colilargo andino.

Medidas: (En 5 adultos = 4 machos y 1 hembra).

LT=221-236; LC=129-139; LP=26,5-27; LO=14,8-16; PESO=28-30.

a) Descripción General:

Especie de tamaño pequeño (menos de 10 cm, sin medir la cola), cola más larga que la longitud de cabeza y cuerpo. Patas traseras largas. Pelaje suave y fino, la coloración de la parte dorsal es café, algo oscura con tonos anaranjados, principalmente hacia la parte dorsal

trasera, vientre blanco cremoso. Las mejillas presentan pelaje blanquecino de tonalidad cremosa, similar a la coloración ventral pero que no se extiende muy arriba. Las patas son blancas. Cola bicolor con pelos esparcidos, coloración café en la parte dorsal y más blanca en la ventral. Vibrisas muy finas (ANDERSON, 1993; EISENBERG & REDFORD, 1999; MOYA, 2003).

b) Distribución:

El género está presente en América Central y del Sur, distribuyéndose desde México hasta Tierra del Fuego, llegando hasta los 4000 m.s.n.m. (EMMONS & FEER, 1999). Esta especie se distribuye en los Andes desde el oeste del Perú, por el sur, llegando hasta el oeste central de Bolivia (EISENBERG & REDFORD, 1999). Presente en algunas localidades de los departamentos de La Paz, Oruro, Cochabamba, Chuquisaca y Potosí (ANDERSON, 1997). En el P.N.T. se encontró en las localidades de Pintu Mayu (17°19´ S y 66°09 O) (PO-EU y PI).

c) Historia Natural:

En este género las especies son nocturnas, terrestres, solitarias, probablemente se alimentan de semillas, frutos e insectos, prefieren hábitats densos y matorrales Esta especie aparentemente tiene hábitos nocturnos. Muy ágil, se mueve en el terreno dando grandes saltos. En análisis estomacales, se encontraron restos de materia vegetal y de invertebrados (EISENBERG & REDFORD, 1999; EMMONS & FEER, 1999; MOYA, 2003). En el Parque Nacional Tunari se encontraron en los hábitats de: bosque mixto de Kewiña-Eucalipto, bosque de Pino.

5.1.2.5. *Oxymycterus paramensis* Thomas, 1902 (Figura 15a).

Nombre común: Jucucha, ratón hocicudo, hocicudo parameño.

Medidas: (En 70 adultos = 42 machos, 27 hembras y 1 indeterminado).

LT=125-240; LC=25-119; LP=16-27,5; LO=12-18,5; PESO=25-96.

a) Descripción General:

Especie de tamaño mediano, cuerpo corto y redondeado, cola más corta que la longitud de cabeza y cuerpo. Orejas pequeñas. Presenta una prolongación de los nasales formando una

especie de hocico, muy característico entre los individuos de la especie. Pelos más o menos largos, no muy finos, la coloración del pelaje es variable entre café y rojizo, principalmente, en la parte dorsal posterior, esta característica puede variar entre individuos dependiendo de la localidad, pudiendo presentar tonalidades más fuertes. La coloración ventral es plomiza y las puntas suavemente anaranjadas, los pelos de este sector son un poco más finos. Las patas son oscuras, presentan garras muy largas y prominentes. La cola es suavemente bicolor, muy oscuro en la parte dorsal y más grisáceo en la parte ventral. Vibrisas más o menos largas y finas (ANDERSON, 1993; 1997; COCA, 2002; MOYA, 2003). Las características anatómicas más relevantes, para el género son: placa cigomática muy estrechada, generalmente inclinada hacia atrás a partir del margen inferior, foramen infraorbital generalmente grande, bien abierto, rostro alargado (ANDERSON, 1993).

b) Distribución:

El género se distribuye en América del Sur: en el Sur del Amazonas desde Perú, hacia el Sur hasta Argentina y Uruguay, hasta los 4000 m. de altitud (EMMONS & FEER, 1999). Esta especie se distribuye desde los Andes orientales del sur de Perú hasta la parte oriental de Bolivia, comprendiendo las provincias argentinas de Salta, Jujuy, Córdoba y Tucumán (EISENBERG & REDFORD, 1999). En VARGAS (2001), se menciona su distribución en la zona de los Andes, desde Puno, Perú, a través de Cochabamba y Tarija en Bolivia; dentro el noroeste argentino en Jujuy y Salta, en Bolivia ocurre en los Yungas, generalmente a mayores elevaciones que *O. inca*, desde los 900 m.s.n.m. hasta los 4000 m.s.n.m. (ANDERSON, 1997). En el P.N.T. se encontró en las localidades de: Pajcha (17°19´ S y 66°08 O) (PO, PO-EU, PO-PI, EU y PI), Pintu Mayu (17°19´ S y 66°09 O) (PO, PO-EU, PO-PI y PI), Cruzani (17°30 S y 66°21 O) (EU) y Thola Pujru (17°30 S y 66°21 O) (PO).

c) Historia Natural:

Puede ser diurno o nocturno, de hábitos terrestres se alimenta principalmente de insectos y otros invertebrados, por lo que se lo denomina, insectívoro semifosorial, para ello, utiliza sus garras para desenterrar a sus presas de la hojarasca. Se alimenta además, de los insectos que se encuentran en la corteza de las kewiñas (ANDERSON, 1993; 1997; EMMONS & FEER, 1999; VARGAS, 2001; COCA, 2002; MOYA, 2003). En el Parque Nacional Tunari

se encontraron en los hábitats de: bosque de Kewiña, bosque mixto de Kewiña-Eucalipto, bosque mixto de Kewiña-Pino, bosque de Eucalipto, bosque de Pino.

5.1.2.6. *Phyllotis osilae* J.A. Allen, 1901(PHOS) (Figura 15b).

Nombre común: Pericote osilae.

Medidas: (En 81 adultos = 38 machos y 43 hembras).

LT=138-277; LC=43-155; LP=15,5-29; LO=15-21,5; PESO=22-64,6.

a) Descripción General:

Especie de tamaño mediano, pelaje denso, fino y más o menos largo, con la cola delgada, bicolor, con la parte dorsal oscura y la parte ventral blanquecina, además que es más larga que la longitud de cabeza y cuerpo. Coloración gris en el dorso, con tonos café y anaranjado, blanco anteado en el vientre, vibrisas largas y densas; a nivel anatómico tienen los huecos del palatino posterior pequeños y generalmente laterales relativos a la fosa mesopterigoidal; los tubos de los globos auditivos largos y cilíndricos; la región interorbital estrecha, los nasales están terminados posteriormente en punta y se extienden más alla de los premaxilares (ANDERSON, 1993; 1997; EISENBERG & REDFORD, 1999).

b) Distribución:

Se distribuye desde el sur del Perú hasta el norte de Argentina, en las provincias Jujuy, Salta, Tucumán y Catamarca, frecuentemente se los encuentra entre los 3000 a 4500 m.s.n.m., sin embargo, en algunas localidades pueden presentarse a bajas elevaciones (EISENBERG & REDFORD, 1999). En Bolivia se encuentran en 28 localidades de los departamentos de La Paz, Chuquisaca, Tarija y Cochabamba, entre los 1700 a 4900 m.s.n.m. (ANDERSON, 1997). En el P.N.T. se encontró en las localidades de: Pajcha (17°19´ S y 66°08 O) (PO, PO-EU, PO-PI, EU y PI), Pintu Mayu (17°19´ S y 66°09 O) (PO, PO-EU, PO-PI, EU y PI), Cruzani (17°30 S y 66°21 O) (EU) y Thola Pujru (17°30 S y 66°21 O) (PO).

c) Historia Natural ó Ecología:

Estrictamente nocturno, se encuentran en hábitats con gran parte del suelo desnudo y pedregoso cubierto por vegetación xerofítica, puede ocurrir en muchos hábitats

(EISENBERG & REDFORD, 1999). Los individuos capturados mostraron aparentemente ser tranquilos, son omnívoros generalistas, al tener una dieta variada y oportunista. Se alimentan tanto de hierba, semillas e insectos. Se los observó alimentándose de hojas tiernas (ANDERSON, 1997; MOYA, 2003). En el Parque Nacional Tunari se encontraron en los hábitats de: bosque de Kewiña, bosque mixto de Kewiña-Eucalipto, bosque mixto de Kewiña-Pino, bosque de Eucalipto, bosque de Pino.

5.1.3. Orden Rodentia - Familia Muridae - Subfamilia Murinae

5.1.3.1. ***Rattus rattus,*** Linnaeus, 1578 (RARA) (Figura 15c).

Nombres comúnes: Rata negra, rata doméstica, rata casera.

Medidas: (En 2 adultos = 2 machos).

LT=305-315; LC=163-176; LP=30-31; LO=20-23,5; PESO=84-96.

a) Descripción General:

La subfamilia Murinae presenta las cúspides de molares superiores dispuestos en tres hileras longitudinales, la cola siempre con escamas conspicuas, nunca cubierta con pelo. Diferenciándose con *Mus musculus* (ratón doméstico), en que es de tamaño más grande, la pata posterior supera los 23 mm. de longitud, el cráneo es mayor a 20 mm. el largo de hilera molar es mayor a 5 mm. (ANDERSON, 1993). Existen en ésta especie de dos colores: la primera con la parte dorsal amarillo marrón leonado rayado con pelos negros y usualmente con blancos; la parte ventral blanco puro, amarillo blanco, amarillo marrón o gris; la segunda con la parte dorsal negra o gris oscuro estriado con pelos blancos, especialmente en la mitad posterior del cuerpo; la parte ventral es gris. Ambas formas con el pelo largo y duro, bastante ralo, no espinoso, ni denso o aterciopelado, el pelo es gris pálido en la base. Las orejas son medianas, peladas; las vibrisas son largas y fuertes alcanzando los hombros. La cola es más larga que la cabeza y cuerpo, robusta, pelada y escamosa, con pelos duros y cortos. Los pies son robustos y anchos (EMMONS & FEER, 1999).

b) Distribución:

Distribuida en todo el mundo, esta especie fue probablemente introducida por el hombre al Nuevo Mundo por barcos de exploradores europeos. Es una peste seria en todo el mundo ya

que son cosmopolitas (EISENBERG & REDFORD, 1992; ANDERSON, 1993; 1997; EMMONS & FEER, 1999; COCA, 2002). En el P.N.T. se encontró en la localidad de: Cruzani (17°30 S y 66°21 O) (EU).

c) Historia Natural:

Especie introducida, comensal, nocturna, mayormente terrestre. Es omnívora, ya que se alimenta de granos, basura, frutos, carroña, también de cuero, jabones, velas, etc. En bosques húmedos se encuentra solamente dentro y alrededor de asentamientos humanos. Ocupa a menudo edificios y graneros. Esta especie transporta enfermedades y a menudo destruye especies nativas de vertebrados (ANDERSON, 1993; EMMONS & FEER, 1999). En el Parque Nacional Tunari se encontraron en los hábitats de: plantación de Eucalipto.

a

c

b

Figura 13. Individuos adultos de las especies: a) *Thylamys venustus* (Localidad Cruzani), b) *Thylamys venustus* (Localidad Pintu Mayu) y c) *Akodon* cf. *boliviensis* (Localidad Pintu Mayu). Fotografías: E. Igor Maradiegue, 2005a; 2004b; 2004c.

a

c

b

Figura 14. Individuos adultos de las especies: a) *Andinomys edax* (Localidad Pintu Mayu), b) *Bolomys lactens* (Localidad Thola Pujru) y c) *Oligoryzomys andinus* (Localidad Pintu Mayu). Fotografías: E. Igor Maradiegue, 2004a; 2004c; Renzo Vargas, 2005b.

a

b

c

Figura 15. a) Individuo juvenil de la especie: *Oxymycterus paramensis* (Localidad Cruzani) e individuos adultos de: b) *Phyllotis osilae* (Localidad Pintu Mayu) y c) *Rattus rattus* (Localidad Cruzani). Fotografías: E. Igor Maradiegue, 2005a; 2004b; 2005c.

Tabla 1. Riqueza y Abundancia de pequeños mamíferos presentes en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari. Abreviaciones corresponden a: PO=*Polylepis*; POEU=*Polylepis-Eucalyptus*; POPI=*Polylepis-Pinus*; EU=*Eucalyptus*; PI=*Pinus*.

	TIPOS DE HÁBITATS					
Especies	**PO**	**PO-EU**	**PO-PI**	**EU**	**PI**	**Total**
Thylamys venustus	1	2	1	4	16	**24**
Akodon* cf. *boliviensis	14	3	7	10	3	**37**
Andinomys edax	2	0	0	1	0	**3**
Bolomys lactens	4	0	3	0	0	**7**
Oligoryzomys andinus	0	3	0	0	2	**5**
Oxymycterus paramensis	28	27	17	14	17	**103**
Phyllotis osilae	33	41	7	29	21	**131**
Rattus rattus	0	0	0	2	0	**2**
Total Individuos	**82**	**76**	**35**	**60**	**59**	**312**
Número de Especies	**6**	**5**	**5**	**6**	**5**	**8**

5.2. RIQUEZA Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES POR TIPO DE HÁBITAT.

Se observa que cuatro de las especies (*Phyllotis osilae*, *Oxymycterus paramensis*, *Akodon* cf. *boliviensis* y *Thylamys venustus*) están presentes en todos los hábitats estudiados, *Andinomys edax* y *Olygoryzomys andinus*, se encuentran en dos de los cinco hábitats. La especie *Bolomys lactens*, se capturó solamente en hábitats de *Polylepis* y en el mixto de *Polylepis-Pinus*, por último la especie invasora *Rattus rattus* fue encontrada sólo en el hábitat de *Eucalyptus* (Tabla 1).

De las seis especies encontradas en el hábitat de *Polylepis*, cuatro están en todos los hábitats, mientras que *Andinomys edax*, además existe en *Eucalyptus* y *Bolomys lactens* está presente, además en *Polylepis-Pinus*. En las plantaciones de *Eucalyptus* se encontraron seis especies, con cinco nativas y una especie invasora. (Tabla 1).

El ensamble en hábitats de *Pinus*, tiene las cinco especies similares que el hábitat de *Polylepis-Eucalyptus*, donde *Oligoryzomys andinus* y *Akodon* cf. *boliviensis* están

representados con pocos individuos. En el hábitat de *Polylepis-Pinus* existen cinco especies donde sólo *Oxymycterus paramensis* tiene varios individuos, el resto de las especies están presentes con pocos individuos (Tabla 1).

Respecto a la Curva de acumulación de especies, en los hábitats de *Polylepis* y *Eucalyptus,* se alcanza las seis especies observadas alrededor de la noche 21, observándose que la curva prácticamente comienza a estabilizarse. Por cuanto realizándose más noches de esfuerzo de captura, podría obtenerse sólo una ó en el mejor de los casos hasta dos especies (Figura 16).

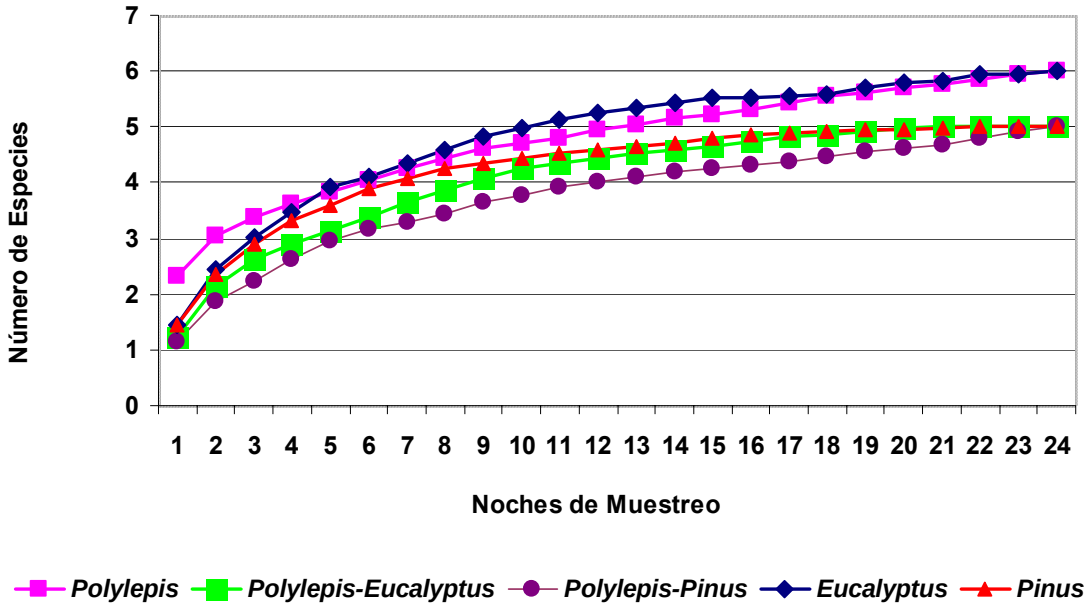


Figura 16. Curva de Acumulación de especies en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari.

Para los hábitats de *Pinus* y *Polylepis-Eucalyptus* (POEU), se observa que la curva se estabiliza a partir de la noche 23, indicándonos que este hábitat está bien muestreado y el ensamble sí está bien representado y en caso de seguir aumentando el esfuerzo de trampeo difícilmente se agregarán más especies. En el hábitat de *Polylepis-Pinus* (POPI), se capturó a la quinta especie la última noche, observándose que la curva no se estabiliza sino tiende a seguir subiendo, lo que nos dice que si realizamos mayor esfuerzo de trampeo, podrían incluirse más especies (Figura 16).

Respecto a la estimación del número de especies esperadas en función de un incremento del esfuerzo de muestreo, no se encontraron diferencias significativas respecto al número de especies observadas para cada uno de los hábitats estudiados (Chi-cuadrado= 3,952; gl = 20P >0.05). El número de especies esperadas varió entre 5 hasta 6,52 (Tabla 2). Para todos los casos, el aumento en esfuerzo de captura en los diferentes hábitats no representaría el hallazgo de mayor número de especies.

Tabla 2. Estimadores de Riqueza de especies en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari. Abreviaciones corresponden a: PO=*Polylepis*; POEU=*Polylepis-Eucalyptus*; POPI=*Polylepis-Pinus*; EU=*Eucalyptus*; PI=*Pinus*.

Hábitats ó Bosques	Especies Observadas	Estimador Bootstrap	Estimador Chao2	noche
PO	6	6,52	6	21
PO-EU	5	5,29	5	23
PO-PI	5	5,72	5,96	24
EU	6	6,51	6	21
PI	5	5,17	6	23

5.3. ABUNDANCIA RELATIVA.

La mayor abundancia relativa de individuos está representada por la especie *Phyllotis osilae* en los hábitats de *Polylepis*, *Polylepis-Eucalyptus*, *Eucalyptus* y *Pinus*. Encontrándose su menor abundancia en el hábitat de *Polylepis-Pinus*. Coincidentemente, es en este hábitat donde *Oxymycterus paramensis* es más abundante y en el resto de los hábitats es la segunda especie con mayor abundancia respecto a los demás. Entre tanto, *Akodon* cf. *boliviensis* en general representa la tercera especie más abundante, particularmente en los hábitats de: *Eucalyptus*, *Polylepis* y *Polylepis-Eucalyptus* (Tabla 3). El resto de las especies tienden a alternar con abundancias bajas en los diferentes hábitats, como por ejemplo la especie invasora *Rattus rattus* que sólo se encuentra en *Eucalyptus*.

Tabla 3. Abundancia relativa de pequeños mamíferos en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari (100 trampas/noche). Abreviaciones corresponden a: PO=*Polylepis*; POEU=*Polylepis-Eucalyptus*; POPI=*Polylepis-Pinus*; EU=*Eucalyptus*; PI=*Pinus*.

	HÁBITATS					
ESPECIES	**PO**	**PO-EU**	**PO-PI**	**EU**	**PI**	**TOTAL**
Thylamys venustus	**0,04**	**0,08**	**0,04**	**0,16**	**0,66**	**0,2**
Akodon* cf. *boliviensis	**0,58**	**0,12**	**0,29**	**0,41**	**0,12**	**0,3083**
Andinomys edax	**0,08**	**0**	**0**	**0,04**	**0**	**0,025**
Bolomys lactens	**0,16**	**0**	**0,12**	**0**	**0**	**0,0583**
Olygoryzomys andinus	**0**	**0,12**	**0**	**0**	**0,08**	**0,0416**
Oxymycterus paramensis	**1,16**	**1,12**	**0,7**	**0,58**	**0,7**	**0,8583**
Phyllotis osilae	**1,37**	**1,7**	**0,29**	**1,2**	**0,87**	**1,09**
Rattus rattus	**0**	**0**	**0**	**0,08**	**0**	**0,0166**
Trampas/noche	**2400**	**2400**	**2400**	**2400**	**2400**	**12000**

Tabla 4. Test de chi-cuadrado (X^2), para las abundancias en los diferentes hábitats.

Hábitats	Observadas	Esperados	O-E	$(O-E)^2$	$(O-E)^2/E$
Polylepis	82	62,4	19,6	384,16	6,15
Polylepis-Eucalyptus	76	62,4	13,6	184,96	2,96
Polylepis-Pinus	35	62,4	-27,4	750,76	12,03
Eucalyptus	60	62,4	-2,4	5,76	0,092
Pinus	59	62,4	-3,4	11,56	0,18
GL=4	**P = 0,950**	**X^2t = 9,48**		**X^2C =**	**21,32**

En general, existen diferencias significativas en la abundancia de pequeños mamíferos en los diferentes tipos de hábitats estudiados ($X^2C = 21,32$; gl. = 4; $P < 0,05$) (Tabla 4).

Existen diferencias significativas y altamente significativas en la abundancia, cuando se realizan comparaciones múltiples entre pares de hábitats, se observó un gradiente donde *Polylepis* tiene la mayor abundancia de individuos de las diferentes especies respecto a otras comparaciones de hábitats. Luego le siguen *Polylepis-Eucalyptus*, *Eucalyptus*, por último el hábitat mixto de *Pinus* y el de *Polylepis-Pinus*, respecto a otras comparaciones de hábitats (Tabla 5). Puede verse que *Polylepis* es el hábitat que tiene una influencia significativa sobre la abundancia en la mayoría de los casos. También es necesario acotar que el hábitat de *Polylepis-Pinus* es el hábitat más pobre comparado con todos los otros, ya que confrontando con *Polylepis* y *Polylepis-Eucalyptus*, sus diferencias son altamente significativas y cotejando con *Eucalyptus* y *Pinus* tienen diferencias significativas. Además al comparar los valores de *Polylepis* con *Eucalyptus* y *Pinus*, existen valores marginales.

Tabla 5. Contrastes de un grado de libertad de las abundancias entre cada uno de los cinco hábitats estudiados.

Comparación entre Hábitats	DF(gl)	Valor_chi (X^2)	Pr>chi (X^2)	π
Polylepis vs Polylepis-Eucalyptus	**1**	**0.23**	**0.6332**	**n.s.**
Polylepis vs Polylepis-Pinus	**1**	**17.78**	**<.0001**	******
Polylepis vs Eucalyptus	**1**	**3.38**	**0.066**	**n.s.(+)**
Polylepis vs Pinus	**1**	**3.72**	**0.0538**	**n.s.(+)**
Polylepis-Eucalyptus vs Eucalyptus	**1**	**1.87**	**0.1711**	**n.s.**
Polylepis-Eucalyptus vs Pinus	**1**	**2.13**	**0.1445**	**n.s.**
Polylepis-Eucalyptus vs Polylepis-Pinus	**1**	**14.41**	**0.0001**	******
Polylepis-Pinus vs Eucalyptus	**1**	**6.42**	**0.0113**	*****
Polylepis-Pinus vs Pinus	**1**	**5.99**	**0.0144**	*****
Eucalyptus vs Pinus	**1**	**0.01**	**0.927**	**n.s.**

π = Los símbolos indican: (**)diferencias altamente significativas; (*)diferencias significativas; (+)valores marginales; (ns)diferencias no significativas.

5.4. DIAGRAMAS RANGO-ABUNDANCIA DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS EN CINCO TIPOS DE HÁBITATS DEL PARQUE NACIONAL TUNARI.

En el ensamble de pequeños mamíferos para cuatro tipos de hábitats: *Eucalyptus*, *Pinus*, *Polylepis*, *Polylepis-Eucalyptus*, tenemos como especie dominante a *Phyllotis osilae*; siendo la segunda especie dominante, *Oxymycterus paramensis*. En *Polylepis-Pinus*, tenemos como especie dominante a *Oxymycterus paramensis*, seguida por *Phyllotis osilae*, aparentemente podrían ser especies generalistas**.** La especie *Akodon boliviensis* presenta abundancias intermedias en relación a las demás. Otras especies presentan abundancias bajas y simplemente actúan como especies satélite alternando en uno u otro hábitat, con la excepción de *Thylamys venustus* que en hábitats de *Pinus* registró muchos individuos (Figura 17).

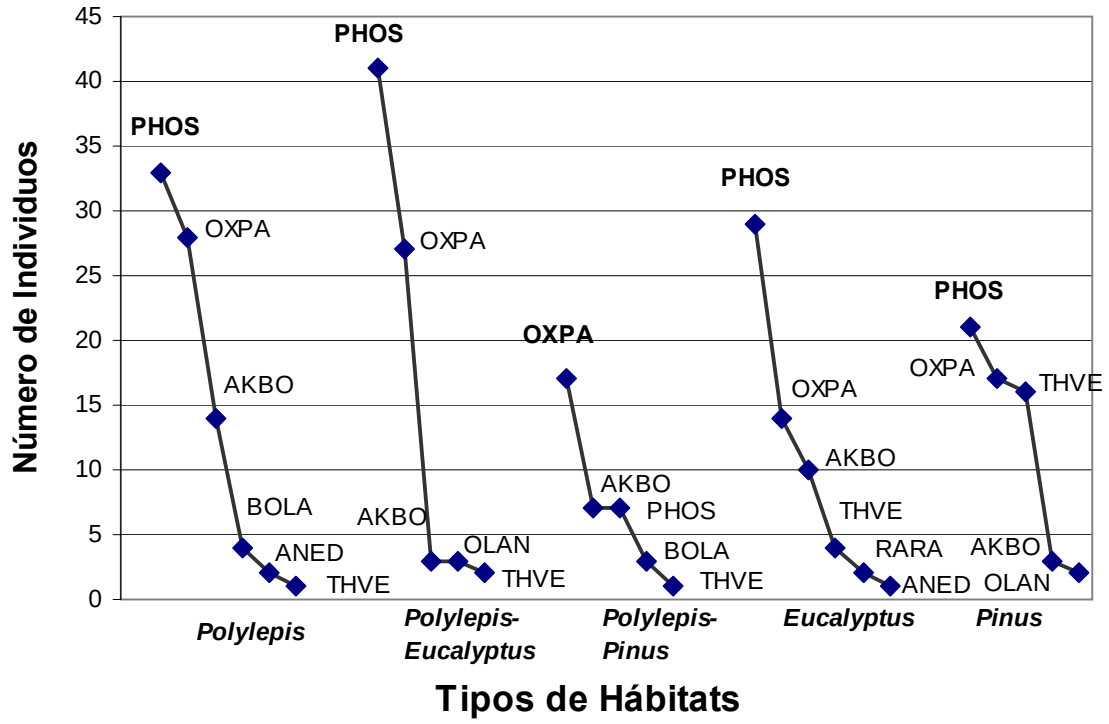


Figura 17. Diagrama Rango Abundancia de pequeños mamíferos en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari. Abreviaciones corresponden a: THVE=*Thylamys venustus*; AKBO=*Akodon* cf. *boliviensis*; ANED=*Andinomys edax*; BOLA=*Bolomys lactens*; OLAN=*Oligoryzomys andinus*; OXPA=*Oxymycterus paramensis*; PHOS=*Phyllotis osilae*; RARA=*Rattus rattus*.

Otro resultado sobresaliente fue la captura de dos individuos de la especie *Rattus rattus*, en las plantaciones del hábitat de *Eucalyptus* con sólo dos individuos (Figura 17).

5.5. ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS EN CINCO TIPOS DE HÁBITATS DEL PARQUE NACIONAL TUNARI.

Los índices de diversidad de pequeños mamíferos presentan diferencias entre los hábitats estudiados, donde en el Indice de Shannon (H'_{Ln}) muestra una mayor diversidad en el hábitat de *Eucalyptus*, seguido del hábitat de *Pinus*, *Polylepis* y *Polylepis-Pinus*, con valores que difieren muy poco, desde 1,30 a 1,36. Siendo el hábitat de *Polylepis-Eucalyptus*, el que menor valor de índice de diversidad presenta (Tabla 6). Por otro lado, el índice inverso de Simpson, nos muestra mayores valores en los hábitats de *Pinus*, seguido por: *Eucalyptus*, *Polylepis-Pinus* y *Polylepis*, mientras que el hábitat de *Polylepis-Eucalyptus*, es el que tiene los valores menores en ambos índices. Sin embargo, para ambos índices, estas diferencias podrían no ser significativas (Tabla 6).

Tabla 6. Índices de diversidad de pequeños mamíferos en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari.

Hábitats	Indice de Shannon	Indice de Simpson
Polylepis	**1,3**	**3,24**
Polylepis-Eucalyptus	**1,02**	**2,36**
Polylepis-Pinus	**1,31**	**3,29**
Eucalyptus	**1,36**	**3,32**
Pinus	**1,35**	**3,64**

5.6. ÍNDICES DE SIMILARIDAD DE ESPECIES.

Cualitativamente se observa que el hábitat de *Polylepis* muestra mayor similaridad con *Polylepis-Pinus*, seguido con el hábitat exótico de *Eucalyptus* y presenta valores más bajos

comparando con *Pinus* y *Polylepis-Eucalyptus*. Los hábitats de *Polylepis-Eucalyptus* comparando con *Pinus*, presentan una similaridad total. El hábitat mixto de *Polylepis-Pinus* es bastante similar comparado con el otro mixto de *Polylepis-Eucalyptus* y con el hábitat exótico de *Pinus*. Comparando los otros hábitats entre sus diferentes valores, no nos muestran una similaridad para destacar (Tabla 7).

Tabla 7. Índices cualitativo y cuantitativo de Sorenson de pequeños mamíferos en cinco tipos de hábitats del Parque Nacional Tunari.

ÍNDICES DE SIMILARIDAD		CUALITATIVOS				
CUANTITATIVOS	**HÁBITATS**	***Polylepis***	***Polylepis-Eucalyptus***	***Polylepis-Pinus***	***Eucalyptus***	***Pinus***
	Polylepis		**0,72**	**0,9**	**0,83**	**0,72**
	Polylepis-Eucalyptus	**0,81**		**0,8**	**0,72**	**1**
	Polylepis-Pinus	**0,59**	**0,5**		**0,72**	**0,8**
	Eucalyptus	**0,77**	**0,7**	**0,61**		**0,72**
	Pinus	**0,59**	**0,66**	**0,59**	**0,7**	

En lo que respecta a los índices de similaridad cuantitativos (Tabla 7), sobresale lo siguiente: comparando *Polylepis* con *Polylepis-Eucalyptus*, se parecen un 81%, variando en que el hábitat nativo puro presenta a *Bolomys lactens* y *Andinomys edax* y el hábitat mixto presenta a diferencia de *Polylepis* a la especie *Oligoryzomys andinus*. Haciendo comparaciones entre *Polylepis* con *Pinus* y con *Polylepis-Pinus*, existe una baja similitud de solamente el 59% en ambos casos, donde también destacan la presencia de *Bolomys lactens* y *Andinomys edax* para el hábitat nativo y para el hábitat de *Pinus* está presente *Oligoryzomys andinus*. Comparando los dos hábitats mixtos tenemos sólo un 50% de similaridad, existiendo mayor abundancia en el mixto de *Polylepis-Eucalyptus*, además que tiene la presencia de *Oligoryzomys andinus* y la ausencia de *Bolomys lactens,* a su vez en el mixto de *Polylepis-Pinus* ocurre lo contrario.

6. DISCUSIONES.

6.1. Estructura y Composición de Ensambles.

Se encontraron ocho especies en los cinco tipos de hábitats, de las cuales siete fueron especies de pequeños mamíferos nativos y una especie invasora (*Rattus rattus*). En el hábitat de *Polylepis* el ensamble estuvo compuesto por cinco especies nativas: *Phyllotis osilae, Oxymycterus paramensis, Andinomys edax, Akodon* cf. *boliviensis* y *Thylamys venustus*. Según TARIFA & YENSEN (2001), en sus trabajos en bosques de kewiña en el Sajama departamento de Oruro, también encontraron a las especies nativas de pequeños mamíferos: de dos géneros: *Oligoryzomys* y *Bolomys* y las cuatro especies: *O. paramensis, P. osilae, A. boliviensis, A. edax*; coincidiendo las tres primeras especies, con los resultados obtenidos para todos los diferentes hábitats estudiados en el Parque Tunari, justamente éstas especies según ANDERSON (1997), TARIFA & YENSEN (2001), ocupan diferentes tipos de hábitats y tienen rangos amplios de distribución altitudinal, por lo que también se encuentra en el Parque Tunari, este patrón, respecto a la composición de especies. Para el caso de *Andinomys edax*, coincide con las zonas rocosas de bosques de *Polylepis*, lo que aparentemente muestra cierta dependencia de esta especie a hábitats pedregosos o rocosos (MOYA, 2003), observándose que justamente *Polylepis*, puede albergar estos microhábitats y considerando que el individuo que se capturó en hábitat de *Eucalyptus* del presente trabajo, también correspondía a un microhábitat rocoso y con bastante sotobosque.

MOYA (2003), trabajó en hábitats de *Polylepis* del Parque Tunari (localidad de San Miguel), ésta se encuentra unos 10 km. hacia el oeste del lugar en el que se trabajó en el presente estudio donde encontró seis especies: *Phyllotis osilae, Oxymycterus paramensis, Akodon boliviensis, Thylamys elegans* (ahora *T. venustus*), *Andinomys edax, Oligoryzomys flavescens* (ahora *O. andinus*). En el presente trabajo también se obtuvo en hábitats de *Polylepis* seis especies con la diferencia de que no se capturó *Oligoryzomys andinus* y si se capturó *Bolomys lactens*, que fue exclusivo de los hábitats de: *Polylepis* y *Polylepis-Pinus*. Esto representa un nuevo registro para el ensamble de pequeños mamíferos en bosques nativos andinos de *Polylepis*, del P.N.T. Considerando los estudios de MOYA (2003) y el presente estudio, la diversidad de especies en los diferentes ambientes del P.N.T., cuenta al momento con un total de ocho especies.

Según MOYA (2003), la composición de micromamíferos para Sacha Loma en hábitat de *Polylepis* está compuesta por 9 especies: *Thylamys elegans* (ahora *T.venustus*), *Akodon boliviensis, Andinomys edax, Bolomys amoenus, Neotomys ebriosus, Oligoryzomys flavescens* (ahora *O. andinus*), *Oxymycterus paramensis, Phyllotis osilae* y *Abrocoma* sp., similares a VARGAS (2001), que encontró casi las mismas especies, a excepción de *Bolomys amoenus*. Difieren con los presentes resultados en que sólo se registraron seis especies en hábitats de *Polylepis* en el P.N.T., de las cuales cinco coinciden con las especies encontradas en la localidad de Sacha Loma, no habiéndose encontrado *Neotomys ebriosus, Oligoryzomys flavescens*, Abrocoma spp. y *Bolomys amoenus*, en el P.N.T., pero sí *Bolomys lactens*. LINDENMAYER *et al*. (1999), argumentan que la ausencia de ciertas especies en hábitats similares, podría deberse a la falta de ciertos componentes de nicho o algunos ítems de su dieta dándose la ausencia de ciertas especies. Estas variaciones podrían ser por la composición y estructura del sotobosque, al existir mayor cobertura vegetal en algunos casos y menor en otros.

VARGAS (2001), encontró en bosques de kewiña, de la localidad de Sacha Loma, un total de ocho especies, llegando a coincidir cuatro especies con el presente estudio: *Phyllotis osilae*, *Oxymycterus paramensis, Andinomys edax* y *Thylamys venustus*. Además VARGAS (2001), encontró *Akodon subfuscus, Neotomys ebriosus, Oligoryzomys flavescens* y *Abrocoma* spp., a su vez, en el presente estudio sólo encontramos *Oligoryzomys andinus* = (*Oligoryzomys flavescens)* con la diferencia de que esta especie fue registrada en hábitats de *Pinus* y en mixto de *Polylepis-Eucalyptus,* no así en hábitats nativos de *Polylepis*.

TARIFA & YENSEN (2001), encontraron a *Akodon boliviensis* en cuatro hábitats: *Polylepis*, Puna, Valles Secos y Yungas; *Phyllotis osilae* y *Andinomys edax* en ambientes de *Polylepis*, puna y valles secos, lo que crea mayor confusión si comparamos con nuestros estudios, al tratarse la primera de una especie con abundancia intermedia, la segunda con muchos individuos y presente en todos los hábitats y la última especie rara, presente sólo en hábitats de *Polylepis* y *Eucalyptus*, además con pocos individuos.

Con los resultados de (TARIFA & YENSEN, 2001; VARGAS, 2001; MOYA, 2003), se puede concluir que aparentemente los bosques nativos en el Parque Tunari, podrían estar más afectados si comparamos la riqueza de especies del mismo y de los otros hábitats, pudiendo deberse a que por ejemplo, en Sacha Loma, los bosques se encuentran menos perturbados, porque las comunidades humanas se encuentran alejadas, mientras que en el P.N.T., las comunidades humanas se encuentran asentadas más cerca, por lo que los efectos antrópicos de diversos tipos serían mayores.

6.2. Abundancia y Dominancia de especies.

En el presente trabajo, se observó que el ensamble de pequeños mamíferos para los cuatro tipos de hábitats estudiados tienen como especie con mayor abundancia y dominancia a *Phyllotis osilae*, concordando en parte con TARIFA & YENSEN (2001), que mencionan a esta especie como una de las más comúnes y abundantes en bosques de *Polylepis* (Parque Nacional Sajama), con respecto a las otras especies. MOYA (2003), menciona que la perturbación en hábitats, crea oportunidades para algunas especies generalistas, pudiendo ser el caso de *P. osilae* seguido de *Oxymycterus paramensis* que también presentó abundancias altas. Por otro lado, CUARÓN (2000), en la mayor parte de su estudio con mamíferos, realizados en el suroeste de México y norte de Guatemala, encontró en mayor número y con mayor frecuencia a especies oportunistas y altamente adaptables, donde los cambios de la cobertura del suelo se traducen en cambios de la disponibilidad del hábitat para las especies de vida silvestre. SAAVEDRA & SIMONETTI (2005), mencionan en estudios realizados con pequeños mamíferos, en la VII Región del Maule, Chile, que las especies más comúnes extienden su ocupación de hábitat a los fragmentos y plantaciones aledañas, en este caso de *Pinus radiata*, por lo que el impacto y la amenaza mayor sobre bosques nativos, en este caso el Maulino, sería hacia las especies más raras. Esta misma situación podría estar ocurriendo en los hábitats del P.N.T., por lo que es necesario actuar inmediatamente.

La especie *Akodon* cf. *boliviensis,* está presente en los diferentes hábitats estudiados del Parque Nacional Tunari, con abundancias medias, coincidiendo con (TARIFA & YENSEN, 2001) que menciona a la especie *Akodon boliviensis*, presente en Bosque de *Polylepis* y en Puna, según (YENSEN & TARIFA, 1993; MERCADO & MILLARES, 1991; ANDERSON, 1997), en Bosque de Yungas según (ANDERSON, 1997) y en Valles Secos según (MERCADO & MILLARES, 1991; ANDERSON, 1997). Esto varia sí

comparamos con trabajos de MOYA (2003), donde la especie *Akodon boliviensis*, también es considerada generalista y por eso se la encontró con abundancias elevadas; no así en el presente trabajo. Según MERCADO & MILLARES (1991), *Akodon boliviensis*, es una especie de amplia distribución en el Valle de La Paz y se la encuentra desde las alturas del nevado de Chacaltaya (4700 msnm.), hasta la localidad de Valencia (2810 msnm.), con esta observación podríamos deducir que también en el P.N.T., tendría que ser abundante, pero por causas desconocidas no se registraron muchas capturas de esta especie, quizás esté relacionado a la ausencia de pajonales en algunos de los hábitats con especies exóticas, ya que justamente se capturaron mayor número de individuos en los hábitats nativos de *Polylepis*, coincidiendo con la presencia de mayor diversidad de flora nativa.

HANSKI (1982); JAKSIC (2001), mencionan a pocas especies abundantes que serían las nucleares o dominantes. Las otras especies son denominadas escasas e infrecuentes, presentan abundancias bajas y simplemente actúan como especies satélite, alternando en uno u otro hábitat, generalmente representan una mayoría de las especies en las comunidades, no así en número de individuos. En el presente estudio serian: *Andinomys edax*, *Bolomys lactens*, *Oligoryzomys andinus* y *Thylamys venustus*. Existiendo la excepción de *Thylamys venustus*, que en uno de los hábitats de *Pinus*, presentó muchos individuos, pudiendo deberse esto último a que los individuos se encontraban en etapa reproductiva, observándose que los machos presentaban descenso escrotal y las hembras estaban receptivas en la mayoría de los casos. Esto podría explicarse según lo observado por LORETTO & VIEIRA (2005), que encontraron en *Didelphis aurita*, que los machos utilizaron mayores áreas y tuvieron mayor movimiento y uso de hábitat, durante la estación reproductiva, esto debido a que son polígamos, y las hembras utilizaron mayores áreas en la estación seca, lo que concuerda con la disponibilidad de recursos.

El encontrar *Thylamys venustus*, en los diferentes tipos de hábitats del Parque Tunari, aparentemente iría en contra, en parte a la suposición que hacen VARGAS (2001), MOYA (2003), quienes argumentan que la presencia de marsupiales puede indicar la buena condición en la que se encuentra el hábitat. Estudios de la vegetación de las áreas analizadas en la presente investigación nos muestran que los diferentes hábitats con especies exóticas tales como los hábitats mixtos y las plantaciones de pino y eucalipto ya están alteradas (PEREDO 2004; ZARATE & AGREDA, EN PRENSA). Estos hábitats

son ocupados por *T. venustus*, por cuanto esta especie podría ser considerada como generalista.

6.3. Especies introducidas de *Rattus rattus.*

Otro resultado sobresaliente fue la captura de ***Rattus rattus*** en las plantaciones del hábitat de *Eucalyptus* con sólo dos individuos. En la mayoría de los otros trabajos como: TARIFA & YENSEN (2001), VARGAS (2001), YENSEN & TARIFA (2002), MOYA (2003), que también realizaron estudios a estas altitudes, en diferentes tipos de hábitats, nunca lo registraron, pero la explicación estaría posiblemente en que la presencia de una comunidad cercana (Cruzani), pudo haber albergado a los primeros individuos y éstos se fueron reproduciendo e invadiendo las plantaciones de Eucalipto cercanas a dichas comunidades, lo que indica que quizás hay muchos individuos y algunos ya estén internados en este hábitat, poniendo en riesgo al mismo, el cual todavía alberga especies nativas de pequeños mamíferos y flora, peor aún en el caso de que llegasen a los hábitats de *Polylepis*, los cuales se encuentran relativamente cerca, pudiendo comprometer la integridad del mismo hábitat y de todas las especies nativas que existan en él.

Especies invasoras como *R. rattus*, podrían poner en peligro la integridad de este hábitat y también de hábitats nativos cercanos, al ser una especie considerada como invasora de hábitats perturbados y distribuida en todo el mundo (EMMONS & FEER, 1999), aunque MERCADO & MILLARES (1991), señalan que no puede reproducirse a elevadas altitudes, en Cochabamba sí podría estar reproduciéndose al encontrarse en plantaciones de *Eucalyptus* ubicadas a 3200 m.s.n.m.

6.4. Riqueza y Abundancia.

La presencia de mayor abundancia y riqueza de especies, en hábitats de *Polylepis*, podría explicarse debido a que en éste existe mayor cobertura vegetal, al ser una especie nativa y que permite perfectamente el crecimiento de otras especies vegetales; lo que también afirma VARGAS (2001), donde se observa una mayor abundancia de especies cuando la cobertura vegetal es más densa, a su vez YAÑEZ *et al.* (1999), menciona que los pequeños mamíferos de los fragmentos de bosque de la Estación biológica del Beni, usaron los diferentes hábitats sin excluir a ninguno, por lo que se encontraron en

bosques y pajonales, pero la mayoría de las especies se encontraron en la matriz del pajonal.

Aparentemente existe una relación bastante directa con resultados de PEREDO (2004), sobre la cobertura del suelo con vegetación, en los diferentes hábitats y la diversidad de pequeños mamíferos, ya que en orden de mayor a menor porcentaje de cobertura vegetal del sotobosque, se sigue el siguiente orden: *Polylepis*, *Polylepis-Eucalyptus*, *Eucalyptus*, *Polylepis-Pinus* y *Pinus*, a su vez la riqueza pero sobre todo la abundancia de pequeños mamíferos es muy similar a este patrón de orden, variando solamente los dos últimos hábitats, ya que *Polylepis-Pinus* presenta menos individuos comparando con el hábitat de *Pinus*. Con esto reforzamos la idea de que podría existir una relación directa de mayor diversidad de pequeños mamíferos con la mayor cantidad de cobertura del suelo con vegetación y por supuesto en relación directa con la kewiña, tal vez al proporcionar mayor cantidad de refugios, mayor disponibilidad de alimentos u otros factores ecológicos que se deben seguir estudiando; así de esta forma los bosques nativos tendrían una enorme importancia al cobijar la flora nativa en los diferentes estratos, como también se menciona en (FJELDSÅ & KESSLER, 2004). Esto confirma que la presencia de los árboles nativos producen un microclima que mejora la composición florística del estrato herbáceo. Pero para nosotros, también algunos hábitats con plantas exóticas podrían servir de amortiguación, siempre y cuando se realicen manejos adecuados, donde permitan el desarrollo de arbustos y herbáceas. Además, los pobladores del lugar puedan usar la madera, leña de los mismos, así extraerían menos porcentaje de flora nativa.

Los bosques contínuos de la Estación Biológica del Beni, contribuyeron diez veces más en número de especies que los fragmentos y unas dos veces más que las praderas o pajonales (VARGAS & SIMONETTI, 2004). Los investigadores SAAVEDRA & SIMONETTI (2005), cuando compararon sus capturas de pequeños mamíferos en el bosque Maulino nativo de Chile y en plantaciones de pino, encontraron que el primero posee la mayor riqueza de especies a pesar de su menor tamaño y el tamaño considerable de las plantaciones de pino. Similar situación se observó en los bosques nativos de *Polylepis*, del P.N.T., que a pesar de ser remanentes, encontrarse muy fragmentados e independientemente del tamaño de los mismos, ya que las plantaciones son de mayor tamaño y más extensas, se ha encontrado la mayor abundancia y riqueza

de pequeños mamíferos, sin considerar a *Rattus rattus*, capturado en plantaciones de eucalipto.

En el presente estudio *Phyllotis osilae* y *Oxymycterus paramensis*, fueron las especies más abundantes en los diferentes tipos de hábitats, esto observamos también en: TARIFA & YENSEN (2001); MOYA (2003). Su mayor presencia podría deberse a que las especies generalistas serían menos afectadas que las especies con requisitos más restrictivos o específicos de hábitat (VARGAS & SIMONETTI, 2004). Por otra parte la vulnerabilidad de las especies a hábitats fragmentados, también puede depender de sus preferencias de hábitat; las especies generalistas son capaces de usar el bosque original, los bordes y la matriz circundante, siendo por lo tanto menos afectadas que las especies restringidas sólo al bosque (YAÑEZ *et al*., 1999). Entonces aparentemente, la dominancia de estas especies se da porque son generalistas y presentan gran flexibilidad para adaptarse a cambios en su hábitat, esto les permite tener y poder disponer de mayor variedad de recursos alimenticios. Como también mencionan, VALLE-BASTO *et al*. (1989), para *Phyllotis andium* y MOYA (2003), para *Phyllotis osilae,* que afirman que este género está también muy asociado a áreas de cultivos; siendo cierto, ya que el último autor trabajó en bosques de kewiña (no intervenidos) y también en hábitats de kewiña intervenidos por cultivos.

En el Parque Nacional Tunari el diagrama rango abundancia para los diferentes hábitats presenta a *Phyllotis osilae, Oxymycterus paramensis*, como los más abundantes, no así la especie *A. boliviensis* que presenta abundancias intermedias, a su vez, MOYA (2003), que para la localidad de Sacha Loma sólo trabajó en bosques nativos de *Polylepis*, presenta a las especies (*A. boliviensis*, *P. osilae*, *O. paramensis*), con abundancias altas. También en el Tunari están presentes *Oligoryzomys andinus, Andinomys edax* y *Thylamys venustus* con abundancias bajas, pero en Sacha Loma, las mismas: *O. flavescens* (ahora *O. andinus*), *Andinomys edax, T. elegans* (ahora *T. venustus*), presentan abundancias intermedias lo que podría sugerir que los diferentes hábitats del Parque Tunari, presentan ya cierto grado de intervención.

Nuestros resultados de rango abundancia en los diferentes hábitats, concuerdan en el diagrama rango abundancia de MOYA (2003), que trabajó en hábitats de *Polylepis*, intervenidos por cultivos, ya que nos muestra similar distribución para las especies con

abundancias altas (*P. osilae* y *O. paramensis*), por otro lado también les asigna abundancias bajas a *Oligoryzomys andinus* y *Thylamys venustus*, seguramente debido a que se trata de un lugar cercano a nuestras localidades de estudio y además por presentar también mayor intervención antropogénica de diferentes factores si comparamos con la localidad de Sacha Loma el cual cuenta con un mejor estado de conservación, lo que nos dice que se deben instaurar programas de conservación en diferentes aspectos en el Parque Nacional Tunari.

En estudio con aves también en las mismas localidades y hábitats del P.N.T., ROCHA (2006), encontró que las aves muestran una marcada diferencia en la diversidad (Índice de Shannon), con respecto a los pequeños mamíferos, al observarse que los hábitats nativos presentan una mayor diversidad comparando con los mixtos y mucho mayor si se compara con hábitats exóticos puros. Mientras que los valores de diversidad de pequeños mamíferos en cuatro hábitats, no presentan diferencias tan perceptibles, presentando valores muy similares, sólo variando en uno de los hábitats. Estos resultados podrían explicarse, debido a que los índices son sensibles a factores del azar, además el índice de Shannon mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar, por lo que se deben manejar con mucho cuidado y darle el valor biológico y real a los resultados (FEINSINGER, 2003). Lo que pudo haber originado que prácticamente la diversidad sea igual en hábitats de *Eucalyptus*, *Pinus*, *Polylepis* y el mixto de *Polylepis-Pinus*, sólo siendo menor y algo más diferente en *Polylepis-Eucalyptus*.

6.5. Especies vegetales exóticas.

Según GRISA (1997) la superficie total de bosques existentes plantados entre 1970 y 1997 en el área de influencia de PROFOR (Programa de Repoblamiento Forestal), es de 7 946 ha, de las cuales 4 612 ha. son de pino y 3334 ha. de eucalipto, la superficie con vocación comercial representa un 55%, un 36% de superficie doméstica y un 9% de superficie de protección. Estos datos eran entonces muy importantes en todo nivel, al ser una novedad, pero luego poco a poco, las personas, instituciones y otras entidades se fueron dando cuenta de que también las plantaciones exóticas traían muchas desventajas. Es así que muchas publicaciones (PARRA, 1984; CRESPO, 1989; ALEMAN, 1997; HJARSEN, 1997; HJARSEN, 1998; BALDERRAMA, 2000; PRIMACK *et al.*, 2001; FEINSINGER, 2003; FJELDSÅ & KESSLER, 2004;

PEREDO, 2004; CRESPO *et al*., 2005; PINTO, 2006; REY-ORTÍZ (EN PRENSA), ROCHA, 2006), ahora hablan mucho de las especies introducidas o exóticas, dando a conocer en algunos casos las ventajas que proporcionan, pero resaltan y son mayoría los efectos negativos, tanto del pino como del eucalipto. Con esto creemos que debe cambiarse de actitud respecto a las plantaciones forestales exóticas. Las entidades, instituciones u organizaciones que están a cargo de estos temas de plantaciones y otros aspectos relacionados, deben comenzar también a dar mayor prioridad a programas de forestación y reforestación con especies nativas en lugares donde sea posible hacerlo y en lugares donde sea más difícil el crecimiento de estas especies nativas, pues se debe continuar con las plantaciones de especies forestales exóticas, ya que este cambio de mentalidad debe ser progresivo, porque cambios drásticos serían negativos, todo tiene que darse poco a poco, a través de un proceso de educación y costumbres en los pobladores y también en los mismos técnicos y profesionales que están a cargo de las mismas.

Mediante estudios en el P.N.T., los investigadores GARECA *et al*. (2006), observaron que el hábitat puro de kewiña comparado con las combinaciones de kewiña-eucalipto y kewiña-pino, es el que tiene mayor densidad de plantines en proceso de regeneración, por lo que el ambiente nativo es el más favorable. También LARRAZABAL *et al*. (2006), en estudios realizados sobre regeneración natural de kewiña, en la Cuenca Chocaya (P.N.T.), observaron que el promedio de individuos jóvenes de kewiña era menor en lugares con la combinación mixta de kewiña-pino. Con estos resultados se puede mencionar que el efecto de las especies exóticas, sobre todo del pino es muy negativo al afectar el crecimiento de plantines de kewiña y seguramente de otras especies de flora nativa. También se observó anteriormente cómo influye negativamente en la diversidad de aves (ROCHA, 2006). Por otro lado, según REY-ORTIZ *et al*. (EN PRENSA), la riqueza y abundancia de reptiles y anfibios (P.N.T.) era extremadamente baja en hábitats con especies exóticas, comparado con hábitats nativos de kewiña y otro tipo de ambientes nativos.

Según MILLER *et al*. (2004), la estructura de la plantación parece influir en la estructura de comunidad de pequeños mamíferos, por ejemplo las plantaciones de *Pinus*, al ser más cerradas y altas podrían producir un efecto de sombra tan fuerte que las condiciones de la temperatura al interior de ellas no sea favorable para el desarrollo

de las especies, no sólo por el frío para los pequeños mamíferos, sino, también al impedir que otras plantas se desarrollen en ellas. La riqueza de especies era mayor dentro del dosel joven, abierto, comparado con las plantaciones del dosel cerradas, por lo que las condiciones mejorarían para la vida de pequeños mamíferos en los hábitats de pino manejados intensivamente y no dejando que estos invadan y se tenga un bosque o dosel cerrado, más al contrario abierto para que permita el crecimiento de otro tipo de cobertura en el sotobosque, permitiendo así la creación de microhábitats. Esto también se pudo observar en el Parque Tunari, ya que en lugares abiertos, aún siendo de plantaciones exóticas, existía mayor presencia de arbustos y herbáceas y a su vez, cerca a esos pequeños espacios, las trampas tuvieron más capturas de individuos, por lo que se podría realizar un buen manejo con las plantaciones exóticas y reducir sus influencias negativas, procurando el raleo de los lugares muy densos, así se podrían crear microhábitats que pueden servir como una alternativa de refugio para algunas especies nativas, tanto de flora como de fauna. Quizás los hábitats de *Polylepis*, estén actuando como fuentes de orígen y reproducción en la dinámica de algunas o de muchas de las especies presentes y los hábitats exóticos de *Pinus* y *Eucalyptus*, estén actuando como receptores de los excedentes de las mismas, pudiendo de esta forma depender de los hábitats nativos; por lo que al ser también capaces de albergar un buen número de especies e individuos de pequeños mamíferos entonces tienen también su importancia y por lo cual se debe realizar un manejo en estos ambientes al ser buena alternativa de refugio de las especies presentes, pero jamás reemplazando los hábitats nativos de kewiña (*Polylepis*).

7. CONCLUSIONES.

* Los ensambles para los cinco tipos de hábitats, se componen de dos Órdenes, dos Familias y ocho especies. Por un lado el Orden Didelphimorphia, familia didelphidae y la especie *Thylamys venustus* y por otra parte el Orden Rodentia, familia Muridae y las especies: *Akodon* cf. *boliviensis*, *Andinomys edax*, *Bolomys lactens*, *Oligoryzomys andinus*, *Oxymycterus paramensis*, *Phyllotis osilae* y la especie comensal invasora, *Rattus rattus*.

* Los hábitats nativos de *Polylepis* y las plantaciones de *Eucalyptus* presentan seis especies y son los que tienen la mayor riqueza de todos los hábitats estudiados considerando que esta mayor riqueza en el hábitat nativo se debe a la presencia de *Bolomys lactens*, el cual representa el primer registro de la especie para el hábitat de *Polylepis* en el P.N.T. En el hábitat de *Eucalyptus*, se encontró la especie comensal invasora *Rattus rattus*, por lo que tomando en cuenta este factor el hábitat nativo de *Polylepis*, es el que presenta mayor riqueza de especies nativas**.** Los otros tipos de hábitats: *Polylepis-Eucalyptus*, *Polylepis-Pinus* y *Pinus*, presentan cinco especies.

* El hábitat con mayor abundancia de especies de pequeños mamíferos es el nativo de *Polylepis* seguido solamente por el hábitat mixto de *Polylepis-Eucalyptus*.

* Las especies *Phyllotis osilae* y *Oxymycterus paramensis*, son las que presentan mayor abundancia relativa en todos los hábitats, por cuanto representan las especies dominantes y generalistas.

* En cuanto a la composición de especies, el hábitat mixto de *Polylepis-Eucalyptus* comparado con el de *Pinus* son los más similares. Respecto a la abundancia, los hábitats de *Polylepis* versus *Polylepis-Eucalyptus*, son los más similares y los hábitats de *Polylepis-Pinus* versus *Polylepis-Eucalyptus* son los más diferentes.

* Las plantaciones de *Eucalyptus* son las que tienen mayor diversidad y el hábitat mixto de *Polylepis-Eucalyptus*, presenta la menor diversidad. Sin embargo estas diferencias respecto a los otros hábitats podría ser cuestión del azar al presentar valores en los índices de diversidad muy similares.

* Existen diferencias altamente significativas en la abundancia, cuando se realizan comparaciones múltiples entre pares de hábitats. Se observó un gradiente donde *Polylepis* tiene la mayor abundancia de individuos de las diferentes especies respecto a otras comparaciones de hábitats, luego le siguen *Polylepis-Eucalyptus, Eucalyptus, Pinus* y el de *Polylepis-Pinus,* que es el hábitat más diferente comparado con todos los otros.

* Al existir diferencias en el número de individuos en los diferentes hábitats, se concluye que si existe una influencia sobre las abundancias y por lo tanto un impacto negativo de las plantaciones de especies forestales exóticas introducidas, sobre la diversidad de pequeños mamíferos en bosques nativos, al ser la abundancia un componente de ésta última.

* La integridad ecológica de comunidades remanentes de pequeños mamíferos terrestres nativos estaría negativamente comprometida, por pérdida de hábitat en bosques nativos debido a la introducción de especies forestales exóticas de *Pinus radiata* (pino) y en menor proporción por *Eucalyptus globulus* (eucalipto), afectando a la diversidad de pequeños mamíferos, en los cinco tipos de hábitats estudiados.

8. RECOMENDACIONES.

* Sólo sacrificar y colectar especímenes, si es estrictamente necesario, cuando es dudosa su identificación o cuando es un nuevo registro para el lugar. Tener mucho cuidado con los especímenes, y colocar datos completos en las fichas.

* Tener mucho cuidado con el pelado de cráneos, ya que pequeñas diferencias en los huesos sirven incluso para identificar a nivel de especies en algunos casos.

* Los Indices son indicadores, no todos los resultados son lo real que se presenta en la naturaleza, se debe manejar estos valores cuidadosamente. Los resultados obtenidos u observados, son para ese tiempo y lugar y no todos se pueden generalizar por siempre.

* Eliminar a ***Rattus rattus***, pero cuidando de no eliminar a otras especies que son nativas. Debiéndose monitorear cómo se comporta el ensamble de pequeños mamíferos y ser estrictamente evaluada dada la presencia de esta especie, ya que podría modificar procesos ecológicos en las que estas especies participarían, las cuales podrían verse alteradas con resultados poco intuitivos e impredecibles para la comunidad.

* Realizar Investigación y Conservación aún sin muchos fondos o financiamiento; no siempre esperar grandes cantidades, de lo contrario muchas ideas y proyectos se estancan o truncan y mientras tanto, la fauna y flora nativa se siguen perdiendo, en muchos casos en forma irreversible. Además difundir todas las investigaciones realizadas; publicando artículos en revistas especializadas, libros; pero también llegar a la gente del campo, como a las diferentes comunidades, donde se realizaron los diferentes trabajos a través de publicaciones de libritos, folletos, revistas y elementos más básicos que tengan lenguaje más sencillo pero que cause un gran impacto informativo y educativo. Esto también deberá aplicarse para estudiantes de escuelas, colegios, universidades y otros profesionales que no están relacionados directamente con la biología, pero sí deben tener un conocimiento por lo menos básico de nuestra fauna, flora y de todo lo relacionado a nuestro medio ambiente para que puedan valorarla y también así puedan ser personas involucradas en temas de conservación de nuestros recursos naturales, y así lograr mejores resultados, de lo contrario será luchar

contra muchos y en contra del río y esa es una misión casi imposible, además existiría mayor gasto de tiempo, energía y recursos económicos sobre todo.

* Con los hábitats o ambientes, en los que existe solamente *Eucalyptus* y *Pinus*, que son especies introducidas se deberá realizar un manejo, al observarse que en lugares donde existían mayores espacios para la entrada de luz, ya sea por acción natural del viento u otros agentes físicos, habían varios árboles caídos, se encontró mayor cobertura herbácea y arbustiva, lo que permitía que se creen microhábitats y por lo tanto mayor número de especies de pequeños mamíferos, a los que dicha complejidad del hábitat les sirven de refugios; así es que se recomienda que se podrían crear estos espacios a través del manejo de estas plantaciones, realizado por personas capacitadas para esto. También que los comunarios utilicen como leña toda la materia orgánica que se origine justamente de éstos hábitats con plantaciones forestales introducidas, evitando así el uso mayor que se hace con la de hábitats nativos como la kewiña.

* Con los hábitats mixtos se debería realizar el corte progresivo de las plantas exóticas para permitir la recuperación de *Polylepis* y la flora nativa asociada a estos bosques, así también se recuperará la fauna paulatinamente.

* Con los bosques nativos de *Polylepis*, se debe limitar el uso o extracción de leña a lo mínimo, usando sólo aquellas ramas caídas y lo necesario para consumo doméstico, evitando el ingreso de movilidades o el traslado de leña a otros lugares con objetivos mayores, al del uso y consumo doméstico de las comunidades. Se debe dar mayor prioridad a este tipo de ambiente, al ser el más preferido y habitado por la fauna nativa de pequeños mamíferos, además por todo lo observado en el presente estudio, por lo que jamás se debe incentivar su extracción o uso masivo de la kewiña, ni reemplazarla por especies forestales exóticas introducidas.

* También se debe pensar en seguir haciendo estudios de germinación, polinización no sólo de *Polylepis* sino de algunas otras especies nativas, con el objetivo de conservar, reforestar o por lo menos darle algunas condiciones necesarias al bosque para que esto suceda y se recuperen paulatinamente todos estos hábitats nativos degradados y por ende las especies que lo componen.

* Continuar con investigaciones y estudios de los pequeños mamíferos terrestres, completando estudios a nivel de comunidades o más específicos, sobre su ecología, hábitos alimenticios, uso de hábitat, estudios de dinámicas poblacionales, etc. Además de llegar a otras localidades y tipos de hábitats del mismo P.N.T.

* Todos estos trabajos necesariamente deben integrar a los campesinos y gente del lugar, de lo contrario sería como nadar contra la corriente, debe lograrse que las personas de las comunidades se sientan involucradas y participen activamente en la reforestación, cuidado y aprovechamiento sostenible del bosque; además de formarse equipos multidisciplinarios en coordinación con otros profesionales de otras áreas afines.

9. BIBLIOGRAFIA.

ALEMAN, F. 1997. Manejo de ecosistemas Agrosilvopastoril, caso: bosque nativo e implantado en subcuencas de la cordillera Tunari. Cochabamba, Bolivia. 128 pp.

ANDERSEN, P., HJARSEN, T. & N. WILLIAMS. 1999. Monitoring and management of high Andean biodiversity – a study from Cochabamba, Bolivia. DIVA Technical Report 6. National Enviromental Institute, Kalo, Denmark.

ANDERSON, S. 1993. Los Mamíferos bolivianos: Notas de distribución y claves de identificación. Instituto de Ecología (CBF). La Paz, Bolivia. 159 pp.

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

ARITIO, B. 1988. Parques Nacionales Iberoamericanos. Iberoamericana. Madrid, España. 126 pp.

BAIED, C. 2000. Actividad humana o cambio climático? Historia ambiental del género *Polylepis* en los Andes Centro-Sur: Anotaciones para su protección y conservación. En: Resúmenes I Congreso Internacional de Ecología y Conservación de bosques de *Polylepis*. Centro Cultural Simón I. Patiño. Cochabamba, Bolivia. 43 p.

BALDERRAMA, J. 2000. Estado de conservación del Parque Nacional Tunari (Cochabamba, Bolivia) y su importancia para la avifauna de bosques de *Polylepis*. En: Resúmenes I Congreso Internacional de Ecología y Conservación de bosques de *Polylepis*. Centro Cultural Simón I. Patiño. Cochabamba, Bolivia. 44 p.

BALDERRAMA, J. & M. RAMÍREZ. 2001. Diversidad y Endemismo de aves en dos fragmentos de Bosque de *Polylepis besseri* en el Parque Nacional Tunari. Rev. Bol. Ecol. 9:45-60.

BARNETT, A. & J. DUTTON. 1995. Expedition Field Techniques: Small Mammals (excluding bats). Expedition Advisory Centre. London, England. 126 pp.

BEDREGAL, T. 2003. ¿Qué es la Biodiversidad?. LIDEMA. La Paz, Bolivia. 46 pp.

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

CAREY, A.B. & M.L. JOHNSON. 1995. Small mammals in managed, naturally young, and old-growth forests. Ecol. Appl. 5:336-352.

CARLTON, J. T. & J.B. GELLER. 1993. Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. Science, 261:78-82.

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

CIFUENTES, M., IZURIETA, A. & H. DE FARIA. 2000. Medición de la Efectividad del Manejo de Áreas Protegidas. Ediciones Sanabria. Turrialba, Costa Rica. 100 pp.

COCA, M. C. 2002. Estructura de la comunidad de pequeños roedores a lo largo de un gradiente altitudinal en el Parque Nacional Carrasco. Tesis de Licenciatura en Biología. U.M.S.S., Cochabamba, Bolivia. 96 pp.

COLWELL, R.K. 1997. User's Guide to EstimateS 7.5, Stastitical Estimators of species Richness and Shared species from Samples. Versión 7.5.

CRESPO, W. 1989. Influencia de la Reforestación sobre la Vegetación Nativa del "Parque Nacional Tunari". Tesis de Licenciatura en Biología. U.M.S.S. Cochabamba, Bolivia. 100 pp.

CRESPO, R. 1994. Medio Ambiente y Sociedad. ODEC. Cochabamba, Bolivia. 192 pp.

CRESPO, M., MOYA, K. & R. QUINTEROS. 2005. Parque Nacional Tunari: Perspectivas para la conservación de la biodiversidad. Trabajo Práctico Dirigido. U.M.S.S. Facultad de Ciencias y Tecnología, Dirección de postgrado. 69 pp.

CUARÓN, A. 2000. Effects of Land-Cover Changes on Mammals in a Neotropical Region: a Modeling Approach. Conservation Biology. 14:1676-1692.

DE LA BARRA, N. 1998. Reconstrucción de la vegetación original de la ciudad de Cochabamba. Revista Boliviana de Ecología. 4:3-37.

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.

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.

ENGBLOM, G. 2006. Bosques de *Polylepis*, su Avifauna y el Involucramiento de las Comunidades Locales en su Conservación-Consideraciones Aplicables a las Sierras del Sur de Perú. En: Resúmenes II Congreso Internacional de Ecología y Conservación de bosques de *Polylepis*. Cuzco, Perú. 23 p.

ESCALANTE, A., CASTELLO, L. & C. GRIFFITHS. 2000. Estrategia de desarrollo forestal para la zona andina de Cochabamba. FAO PAFBOL. Cochabamba, Bolivia. 57 pp.

ESCALIER, M. 1991. Evaluación del uso forestal y formulación de directrices para la conservación de tierras en el Parque Nacional Tunari. Cochabamba, Bolivia. 233 pp.

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

FERNÁNDEZ, E. 1997. Estudio Fitosociológico de los Bosques de Kewiña (*Polylepis* spp., ROSACEAE) en la Cordillera de Cochabamba. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental 2: 49- 65.

FJELDSÅ, J. 1992. Biogeographic patterns and evolution of the avifauna of relict high-altitude woodlands of the Andes. Steenstrupia 18: 9-62.

FJELDSÅ, J. & M. KESSLER. 1996. Conserving the Biological Diversity of *Polylepis* woodlands of the highlands of Perú and Bolivia. A Strategy for Sustainable Natural Resource Management. NORDECO, Denmark. 250 p.

FJELDSÅ, J. 2002. *Polylepis* forests-Vestigies of a vanishing ecosystem in the Andes. Society for Tropical Ecology. Bonn, Germany. Ecotropica. 8(2):111-123.

FJELDSÅ, J. & M. KESSLER. 2004. Conservación de la biodiversidad de los 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. 214 pp.

GACETA OFICIAL DE BOLIVIA. 1992. Ley del Medio Ambiente de 27-abril-1992-Ley Nº 1333. Secretaría Nacional del Medio Ambiente-Fondo Nacional Para el Medio Ambiente. La Paz, Bolivia. 46 pp.

GACETA OFICIAL DE BOLIVIA. 1996. Ley Forestal de 12-julio-1996-Ley Nº 1700. Año XXXVI Nº 1944. La Paz, Bolivia. 28 pp.

GARECA, E., MARTÍNEZ, Y., FLORES, L., SILES, M., AGUIRRE, L. & R. BUSTAMANTE. 2006. La Regeneración de *Polylepis besseri* Coexistiendo con

Árboles Exóticos en el Parque Nacional Tunari (Cochabamba, Bolivia). En: Resúmenes II Congreso Internacional de Ecología y Conservación de bosques de *Polylepis*. Cuzco, Perú. 49 p.

GRISA, E. 1997. INFORME DE CONSULTORIA - Bases productivas de los bosques de pino y eucalipto en el área de influencia del PROFOR. Programa de Repoblamiento Forestal PROFOR- Prefectura-Intercooperation-Cosude.

GURNELL, J. & J. FLOWERDEW, 1994. Live Trapping Small Mammals A Practical Guide. The Mammal Society. London, England. 36 pp.

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

HANSKI, I. 1982. Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis. Oikos 35:210-221.

HENDERSON, A., CHURCHILL, S. P. & J. L. LUTEYN. 1991. Neotropical plant diversity. Nature 351:21-22.

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.

HERBAS, F., PINTO, C. & G. ZAMBRANA. 2006. La fragmentación en bosques tropicales de Bolivia, la dinámica regeneracional: diagnóstico actual y perspectivas futuras. 51 pp.

HJARSEN, T. 1997. Bird fauna and vegetation in natural woodlands and *Eucalyptus* plantations in the high Andes in Bolivia. Implications for development of sustainable

agroforestry techniques. Proceedings of the IUFRO Conference on Silviculture and Improvements of *Eucalyptus*. EMBRAPA, Vol. 4 pp 89-94.

HJARSEN, T. 1998. Biological diversity in high altitude woodlands and plantations in the Bolivian Andes. Quito, Ecuador. pp 9-14.

IBISCH, P. 2002. Evaluation of a rural development Project in southwest Cochabamba, Bolivia, and its agroforestry activities involving *Polylepis besseri* and other native species-a decade of lessons learned. Society for Tropical Ecology. Bonn, Germany. Ecotropica 8(2):205-218.

IBISCH, P. & MÉRIDA, G. 2003. Biodiversidad: La riqueza de Bolivia - Estado de conocimiento y conservación. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 638 pp.

JAKSIC, F. 2001. Ecología de Comunidades. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 233 pp.

JEFATURA del P.N.T.-CONSULTORA del P.N.T., 2003. Información para reuniones técnicas de asentamientos urbanos ubicados en el Parque Nacional Tunari. Prefectura del departamento de Cochabamba.

KESSLER, M. 1995. Present and Potencial Distribution of *Polylepis* (Rosaceae) Forests in Bolivia. Pp. 281-294 in: Churchill, S.P., Balslev, H., & E. Forero (eds.). Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests. New York.

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.

KIKKAWA, J. & D. ANDERSON. 1986. Community Ecology. Pattern and Process. Editorial Blackwell Scientific publications. Melbourne, Australia. 432 pp.

KILLEEN, T., GARCIA, E. & S. BECK. 1993. Guía de Árboles de Bolivia. Editorial del Instituto de Ecología-Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 958 pp.

KREBS, C. 1985. Ecología-Estudio de la Distribución y la Abundancia. Ed. Harla. México, D.F. 752 pp.

KREBS, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins Publishers. New York. 654 pp.

KUMAR, M. 2000. Distribución de *Polylepis sp.* en la Primera Región de Chile. En: Resúmenes I Congreso Internacional de Ecología y Conservación de bosques de *Polylepis*. Centro Cultural Simón I. Patiño. Cochabamba, Bolivia. 31 p.

LARRAZÁBAL, A. & C. TROCHE. 2006. Contribución al Monitoreo y Evaluación del Bosque de *Polylepis* en la Cuenca Chocaya-Cochabamba. En: Resúmenes II Congreso Internacional de Ecología y Conservación de bosques de *Polylepis*. Cuzco, Perú. 118 p.

LIMACHI, E. 2002. Evaluación del Bosque de *Polylepis besseri* subsp. subtusalbida (Kessler, 1995), en la Comunidad Laphía, Cochabamba-Bolivia. Tesis de Licenciatura en Biología. U.M.S.S. Cochabamba-Bolivia. 101 pp.

LINDENMAYER, D. B., CUNNINGHAM, R.B. & M.L. POPE. 1999. A large-scale "experiment" to examine the effects of landscape context and habitat fragmentation on mammals. Biological Conservation. 88:387-403.

LORETTO, D. & M. VIEIRA. 2005. The effects of reproductive and climatic seasons on movements in the black-eared Opossum (*Didelphis aurita* wied-neuwied, 1826). Journal of Mammalogy 86(2):287-293.

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

MARCONI, M. 1992. Conservación de la Diversidad Biológica en Bolivia. CDC-BOLIVIA. La Paz, Bolivia. 443 pp.

MARDESICH, M. A. & R. SUAREZ. 2000. Proceso participativo en la consevación de bosques de *Polylepis* en la comunidad de San Miguel, Cochabamba. En: Resúmenes I Congreso Internacional de ecología y conservación de bosques de *Polylepis* Centro Cultural Simón I. Patiño. Cochabamba, Bolivia. 50 p.

MÁRQUEZ, L., ROY, A. & E. CASTELLANOS, 2000. Elementos Técnicos para Inventarios de Carbono en Uso del Suelo. Fundación solar. Guatemala, Centroamérica. 35 pp.

MATA, A. 1998. Diccionario didáctico de Ecología. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 387 pp.

McNEELY, J.A. HARRISON, J. & P. DINGWALL. 1994. Protecting Nature: Regional Reviews of Protected Areas. IUCN. Cambridge.

MIATELLO, H. 1918. El Eucalipto. Ed. Talleres Casa Jacobo Peuser. Buenos Aires, Argentina. 263 pp.

MENDOZA, P. 2000. Diversidad de la flora vascular asociada a los bosques de *Polylepis* (Rosaceae) en tres segmentos de la Cordillera de los Andes del Perú. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Nacional de San Antonio ABAD del Cusco. Perú. 62 pp.

MERCADO, T. I. & J. MILLARES. 1991. Mamíferos. p. 316-334. En: Forno E. & M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología. UMSA.

MICHAEL, E.D. 1995. Habitat diversity and small mammal populations of Canaan Valley West Virginia. Proc. Southeastern Assoc. Fish Wildlife Agencies 49:314-322.

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.

MONTES DE OCA, I. 1982. Geografía y recursos naturales de Bolivia. La Paz, Bolivia. 628 pp.

MORALES, C. 1990. Manual de ecología. Instituto de Ecología, UMSA, La Paz, Bolivia. 318 pp.

MOYA, K. 2003. Comparación de comunidades de micromamíferos en dos bosques de kewiña. Tesis de licenciatura en Biología - UMSS. Cochabamba, Bolivia. 77 pp.

NAVARRO, G. 1997. Contribución a la Clasificación Ecológica y Florística de los Bosques de Bolivia. Revista Boliviana de Ecología y conservación ambiental. Cochabamba, Bolivia. 2:3-37.

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.

OVANDO, J. 1982. ¡Detener las torrenteras! (Proyecto original del Parque Nacional Tunari). Pp. 105-119 En: Simposio de Ecología y Recursos Naturales en Bolivia. Ediciones

Centro Pedagógico y Cultural de Portales, Cochabamba. Insituto de Ecología U.M.S.A., La Paz. Cochabamba, Bolivia. 314 pp.

PALAUS, X. 1970. Vida íntima de los animales de Oceanía. AFHA Internacional, S.A. Barcelona, España. 61 pp.

PARRA, F. 1984. Diccionario de ecología, ecologismo y medio ambiente, Alianza Editorial, España.

PEREDO, E. 2004. Caracterización de bosques implantados y nativos para el estudio de la fauna en el Parque Nacional Tunari. Pasantía para Técnico Superior Forestal. ESFOR. UMSS. Cochabamba, Bolivia. 44 pp.

PINTO, C. 2006. Ensamblaje de mariposas diurnas en cinco tipos de bosque (Kewiña, Pino, Eucalipto, Pino-Kewiña, Eucalipto-Kewiña) del Parque Nacional Tunari, Cochabamba - Bolivia. Tesis de Licenciatura en Biología. U.M.S.S. Cochabamba, Bolivia. 100 pp.

PREFECTURA DEL DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA. 2003. Tríptico Informativo - Parque Nacional Tunari. Cochabamba, Bolivia.

PREFECTURA DE COCHABAMBA, en prensa. 2006. Estudio a diseño final del proyecto " Nuevas Plantaciones Forestales en las Regiones del Valle Alto y Andes" del departamento de Cochabamba. Cochabamba, Bolivia.

PRIMACK, R. 1993. Essentials of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc. USA. 564 pp.

PRIMACK, R., ROZZI, R., FEINSINGER, P., DIRZO, R. & F. MASSARDO. 2001. Fundamentos de Conservación Biológica. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 797 pp.

PROBONA, 1996. Inventario forestal y propuesta de plan de manejo en los bosques de las comunidades de Uyuni y Janchillani. Potosí, Bolivia.

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

POTESS, L.F. 1991. Países Neotropicales con "Megadiversidad". Conservación Internacional. Washington, D.C.

RAMIREZ, M. 2003. Estructura y Composición florística en tres fragmentos de bosque de *Polylepis besseri* subsp. subtusalbida en San Miguel (Cochabamba-Bolivia). Tesis de Licenciatura en Biología. U.M.S.S., Cochabamba, Bolivia. 113 pp.

REED, R., JOHNSON-BARNARD, J. & W. BAKER. 1996. Contribution of roads to forest fragmentation in the Rocky Mountains. Conservation Biology. 10:1.098-1.107.

RENISON, D. 2002. Optimizing restoration of *Polylepis australis* woodlands: when, where and how to transplant seedlings to the mountains?. Society for Tropical Ecology. Bonn, Germany. Ecotropica 8(2):219-224.

RENISON, D. 2006. Reforestación y Forestación con *Polylepis australis* en el Centro de Argentina: Nueve Años de Experiencias. En: Resúmenes II Congreso Internacional de Ecología y Conservación de bosques de *Polylepis*. Cuzco, Perú. 35 p.

REY-ORTÍZ, G., AGUAYO, R., CAMACHO, T. & O. QUINTEROS. (EN PRENSA). 2006. Diversidad de anfibios y reptiles en bosques nativos y plantaciones exóticas del Parque Nacional Tunari.

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 licenciatura en Biología - UMSS. Cochabamba, Bolivia. 82 pp.

SAAVEDRA, B. & J. SIMONETTI. 2005. Small mammals of Maulino forest remnants, a vanishing ecosystem of south-central Chile. Mammalia 69(3):1-12.

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.

SAMOCHUALLPA, E. 2000. Evaluación dasométrica del bosque de Polylepis de Abra Málaga y alrededores. En: I Congreso Internacional de ecología y conservación de bosques de *Polylepis*. Cochabamba, Bolivia. 64 p.

SANCHEZ, V. & B. GUIZA. 1989. Glosario de términos sobre medio ambiente. UNESCO-OREALC, Chile.

SCHULTE, A., ROJAS, C. & R. ROJAS. 1992. Reforestación y Agroforestería en los Andes. Agruco. Cochabamba, Bolivia. 75 pp.

SERNAP. 2001. Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia. 2da. Edición. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. Servicio Nacional de Áreas Protegidas.

SHAFER, C.L. 1990. Nature Reserves: Island Theory and Conservation Practice. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. En: Primack, R. 2001. Fundamentos de conservación biológica. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 797 pp.

SIMPSON, B.B., 1979. A revision of the genus *Polylepis* (Rosaceae: Sanguisorbeae). Smithsonian Contributions to Botany. Number 43:62 pp.

SMITH, A. 1994. Incentivos en Proyectos Forestales Comunitarios: ¿Ayuda u obstáculo?. Red Forestal de Desarrollo. RDFN. (17c).

STUART, M.D. & P. MOURA COSTA. 1998. Climate Change Mitigation by Forestry: a Review of International Initiatives. Policy that works for forests and people series no. 8 Discussion paper. International Institute for Environment and Development, London. En: Márquez, L., Roy, A. & E. Castellanos, 2000. Elementos Técnicos para Inventarios de Carbono en Uso del Suelo. Fundación solar. Guatemala, Centroamérica. 35 pp.

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.

TROENG, B. & C. RIVERA-KILIBARDA. 1997. Boletín del Servicio Geológico de Bolivia N° 12. Mapas temáticos de Recursos Minerales de Bolivia. Hoja Cochabamba, escala 1: 125.000.

TURNER, M.G. y R.H. GARDNER. 1991. Quantitative methods in landscape ecology. Ecological Studies 82. Springer-Verlag, New York. 536 pp.

UICN-PNUMA-WWF. 1980. Estrategia mundial para la conservación. Instituto Nacional de Recursos Naturales. México. 70 pp.

VALLE BASTO, D., WILLIAMS de CASTRO, M., COSSIOS MESA, D., TAMASHIRO, R. & F. MEDINA. 1989. Segregación Espacial de Poblaciones de roedores en la Localidad de Tambo, provincia de Canta, Lima, Perú.

VARGAS, I. & J. QUIROGA. 1998. Medidas de regulación y aspectos normativos en zonas de influencia de torrenteras. PROMIC. Cochabamba. Pp 1-10.

VARGAS, R. 2001. Abundancia y estructura poblacional de *Oxymycterus paramensis* en dos fragmentos de bosque de *Polylepis besseri* en la localidad de Sacha Loma, provincia Mizque, departamento Cochabamba. Tesis de licenciatura - UMSS. Cochabamba, Bolivia. 81 pp.

VARGAS, J. & J.A. SIMONETTI. 2004. Small mammals in a tropical fragmented landscape in Beni, Bolivia. Mammalian Biology. 69(1):65-69.

VARGAS, R. 2005. Heterogeneidad de recapturas de *Akodon subfuscus subfuscus* y *Oxymycterus paramensis paramensis* (Rodentia: Muridae) en fragmentos de bosques altoandinos de Bolivia. Ecología en Bolivia, 40(1):25-34.

VASQUEZ, M. 1999. Evaluación de la vegetación arbórea y arbustiva en la cuenca Pajcha y Pintumayu. Cochabamba, Bolivia. 98 pp.

VITOUSEK, P.M.; D´ANTONIO, C.M.; LOOPE, L.L. & WESTERBROOKS, R. 1996. Biological invasions as global environmental change. American Scientist. 84:468-178. En: Primack, R. 2001. Fundamentos de conservación biológica. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 797 pp.

WHITTAKER, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3):213-251.

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.

YAÑEZ, M.A., VERA, F., SIMONETTI, J.A. & A. GREZ. 1999. Small Mammals of Forest Islands of the Beni Biological Station, Bolivia. Mastozoología Neotropical. 6(2):135-138.

YENSEN, E. & T. TARIFA. 1993. Reconocimiento de los mamíferos del Parque Nacional Sajama. Ecología en Bolivia. 21:45-66.

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.

ZARATE, M. (EN PRENSA). 2006. Estado actual de *Polylepis besseri* Subsp. *subtusalbida* en el Parque Nacional Tunari (Cochabamba, Bolivia).

ZARATE, M. & AGREDA (EN PRENSA). 2006. Efecto de especies exóticas (*Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*) sobre la estructura del bosque de *Polylepis subtusalbida* (Rosaceae) en el Parque Nacional Tunari (Cochabamba, Bolivia). U.M.S.S. Cochabamba, Bolivia.

10. ANEXOS.

Anexo 1. Planilla de campo con registro de datos.

PROYECTO TUNARI – ÁREA MASTOZOOLOGÍA

PLANILLA DE CAMPO

Lugar:	**Coordenadas de las grillas**	**sexo:** 1 = Machos	**Est. Reproductivo:**	**Hembras**	**Ectoparásitos** **Ubicación**
	1 =	2 = Hembras	**Machos**	Receptiva = 1	Pulgas = 1 Orejas = 1
Tipo de hábitat:	2 =	**Edad:** 1 = Juvenil	c/ Descenso escrotal = 1	No receptiva = 2	Garrapatas = 2 Axilas delanteras = 2
	3 =	2 = Adulto	s/ descenso escrotal = 2	Lactante = 3	Tijeretas = 3 Axilas traseras = 3
	4 =	3 = indeterminado		Preñada = 4	Microacaros = 4 Ano = 4
					Cuerpo (Otros) = 5

Capturas						**Estado fisiológico**				**Morfometría**				**Ectoparasitos**		
#	**Fecha**	**Grilla**	**# Trap**	**Especie**	**N° Ind.**	**Sexo**	**Edad**	**Peso**	**Est. R.**	**LT**	**LC**	**LP**	**LO**	**Tipo**	**Ubicación**	**Observaciones**

Anexo 2. Colección de Referencia del Centro de Biodiversidad y Genética (U.M.S.S.).

No.	No. Col.	Especie	No. Ind.	Código	Fecha	Localidad	Habitat	Grilla	Trampa	Sexo	Edad	Peso	E. Repr.	LT	LC	LP	LO
1	7	***Bolomys lactens***	BOLA-A1	N	27-May-04	Pajcha	PO	1	5			31.1		188	79	24	16
2	30	***Akodon* cf. *boliviensis***	AK-A2	N	30-May-04	Pajcha	PO	2	3	2	1	8	2	119	50	18	11,8
3	35	***Phyllotis osilae***	PHOS-A2	N	31-May-04	Pajcha	PO	3	24	2	2	27.4		218	125	27	20
4	40	***Oxymycterus paramensis***	359	R	1-Jun-04	Pajcha	PO	1	1	2	2	44.8		209	96	27	13
5	48	***Oxymycterus paramensis***	OXPA-A3	N	1-Jun-04	Pajcha	PO			1	2	47	2	196	80	26,4	14,9
6	94	***Akodon* cf. *boliviensis***	AK-EU1	N	24-Jul-04	Pajcha	EU			2		16		144	59	29	19
7	138	***Akodon* cf. *boliviensis***	C	N	25-Jul-04	Pajcha	POPI	3	2	1	2	20	2	147	64	20	15
8	103	***Akodon* cf. *boliviensis***	AK-EU2	N	26-Jul-04	Pajcha	EU	4	3	2	2	17	2	151	69	19	15
9	106	***Akodon* cf. *boliviensis***	AK-EU4	N	26-Jul-04	Pajcha	EU	2	5	2	2	16	2	139	59	19	14
10	141	***Phyllotis osilae***	E	N	27-Jul-04	Pajcha	POPI	3	10	1	1	25	2	168	75	27	16
11	146	***Bolomys lactens***	H	N	29-Jul-04	Pajcha	POPI	1	13	2	2	50	2	199	78	26	18
12	144	***Bolomys lactens***	G	N	29-Jul-04	Pajcha	POPI	1	17	1	2	46,5	2	198	74	25,2	16,2
13	118	***Akodon* cf. *boliviensis***	AK-EU5	N	30-Jul-04	Pajcha	EU	1	11	1		22,5		159	67	20	14
14	186	***Akodon* cf. *boliviensis***	AK-POEU1	N	30-Jul-04	Pajcha	POEU	3	5	2		14	2	136	58	18,2	13,1
15	361	***Thylamys venustus***	A3 - C	N	25-Ago-04	Pintu Mayu	POPI	4	4	1	2	13	1	193	103	13,9	20,1
16	241	***Phyllotis osilae***	603	N	25-Ago-04	Pintu Mayu	POEU	2	18	1?	1?	33	2	215	118	25,9	17,7
17	251	***Oligoryzomys andinus***	OLPOEU1	N	26-Ago-04	Pintu Mayu	POEU	3	1	1	1?	14	2	188	108	25,1	13,8
18	367	***Oxymycterus paramensis***	A8	N	26-Ago-04	Pintu Mayu	POPI	4	25	1	2	53	2	200	101	28	16
19	216	***Andinomys edax***	ANPO1	N	27-Ago-04	Pintu Mayu	PO	1	21	2	2	72		256	116	26,3	21
20	261	***Akodon* cf. *boliviensis***	AKPOEU1	N	27-Ago-04	Pintu Mayu	POEU	2	16	1	2	12,5	2	143	61	19,6	13,2
21	267	***Thylamys venustus***	THPOEU1	N	27-Ago-04	Pintu Mayu	POEU	3	2	2	1	15	2	195	110	15	22
22	270	***Oxymycterus paramensis***	OXPOEU2	N	27-Ago-04	Pintu Mayu	POEU	3	12	1	2	53	2	232	92	28,1	17,5
23	396	***Thylamys venustus***	THPOEU-1	N	23-Oct-04	Pajcha	POEU	1	2	1	2	17,2	1	210	115	15	19
24	400	***Akodon* cf. *boliviensis***	AK-POPI2	N	26-Oct-04	Pajcha	POPI	3	6	1	2	28	2	143	64	20	14
25	401	***Akodon* cf. *boliviensis***	AK-POPI3	N	26-Oct-04	Pajcha	POPI	3	7	1	2	20.6	2	163	73	20	14
26	393	***Phyllotis osilae***	PHEU2	N	27-Oct-04	Pintu Mayu	EU	2	19	1	2	28	2	232	121	25	22
27	445	***Oligoryzomys andinus***	OLPI1	N	20-Nov-04	Pintu Mayu	PI	3	24	1		30	2	236	139	26.5	14.8
28	459	***Thylamys venustus***	THPI14	R	21-Nov-04	Pintu Mayu	PI	4	24	1	2	40	1	259	129	18	22
29	478	***Thylamys venustus***	THPI13	R	23-Nov-04	Pintu Mayu	PI	4	21	1	2	40.1	1	252	134	15	21.4
30	483	***Thylamys venustus***	THCR1	N	20-Feb-05	Cruzani	EU	3	20	1	2	52	1	237	121	16.5	26
31	484	***Rattus rattus***	RACR1	N	20-Feb-05	Cruzani	EU	4	2	1	2	84	1	315	163	31	23.5
32	90	***Phyllotis osilae***		N	28-May-04	Pajcha	PO			2	1	15,5	2	176	94	24	18
33	91	***Phyllotis osilae***		N	1-Jun-04	Pajcha	PI			1		10,5	2	149	69	20,9	12,9

No.	Ectoparásitos Tipo	Ubicación	Tipo	Ubicación	Observaciones	Preparador	REFERENCIAS	UTM	Altitud m.s.n.m.
1						DAPP15			3.620-3720
2					Muerto en trampa volcada.	IMR1			3.620-3720
3						RVR109			3.620-3720
4						KMS85			3.620-3720
5	4	1	4	4	Punta de cola pelada, se midió hasta el hueso.	IMR2			3.620-3720
6						ALF0002			3540-3650
7						IMR3			3765-3807
8						FAA			3.562
9						ALF0003			3.618
10					Presentaba la cola rota.	KMS87			3765-3807
11					Raro, muy activo.	ALF0004			3765-3807
12					Raro, muy activo.	OFOA1			3765-3807
13	1	5				IMR4			3.668
14					Cerca de un espacio abierto con luz.	KMS88			3740-3855
15	4	1	4	4		KMS89	19K802283	8083076	3300-3780
16	1	5			Con cicatriz en la cola.	AAR1	19K802591	8083005	3440-3725
17	1	5				IMR5	19K802667	8082951	3440-3725
18	1	1	1	5	Se realizó un corte para marcarlo.	JCH5	19K802286	8083040	3300-3780
19	4	5				IMR6	19K0802503	8082677	3400-3548
20	1	5			Cercano a la orilla del bosque, en un pastizal.	KMS90	19K802591	8083005	3440-3725
21						FAA	19K802667	8082951	3440-3725
22	2	5			Se encontró muerto en trampa.	OFOA2	19K802667	8082951	3440-3725
23						IMR7	19K804335	8081672	3740-3855
24						IMR8			3765-3855
25						DLZ1	19K804781	8082281	3765-3855
26					Se encontró muerto en trampa.	DLZ2	19K802630	8082994	3650-3825
27	4	5				SLR1	19K802475	8083666	3623-3745
28	1	5				IMR9	19K802452	8083766	3623-3745
29					Sacrificado en Centro de Biodiversidad y Genética.	RVR	19K802411	8083770	3623-3745
30						JCH6			3360
31	4	4	4	5		DPP16			3360
32	4	1	4	4	Encontrado en trampa de entomología.	KMS84			3.620-3720
33	4	5			Encontrado en trampa para anfibios/reptiles.	KMS86			3800-3900

Nota: No se concluyó de ingresar los datos completos en la Colección de Referencia (con la asignación de número de colección), todavía se siguen verificando muchos códigos.

SIMBOLOGÍA DE LA COLECCIÓN Y TABLAS	
Estado fisiológico	**Hábitats**
Sexo:	PO = *Polylepis*.
Hembra = 2	POEU = *Polylepis-Eucalyptus*.
Macho = 1	POPI = *Polylepis-Pinus*.
Edad:	EU = *Eucalyptus*.
Juvenil = 1	PI = *Pinus*.
Adulto = 2	**Nombres Preparadores de especímenes**
	DAPP15 = Diego Peñaranda Prado.
Estado reproductivo:	IMR1 = Igor Maradiegue Revollo.
Macho: c/descenso escrotal = 1	RVR109 = Renzo Vargas Rodríguez.
s/ descenso escrotal = 2	KMS85 = Karina Moya Soto.
Hembra: Receptiva = 1	IMR2 = Igor Maradiegue Revollo.
No receptiva = 2	ALF0002 = Alejandra Lacaze Freyre.
Lactante = 3	IMR3 = Igor Maradiegue Revollo.
Preñada = 4	FAA = Fernando Alfaro Ayllón.
	ALF0003 = Alejandra Lacaze Freyre.
Ectoparásitos	KMS87 = Karina Moya Soto.
Pulgas = 1	ALF0004 = Alejandra Lacaze Freyre.
Garrapatas = 2	OFOA1 = Omar Osco Alanoca.
Tijeretas = 3	IMR4 = Igor Maradiegue Revollo.
Microácaros = 4	KMS88 = Karina Moya Soto.
Ubicación	KMS89 = Karina Moya Soto.
Orejas = 1	AAR1 = Adriana Avila Ruíz.
Axilas delanteras = 2	IMR5 = Igor Maradiegue Revollo.
Axilas traseras = 3	JCH5 = Juan Carlos Huaranca.
Ano = 4	IMR6 = Igor Maradiegue Revollo.
Cuerpo = 5	KMS90 = Karina Moya Soto.
Pene = 6	FAA = Fernando Alfaro Ayllón.
Pata = 7	OFOA2 = Omar Osco Alanoca.
	IMR7 = Igor Maradiegue Revollo.
	IMR8 = Igor Maradiegue Revollo.
Medidas morfométricas	DLZ1 = Dennis Lizarro Zapata.
LT = Largo total.	DLZ2 = Dennis Lizarro Zapata.
LC = Largo cola.	SLR1 = Sergio Lizárraga Reque.
LP = Largo pata.	IMR9 = Igor Maradiegue Revollo.
LO = Largo oreja.	RVR = Renzo Vargas Rodríguez.
	JCH6 = Juan Carlos Huaranca.
Códigos	DPP16 = Diego Peñaranda Prado.
N = NUEVO	KMS84 = Karina Moya Soto.
R = RECAPTURA	KMS86 = Karina Moya Soto.

Anexo 3a. Datos del hábitat de *Polylepis* (KEWIÑA) en el Parque Nacional Tunari.
EstimateS (Version 7.5.0), Copyright R. K. Colwell: http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates
Diversity Output from Input File: KEWIÑA (Abril 6, 2005).

Samples	Individuals (computed)	Sobs (Mao Tau)	Sobs SD (Mao Tau)	Sobs Mean (runs)	Singletons Mean	Doubletons Mean	Uniques Mean	Duplicates Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean	Shannon Mean	Shannon SD (runs)	Simpson Mean	Simpson SD (runs)
1	3,38	2,25	0,83	2,31	1,51	0,58	2,31	0	3,9	2,31	0	2,31	0,74	0,24		
2	6,75	3,07	0,96	3,05	1,07	0,95	1,51	1,54	3,52	3,81	3,81	3,43	0,97	0,21	3,72	1,78
3	10,13	3,51	0,96	3,37	0,84	0,7	1,12	1,12	3,68	4,12	4,3	3,74	1,06	0,16	3,28	0,81
4	13,5	3,82	0,94	3,63	0,84	0,54	1,07	0,62	3,95	4,43	4,76	4,01	1,1	0,15	3,18	0,65
5	16,88	4,06	0,91	3,83	0,89	0,49	1,06	0,54	4,18	4,68	5,07	4,23	1,13	0,14	3,15	0,55
6	20,25	4,27	0,87	4,03	0,95	0,39	1,02	0,56	4,32	4,88	5,26	4,43	1,15	0,13	3,14	0,46
7	23,63	4,45	0,84	4,25	1,07	0,38	1,12	0,53	4,67	5,21	5,69	4,69	1,18	0,13	3,17	0,45
8	27	4,62	0,81	4,43	1,17	0,39	1,19	0,51	4,83	5,47	6,04	4,9	1,2	0,12	3,17	0,42
9	30,38	4,77	0,78	4,61	1,22	0,47	1,24	0,52	5,09	5,71	6,32	5,1	1,22	0,11	3,2	0,37
10	33,75	4,91	0,76	4,72	1,23	0,55	1,25	0,58	5,2	5,85	6,43	5,23	1,23	0,1	3,2	0,34
11	37,13	5,04	0,74	4,81	1,17	0,64	1,18	0,67	5,25	5,88	6,35	5,3	1,24	0,1	3,2	0,3
12	40,5	5,15	0,73	4,94	1,27	0,62	1,27	0,64	5,43	6,1	6,68	5,47	1,24	0,09	3,19	0,27
13	43,88	5,26	0,71	5,05	1,3	0,66	1,3	0,66	5,59	6,25	6,84	5,59	1,25	0,08	3,19	0,23
14	47,25	5,36	0,7	5,16	1,24	0,79	1,24	0,79	5,67	6,31	6,75	5,7	1,26	0,07	3,22	0,21
15	50,63	5,45	0,69	5,23	1,21	0,86	1,21	0,86	5,65	6,36	6,72	5,77	1,26	0,07	3,22	0,2
16	54	5,54	0,68	5,32	1,21	0,92	1,21	0,92	5,72	6,45	6,76	5,87	1,27	0,06	3,22	0,18
17	57,38	5,62	0,67	5,43	1,17	1,05	1,17	1,05	5,83	6,53	6,69	5,98	1,27	0,06	3,23	0,16
18	60,75	5,69	0,67	5,55	1,18	1,11	1,18	1,11	5,9	6,66	6,78	6,11	1,28	0,04	3,22	0,14
19	64,13	5,75	0,66	5,6	1,11	1,15	1,11	1,15	5,94	6,65	6,67	6,15	1,28	0,04	3,22	0,13
20	67,5	5,81	0,66	5,69	1,09	1,13	1,09	1,13	5,95	6,73	6,74	6,24	1,29	0,04	3,22	0,12
21	70,88	5,86	0,66	5,76	1,06	1,11	1,06	1,11	6	6,77	6,77	6,3	1,29	0,03	3,23	0,1
22	74,25	5,91	0,66	5,86	1,05	1,09	1,05	1,09	6,01	6,86	6,87	6,4	1,3	0,03	3,24	0,08
23	77,63	5,96	0,66	5,94	1,02	1,09	1,02	1,09	6,02	6,92	6,9	6,47	1,3	0,02	3,24	0,06
24	81	6	0,67	6	1	1	1	1	6	6,96	7	6,52	1,3		3,24	0

Anexo 3b. Datos del hábitat de *Polylepis-Eucalyptus* (POEU) en el Parque Nacional Tunari. EstimateS (Version 7.5.0), Copyright R. K. Colwell: http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates Diversity Output from Input File: POEU (Abril 6, 2005).

Samples	Individuals (computed)	Sobs (Mao Tau)	Sobs SD (Mao Tau)	Sobs Mean (runs)	Singletons Mean	Doubletons Mean	Uniques Mean	Duplicates Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean	Shannon Mean	Shannon SD (runs)	Simpson Mean	Simpson SD (runs)
1	3,13	1,42	0,51	1,23	0,49	0,28	1,23	0	1,97	1,23	0	1,23	0,73	0,37		
2	6,25	2,2	0,69	2,15	0,83	0,3	1,58	0,57	3,03	2,94	2,94	2,55	0,77	0,28		
3	9,38	2,68	0,72	2,62	0,89	0,28	1,43	0,88	3,21	3,57	3,9	3,08	0,8	0,22		
4	12,5	3,01	0,69	2,89	1	0,21	1,29	0,85	3,39	3,86	4,22	3,35	0,83	0,21		
5	15,63	3,26	0,63	3,15	1,1	0,2	1,3	0,68	3,63	4,19	4,66	3,64	0,88	0,2	2,55	0,89
6	18,75	3,48	0,56	3,37	1,25	0,18	1,3	0,56	3,74	4,45	5,02	3,87	0,9	0,17	2,42	0,38
7	21,88	3,68	0,5	3,64	1,39	0,27	1,44	0,43	4,15	4,87	5,65	4,18	0,94	0,14	2,42	0,3
8	25	3,85	0,44	3,87	1,47	0,39	1,48	0,53	4,43	5,17	5,93	4,44	0,96	0,13	2,45	0,29
9	28,13	4,02	0,38	4,07	1,58	0,48	1,58	0,56	4,74	5,47	6,32	4,68	0,98	0,11	2,45	0,26
10	31,25	4,17	0,33	4,24	1,59	0,6	1,59	0,6	5	5,67	6,52	4,87	0,99	0,1	2,45	0,23
11	34,38	4,3	0,28	4,33	1,56	0,7	1,56	0,7	5,06	5,75	6,51	4,96	0,99	0,1	2,43	0,23
12	37,5	4,41	0,24	4,43	1,52	0,83	1,52	0,83	5,04	5,82	6,46	5,06	1	0,1	2,41	0,2
13	40,63	4,52	0,2	4,53	1,41	1	1,41	1	5,06	5,83	6,25	5,15	1	0,09	2,41	0,18
14	43,75	4,61	0,16	4,58	1,32	1,1	1,32	1,1	4,98	5,81	6,07	5,18	1	0,08	2,4	0,16
15	46,88	4,7	0,13	4,66	1,23	1,22	1,23	1,22	5,06	5,81	5,89	5,25	1	0,08	2,39	0,14
16	50	4,77	0,1	4,75	1,14	1,35	1,14	1,35	5,12	5,82	5,71	5,32	1,01	0,07	2,39	0,13
17	53,13	4,83	0,08	4,82	1,03	1,46	1,03	1,46	5,1	5,79	5,49	5,37	1,01	0,06	2,38	0,12
18	56,25	4,88	0,06	4,85	0,85	1,59	0,85	1,59	4,99	5,65	5,08	5,36	1,01	0,06	2,38	0,11
19	59,38	4,92	0,04	4,91	0,8	1,62	0,8	1,62	5,04	5,67	5,01	5,41	1,01	0,05	2,37	0,09
20	62,5	4,95	0,02	4,97	0,66	1,76	0,66	1,76	5,03	5,6	4,69	5,44	1,01	0,04	2,37	0,08
21	65,63	4,98	0,01	5	0,5	1,84	0,5	1,84	5,02	5,48	4,35	5,43	1,02	0,03	2,36	0,06
22	68,75	4,99	0	5	0,31	1,99	0,31	1,99	5,01	5,3	3,85	5,38	1,02	0,02	2,36	0,05
23	71,88	5	0	5	0,14	2,02	0,14	2,02	5	5,13	3,5	5,33	1,02	0,02	2,36	0,04
24	75	5	0	5	0	2	0	2	5	5	3,25	5,29	1,02		2,36	

Anexo 3c. Datos del hábitat de *Polylepis-Pinus* (POPI) en el Parque Nacional Tunari.
EstimateS (Version 7.5.0), Copyright R. K. Colwell: http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates
Diversity Output from Input File: POPI (Abril 6, 2005).

Samples	Individuals (computed)	Sobs (Mao Tau)	Sobs SD (Mao Tau)	Sobs Mean (runs)	Singletons Mean	Doubletons Mean	Uniques Mean	Duplicates Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean	Shannon Mean	Shannon SD (runs)	Simpson Mean	Simpson SD (runs)
1	1,46	1	0,39	1,15	0,82	0,08	1,15	0	1,56	1,15	0	1,15	0,51	0,54		
2	2,92	1,71	0,62	1,87	1,17	0,26	1,59	0,28	2,65	2,67	2,67	2,27	0,57	0,45		
3	4,38	2,23	0,75	2,23	1,22	0,34	1,57	0,56	3,03	3,28	3,71	2,72	0,67	0,4		
4	5,83	2,61	0,83	2,64	1,22	0,44	1,58	0,73	3,34	3,83	4,37	3,19	0,82	0,32		
5	7,29	2,91	0,88	2,97	1,16	0,63	1,53	0,94	3,54	4,19	4,69	3,55	0,93	0,27		
6	8,75	3,15	0,9	3,17	0,96	0,71	1,36	0,99	3,64	4,3	4,68	3,72	0,99	0,25	I	
7	10,21	3,34	0,92	3,3	0,78	0,76	1,16	1,06	3,53	4,29	4,49	3,81	1,03	0,24	I	
8	11,67	3,5	0,92	3,44	0,61	0,77	1,01	1,04	3,69	4,32	4,41	3,91	1,08	0,19	3,42	0,94
9	13,13	3,64	0,92	3,64	0,63	0,64	1,08	0,89	3,93	4,6	4,83	4,13	1,12	0,21	3,45	0,97
10	14,58	3,76	0,91	3,78	0,62	0,57	1,11	0,86	4,09	4,78	5,06	4,28	1,15	0,2	3,44	0,96
11	16,04	3,88	0,9	3,92	0,59	0,53	1,15	0,79	4,26	4,97	5,32	4,44	1,18	0,19	3,45	0,86
12	17,5	3,97	0,89	4	0,6	0,44	1,19	0,6	4,35	5,09	5,63	4,52	1,18	0,19	3,37	0,78
13	18,96	4,07	0,88	4,1	0,6	0,34	1,24	0,48	4,43	5,24	5,92	4,62	1,21	0,17	3,38	0,72
14	20,42	4,16	0,87	4,18	0,63	0,24	1,3	0,35	4,54	5,39	6,22	4,71	1,22	0,15	3,33	0,61
15	21,88	4,25	0,86	4,24	0,63	0,17	1,32	0,27	4,61	5,47	6,4	4,77	1,22	0,14	3,31	0,55
16	23,33	4,33	0,86	4,31	0,62	0,11	1,34	0,19	4,67	5,57	6,58	4,84	1,24	0,13	3,31	0,49
17	24,79	4,42	0,85	4,38	0,63	0,06	1,41	0,1	4,81	5,71	6,87	4,92	1,25	0,12	3,3	0,46
18	26,25	4,5	0,85	4,46	0,67	0,06	1,47	0,11	4,95	5,85	7,06	5,02	1,25	0,12	3,3	0,46
19	27,71	4,58	0,85	4,56	0,73	0,01	1,56	0,05	5,11	6,04	7,39	5,15	1,27	0,1	3,31	0,42
20	29,17	4,67	0,86	4,62	0,78	0	1,62	0,02	5,24	6,16	7,6	5,22	1,27	0,1	3,3	0,4
21	30,63	4,75	0,86	4,67	0,81	0	1,67	0	5,34	6,26	7,77	5,28	1,27	0,09	3,25	0,33
22	32,08	4,83	0,87	4,81	0,87	0	1,81	0	5,61	6,54	8,18	5,47	1,29	0,07	3,28	0,25
23	33,54	4,92	0,88	4,93	0,95	0	1,93	0	5,82	6,78	8,54	5,63	1,3	0,04	3,27	0,15
24	35	5	0,9	5	1	0	2	0	5,96	6,92	8,75	5,72	1,31	0	3,29	

Anexo 3d. Datos del hábitat de *Eucalyptus* (EUCALIPTO) en el Parque Nacional Tunari.
EstimateS (Version 7.5.0), Copyright R. K. Colwell: http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates
Diversity Output from Input File: EUCALIPTO (Abril 6, 2005).

Samples	Individuals (computed)	Sobs (Mao Tau)	Sobs SD (Mao Tau)	Sobs Mean (runs)	Singletons Mean	Doubletons Mean	Uniques Mean	Duplicates Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean	Shannon Mean	Shannon SD (runs)	Simpson Mean	Simpson SD (runs)
1	2,58	1,33	0,46	1,46	0,75	0,31	1,46	0	2,64	1,46	0	1,46	0,74	0,59		
2	5,17	2,21	0,66	2,43	1,08	0,45	1,9	0,53	3,74	3,38	3,38	2,91	0,75	0,52		
3	7,75	2,84	0,73	3,03	1,25	0,4	1,9	0,95	4,28	4,3	4,77	3,63	0,91	0,4		
4	10,33	3,32	0,76	3,48	1,38	0,39	1,96	0,98	4,68	4,95	5,6	4,16	1,02	0,31	I	
5	12,92	3,71	0,77	3,93	1,44	0,45	1,93	1,17	5,05	5,47	6,11	4,66	1,1	0,29		
6	15,5	4,03	0,77	4,11	1,42	0,47	1,86	1,12	5,23	5,66	6,3	4,84	1,13	0,26	3,29	1,17
7	18,08	4,29	0,77	4,33	1,44	0,55	1,85	1,15	5,31	5,92	6,55	5,08	1,17	0,24	3,27	0,8
8	20,67	4,52	0,76	4,59	1,54	0,58	1,88	1,09	5,48	6,24	6,94	5,36	1,21	0,22	3,26	0,75
9	23,25	4,72	0,76	4,84	1,64	0,61	1,93	1,09	5,77	6,56	7,31	5,64	1,24	0,19	3,29	0,67
10	25,83	4,89	0,75	4,99	1,6	0,66	1,86	1,12	5,95	6,66	7,36	5,78	1,26	0,18	3,29	0,62
11	28,42	5,04	0,73	5,13	1,51	0,75	1,73	1,24	5,74	6,7	7,21	5,9	1,28	0,17	3,32	0,61
12	31	5,17	0,72	5,25	1,45	0,8	1,62	1,31	5,87	6,74	7,09	5,99	1,29	0,14	3,32	0,54
13	33,58	5,28	0,71	5,34	1,35	0,86	1,48	1,29	5,8	6,71	6,96	6,04	1,3	0,14	3,32	0,5
14	36,17	5,38	0,7	5,43	1,29	0,89	1,35	1,34	5,8	6,68	6,78	6,09	1,31	0,13	3,3	0,47
15	38,75	5,47	0,69	5,52	1,2	0,92	1,24	1,31	5,77	6,68	6,7	6,15	1,32	0,11	3,31	0,4
16	41,33	5,55	0,68	5,53	1,2	0,86	1,23	1,16	5,76	6,68	6,81	6,14	1,32	0,11	3,28	0,37
17	43,92	5,63	0,68	5,55	1,17	0,84	1,17	1,01	5,7	6,65	6,85	6,13	1,31	0,1	3,25	0,34
18	46,5	5,69	0,67	5,58	1,16	0,8	1,16	0,92	5,74	6,68	6,94	6,15	1,32	0,09	3,25	0,31
19	49,08	5,75	0,67	5,7	1,17	0,81	1,17	0,91	5,85	6,81	7,09	6,27	1,33	0,08	3,27	0,27
20	51,67	5,81	0,66	5,8	1,14	0,85	1,14	0,89	5,93	6,88	7,15	6,36	1,34	0,07	3,29	0,24
21	54,25	5,86	0,66	5,83	1,12	0,83	1,12	0,86	5,95	6,9	7,17	6,38	1,34	0,06	3,28	0,2
22	56,83	5,91	0,66	5,93	1,09	0,87	1,09	0,88	6	6,97	7,2	6,47	1,36	0,04	3,31	0,16
23	59,42	5,96	0,66	5,95	1,02	0,93	1,02	0,93	5,97	6,93	7,05	6,47	1,36	0,03	3,33	0,11
24	62	6	0,67	6	1	1	1	1	6	6,96	7	6,51	1,36	0	3,32	

Anexo 3e. Datos del hábitat de *Pinus* (PINO) en el Parque Nacional Tunari.
EstimateS (Version 7.5.0), Copyright R. K. Colwell: http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates
Diversity Output from Input File: PINO (Abril 6, 2005).

Samples	Individuals (computed)	Sobs (Mao Tau)	Sobs SD (Mao Tau)	Sobs Mean (runs)	Singletons Mean	Doubletons Mean	Uniques Mean	Duplicates Mean	Chao 2 Mean	Jack 1 Mean	Jack 2 Mean	Bootstrap Mean	Shannon Mean	Shannon SD (runs)	Simpson Mean	Simpson SD (runs)
1	2,46	1,37	0,36	1,44	0,75	0,51	1,44	0	2,41	1,44	0	1,44	0,71	0,55		
2	4,92	2,28	0,52	2,36	1,03	0,69	1,92	0,44	3,46	3,32	3,32	2,84	0,71	0,47		
3	7,38	2,89	0,57	2,91	1,13	0,69	1,91	0,76	3,99	4,18	4,69	3,5	0,89	0,36		
4	9,83	3,32	0,57	3,32	1,07	0,57	1,77	1,06	4,25	4,65	5,18	3,95	1,03	0,29		
5	12,29	3,63	0,53	3,59	1,09	0,5	1,66	1,04	4,29	4,92	5,45	4,22	1,1	0,21	I	
6	14,75	3,88	0,49	3,89	1,1	0,48	1,48	1,1	4,43	5,12	5,52	4,49	1,16	0,16	3,53	0,82
7	17,21	4,07	0,44	4,08	1,07	0,44	1,31	1,11	4,5	5,2	5,48	4,65	1,2	0,16	3,53	0,7
8	19,67	4,22	0,39	4,24	1,07	0,44	1,22	1,03	4,57	5,31	5,56	4,78	1,23	0,13	3,53	0,56
9	22,13	4,36	0,34	4,35	1,01	0,5	1,12	0,94	4,62	5,35	5,58	4,86	1,25	0,12	3,55	0,51
10	24,58	4,47	0,29	4,45	1	0,51	1,07	0,86	4,71	5,41	5,66	4,94	1,27	0,11	3,56	0,44
11	27,04	4,57	0,25	4,52	0,88	0,66	0,9	0,99	4,67	5,34	5,35	4,97	1,28	0,1	3,57	0,4
12	29,5	4,65	0,21	4,59	0,82	0,72	0,82	0,99	4,71	5,34	5,28	5,01	1,29	0,09	3,57	0,36
13	31,96	4,72	0,17	4,64	0,79	0,73	0,79	0,92	4,76	5,37	5,32	5,05	1,29	0,08	3,56	0,33
14	34,42	4,78	0,14	4,72	0,81	0,72	0,81	0,81	4,85	5,47	5,53	5,13	1,3	0,07	3,58	0,29
15	36,88	4,83	0,11	4,79	0,72	0,85	0,72	0,89	4,9	5,46	5,37	5,17	1,31	0,07	3,6	0,26
16	39,33	4,87	0,09	4,86	0,66	0,92	0,66	0,95	4,96	5,48	5,28	5,23	1,32	0,06	3,62	0,21
17	41,79	4,91	0,07	4,9	0,62	0,97	0,62	0,98	5	5,48	5,22	5,26	1,32	0,05	3,61	0,19
18	44,25	4,94	0,05	4,92	0,54	0,99	0,54	0,99	4,97	5,43	5,08	5,26	1,33	0,05	3,61	0,17
19	46,71	4,96	0,03	4,96	0,48	1,03	0,48	1,03	5	5,41	4,97	5,28	1,33	0,04	3,61	0,15
20	49,17	4,98	0,02	4,96	0,33	1,11	0,33	1,11	4,96	5,27	4,62	5,24	1,33	0,04	3,62	0,13
21	51,63	4,99	0,01	4,99	0,27	1,1	0,27	1,1	4,99	5,25	4,55	5,25	1,34	0,03	3,62	0,11
22	54,08	5	0	5	0,21	1,11	0,21	1,11	5	5,2	4,43	5,24	1,34	0,02	3,62	0,09
23	56,54	5	0	5	0,09	1,08	0,09	1,08	5	5,09	4,23	5,2	1,34	0,02	3,63	0,06
24	59	5	0	5	0	1	0	1	5	5	4,12	5,17	1,35	0	3,64	