

Abundancia y estructura poblacional de *Oxymycterus paramensis* (Rodentia) en fragmentos de bosque en los Andes de Bolivia

Abundance and population structure of *Oxymycterus paramensis* (Rodentia) in forest fragments in the Andes of Bolivia

Renzo Vargas¹ *

¹Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca

Recibido Julio 11, 2018; Aceptado Junio 02, 2019

Resumen

La fragmentación del hábitat es una de las principales amenazas para la conservación de especies a nivel global. Determinar cómo responden las especies a la fragmentación es importante para definir estrategias de manejo y conservación. Es por eso que el objetivo de este estudio es determinar la ecología poblacional de *Oxymycterus paramensis* en fragmentos de bosque de *Polylepis besseri* en los andes de Bolivia. Durante los meses de marzo a mayo de 2000 se evaluó la abundancia y estructura poblacional de *O. paramensis* en dos fragmentos de bosque de *P. besseri* en la localidad de Sacha Loma, provincia Mizque, Cochabamba. Se utilizó el método de captura, marcaje y recaptura y se evaluaron parámetros poblacionales como la abundancia de individuos, densidad, la sobrevivencia, la estructura de sexos y edades, la reproducción, el peso y biomasa, las cuales fueron comparadas entre las subpoblaciones de ambos fragmentos. No se encontraron diferencias en la densidad, en el peso promedio, en la proporción de sexos, y tampoco en la proporción de edades, pero si se detectaron diferencias significativas en la tasa de sobrevivencia entre ambos fragmentos. La evidencia sugiere que *O. paramensis* no es afectada por estos niveles de fragmentación.

Palabras Clave

Fragmentación, Demografía, Andes, *Polylepis*, *Oxymycterus paramensis*

Abstract

Habitat fragmentation is one of the main threats to the conservation of species globally. Determining how species respond to fragmentation is important to define management and conservation strategies. Thus, the objective of this study is to determine the population ecology of *Oxymycterus paramensis* in forest fragments of *Polylepis besseri* in the Andes of Bolivia. During the months of March to May 2000, the abundance and population structure of *O. paramensis* was evaluated in two fragments of *P. besseri* forest in the town of Sacha Loma, Mizque province, Cochabamba. The method of capture-mark-recapture was used for population parameters evaluation such as the abundance of individuals, density, survival, sex and age structure, reproduction, weight and biomass, which were compared between the subpopulations of both fragments. No differences were found in the density, in the average weight, in the proportion of sexes, nor in the proportion of ages, but there were significant differences in the survival rate between both fragments. Evidence suggests that *O. paramensis* is not affected by these levels of fragmentation.

Citación: Vargas R. Abundancia y estructura poblacional de *Oxymycterus paramensis* (Rodentia) en fragmentos de bosque en los Andes de Bolivia. Revista Ciencia, Tecnología e Innovación 2019, 17-19: 23-44

Keywords

Fragmentation, Demography, Andes, *Polylepis*, *Oxymycterus paramensis*

Introducción

La fragmentación del hábitat es la división de un ambiente continuo en fragmentos más pequeños y aislados, cuyos resultados son: la reducción del área total de hábitat, la reducción del tamaño de los parches de hábitat y el aumento del aislamiento en las poblaciones que los habitan (ECOTONO, 1996; Farigh 2003). Cuando el hábitat es destruido, puede quedar una red de fragmentos o manchas de hábitat, a menudo aislados entre ellos por una alta modificación o degradación del paisaje. La fragmentación casi siempre ocurre durante una severa reducción del área del hábitat, pero también cuando, sin perder una gran extensión, el hábitat original es subdividido por caminos, vías férreas, canales, líneas eléctricas, cercos, gasoductos, chaqueos u otras barreras para el libre movimiento de las especies (Primack, 1998).

Un parche de hábitat es un área continua de espacio, con todos los recursos necesarios para la persistencia de una población local y separada por hábitats inapropiados de otros parches (en cualquier momento dado, un parche puede estar ocupado o vacío) (Hanski & Gilpin, 1997). Así, la fragmentación del hábitat puede convertir la estructura de una población continua, en la estructura de una metapoblación, con todas o algunas de las poblaciones locales transformándose en poblaciones tan pequeñas que tengan el riesgo sustancial de extinguirse pero que aún existe entre ellas un intercambio de individuos por procesos de dispersión. La persistencia (sobrevivencia) de poblaciones locales se vuelve más difícil pero la persistencia de metapoblaciones aún mantiene una posibilidad dentro del ámbito de la conservación.

Una cuestión crítica muy pobremente entendida es: “¿bajo qué condiciones una especie que se ha desarrollado en un hábitat más continuo sobrevivirá desenvolviéndose en un ambiente más fragmentado?” (Heywood & Watson, 1995). Las poblaciones biológicas pueden declinar o incrementar como respuesta a cambios físicos en el hábitat y cambios en el ecosistema derivados de la fragmentación del hábitat. Entender la naturaleza y extensión de los procesos de fragmentación es un requisito necesario para manejar paisajes fragmentados para que mantengan la diversidad biológica y capacidad productiva para consumo humano (MARGULES, 1996).

La pérdida de hábitats y la fragmentación influyen en la dinámica de las poblaciones de por lo menos cuatro tipos de especies las cuales son: 1. Las especies sensibles al aislamiento que son afectadas por las barreras de dispersión creadas por la nueva matriz del hábitat (ej. anfibios, reptiles y pequeños mamíferos); 2. Especies sensibles al tamaño del área debido a que tienen requerimientos de áreas extensas y los fragmentos pequeños no son adecuados para satisfacerlos; 3. Especies sensibles a los cambios físicos y biológicos relacionados a los bordes; 4. Especies invasoras que se dispersan y colonizan los nuevos hábitats creados (ECOTONO, 1996).

Relativamente poco es conocido sobre el impacto de la fragmentación del bosque en la distribución espacial de pequeños mamíferos. Comparados con los pájaros, los pequeños mamíferos son relativamente sedentarios, por su menor movilidad y por lo tanto quizás más sensibles a la fragmentación (Yahner, 1987). Según Levin (citado en Kozakiewicz, 1993), las metapoblaciones se estructuran funcionalmente como unidades demográficas, así, cuando se discute sobre la demografía poblacional en paisajes fragmentados, debe considerarse la dinámica de una metapoblación.

Las nuevas poblaciones con menor tamaño serán más vulnerables a la incertidumbre ambiental, demográfica, y genética; es decir el proceso de extinción quedará en manos de eventos poco predecibles (Ecotono, 1996).

Así, el conocimiento de los parámetros primarios de una población puede permitir la detección de problemas antes de que esta sufra un decremento. Numerosos estudios han utilizado estos tipos de datos para describir la dinámica de distintas poblaciones de aves (De Sante y Geupel 1987; Hutchinson, 1978)

El proceso de fragmentación no ocurre al azar, las áreas más accesibles, de topografía poco accidentada y con alta productividad son las primeras en ser alteradas para utilizar las tierras en agricultura, asentamientos humanos o extracción forestal (Ecotono, 1996). Fjeldsa & Kessler (1996) asumen que los bosques de *Polylepis*, que una vez cubrieron grandes áreas de las regiones montañosas de los Andes tenían un efecto positivo en el clima y lo hacían más húmedo, moderando los extremos. Sin embargo, incluso la destrucción de un área pequeña de bosque puede tener consecuencias negativas dramáticas para las poblaciones locales, y cualquier esfuerzo de conservación tiene que incluir información sobre estas perspectivas. En la zona este de los andes de Bolivia se considera que solo queda del 1 al 2 % de hábitat del bosque original y su cobertura se encuentra ahora altamente fragmentada en pequeñas manchas a menudo de solo 1 a 2 ha (Kessler, 1995 citado en Hjarsen, 1998). En Bolivia no existen áreas protegidas que incluyan significativamente a este ecosistema, ya que incluso el Parque Tunari de Cochabamba ha sido sustituido en gran parte por plantaciones de especies introducidas como pinos y eucaliptos (Navarro, 1997)

Este tipo de bosques también presenta una gran variedad de roedores de los cuales solo se tienen estudios en sistemática, donde *O. paramensis* es uno de los componentes de la

familia Muridae más abundante y ampliamente distribuido en la faja Andina Occidental en Bolivia. A pesar de ello, no se tiene datos detallados sobre el hábitat, comportamiento, alimentación, reproducción o ecología de esta especie en Bolivia (Anderson, 1997). *O. paramensis* se encuentra en la zona de los Andes, desde Puno, Perú, a través de Cochabamba y Tarija en Bolivia; y dentro del noroeste argentino en los departamentos de Jujuy y Salta (Hershkovitz, 1994). En Bolivia ocurre en los Yungas, generalmente a mayores elevaciones que *O. inca*, desde los 900 m.s.n.m. (cerca de Cuyabuyo sobre el borde argentino) hasta al menos los 4000 m.s.n.m. (en Choquecamato y otras dos localidades) (Anderson, 1997). Tres subespecies de *O. paramensis* han sido descritas para Bolivia: *O. p. jacentior* Thomas, 1952; *O. p. nigrifrons* Osgood, 1944; y *O. p. paramensis* Thomas 1902. Actualmente solo se tienen estudios sobre distribución, sistemática y taxonomía de las diferentes especies de *Oxymycterus* en Bolivia (Anderson, 1993; Hinojosa et al 1987; Anderson, 1997; Hershkovitz, 1994 y Emmons & Feer, 1999). Solo un estudio realizado por Santivañez (1998), da cuenta de datos poblacionales de *O. inca* en un palmar de *Copernicia alba* en el departamento de Santa Cruz - Bolivia.

Uno de los problemas en la biología de la conservación, es la magnitud en la cual la reducción de los tamaños poblacionales afecta la pérdida de la variabilidad genética en poblaciones aisladas, y como esto reduce su oportunidad de sobrevivencia. Wauters et al., (1993), muestran como la pérdida de la diversidad genética en poblaciones reducidas y aisladas pueden estar directamente relacionadas a la dinámica poblacional. La similitud genética en ardillas rojas se encuentra inversamente correlacionada con el tamaño de la población. La pérdida de variación genética y las bajas densidades en poblaciones aislada como resultado de una reducida inmigración.

Dichos datos sugieren que la verdadera amenaza para las pequeñas poblaciones de ardillas más que los problemas genéticos, son los procesos poblacionales que se desencadenan producto de la fragmentación y aislamiento de sus poblaciones. Desde 1990, Matthysen et al. (1995) realizaron estudios sobre ecología de poblaciones animales, genética de poblaciones y organización social de varias especies animales en fragmentos de bosque de diferentes tamaños. Las especies estudiadas incluyeron ardillas, pequeños paseriformes y mariposas en fragmentos de 1 a 40 ha y parcelas en bosques continuos de 100 a 1500 ha. Los resultados sugieren que la fragmentación tiene efectos más profundos sobre los patrones de dispersión y estructura poblacional que sobre los resultados reproductivos y de sobrevivencia.

Por tanto, el estudio de *O. paramensis* en estos fragmentos de bosques, nos permitirá conocer parámetros poblacionales de la especie presente en la zona de Sacha Loma, el estado de la especie en un medio silvestre y el efecto que la fragmentación podría tener en sus poblaciones. El presente trabajo se realizó bajo el planteamiento hipotético de que la abundancia y estructura poblacional de la especie *O. paramensis* está afectada por la falta de continuidad espacial de los bosques. Por lo tanto, se espera que existan diferencias en la abundancia y estructura poblacional de *O. paramensis* en función del tamaño y características de los fragmentos.

Objetivos

Objetivo General.

- Evaluar el efecto del tamaño y las características de dos fragmentos de bosque de *Polylepis besseri* en la localidad de Sacha Loma, Mizque, Cochabamba, sobre la abundancia y estructura poblacional de *Oxymycterus paramensis*.

Objetivos Específicos.

- Determinar la densidad absoluta de *O. paramensis* en dos fragmentos de bosque de *P. besseri*,
- Estimar la proporción de sexos y edades de *O. paramensis* en ambos fragmentos,
- Determinar la variación de la densidad y estructura poblacional de *O. paramensis* entre los distintos fragmentos de bosque de *P. besseri*.

Materiales y Metodos

Área De Estudio

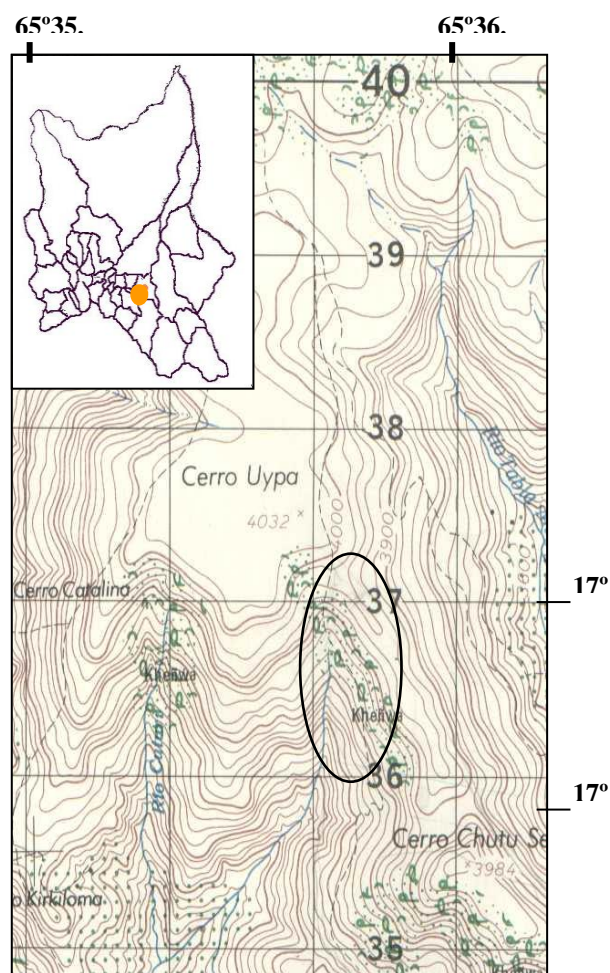
El presente estudio se llevó a cabo en dos fragmentos de bosque de *P. besseri* cerca de la localidad de Sacha Loma perteneciente a la provincia de Mizque del departamento de Cochabamba. Se encuentra aproximadamente a 12 Km del cruce de Pocona, en dirección Sudoeste, entre las coordenadas 17° 44.399' latitud sud y 65° 34.060' longitud oeste, entre los 3600 y 3835 m.s.n.m. (Fig. 1).

Según el mapa de provincias fisiográficas de Bolivia de GEOBOL & BGR (1994), la zona se encuentra en la Provincia de la Cordillera Oriental, también conocida como Bloque Paleozoico conformada básicamente por rocas sedimentarias intruidas por cuerpos ígneos, cuyos rangos de edad fluctúan desde el triásico al terciario, constituyen grandes elevaciones, muchas de ellas cubiertas por nieves permanentes y corresponde más específicamente a la sección de Las Colinas Altas (C.2.1) el cual muestra un paisaje de relieve alto y formas aisladas, conformando interdepresiones de cimas redondeadas. En algunos sectores estas depresiones se presentan alineadas, conformando pequeñas serranías.

Las pendientes son de escarpadas a muy escarpadas y la cubierta vegetal está constituida por matorral y bosque ralo; en las partes elevadas una cubierta de fisonomía graminácea constituyendo pastizales de altura.

Los suelos se identifican por ser muy poco profundos (20 cm) a moderadamente profundos (90 cm). Con textura franco arenoso o franco francosos; ocasionalmente franco arcillosos con bastante grava y rocas (taxonomía: Orthents) (GEOBOL, 1997).

Fig. 1. Carta topográfica de la localidad de Sacha Loma (Estancia Yunkha Thaqui, IGM- hoja 6444 I. Escala: 1:50.000) con la localidad de estudio marcada en el círculo central.



De acuerdo a Navarro (1997) la vegetación de la zona de estudio corresponde a la subregión puneña (región Andina), esta se extiende por toda la cordillera andina de Bolivia y en el piso bioclimático termotropical de los valles interandinos y laderas andinas orientales desde el sur de Cochabamba.

Bioclimáticamente corresponde al piso supra tropical superior, el cual se encuentra por término medio entre los 3000 – 3300 m y los 3900 – 4100 m, según la altitud y el ombrotipo. En la mayor parte de este piso, con ombroclima subhúmedo a húmedo, la vegetación potencial corresponde siempre a diversos tipos de bosques de Kewiñas (*Polylepis* spp) notablemente diversificados y hoy extensamente degradados a sus etapas seriales. La serie de vegetación correspondiente a este piso bioclimático es: La serie supra tropical pluviestacional de *Berberis commutata* y *Polylepis besseri*. (Subhumid *Polylepis besseri* puna woodlands). Caracterizada por micro bosques puneños climatófilos en el sur de la provincia biogeográfica de la Puna peruana: sector del Tunari. Aunque se conservan todavía algunos relictos boscosos, más o menos abiertos. Grandes extensiones aparecen en la actualidad cubiertas por los pajonales seriales subhúmedos de *Poa asperiflora* y *Festuca dolycophylla* (ingles: moist grass puna), donde son comunes también pequeñas matas como *Baccharis obtusifolia* (Navarro, 1997). Los bosques de *Polylepis* han sido considerados como un hábitat especial asociado a las quebradas y laderas rocosas muy pendientes en los altos andes y lugares más inaccesibles de la zona (Fjeldsa y Kessler, 1996, Fjeldsa, 2000).

Descripción de los fragmentos.

Para la selección de los fragmentos de estudio, se tomó en cuenta principalmente la presencia de *O. paramensis*, el tamaño del fragmento y la cercanía de estos. Así, se seleccionaron dos fragmentos de bosque de diferentes tamaños y características vegetacionales, los cuales se encuentran separados a una distancia de 60 m sin ningún tipo de vegetación arbustiva que sirva de corredor directo entre los fragmentos. La vegetación de la matriz está mayormente representada por pajonales de *Festuca dolycophylla* y *Calamagrostis antoniana*. El fragmento 2 tiene una estructura de vegetación más densa que el fragmento 1 y sus características fisiográficas son diferentes (Tabla 1).

Tabla 1. Características fisiográficas de los fragmentos seleccionados para el estudio de *Oxymycterus paramensis* en la localidad de Sacha Loma

	Rango Altitudinal (m.s.n.m.)	Perímetro (m)	Superficie (ha)
Fragmento 1	3710-3600	1821,26	6,31
Fragmento 2	3860-3800	2628,45	9,30

a) Características Fragmento 1.

Fisiográficamente se encuentra en la parte más baja de la ladera de estudio (Tabla 1), en el cauce de una formación de torrente de agua, activo solo en la época húmeda, con individuos más bajos en altura lo cual sugeriría un mayor impacto humano de tala selectiva en este fragmento, aunque la menor densidad del bosque no se pueda atribuir a dicho efecto, si no a un pastoreo no controlado, así también se observó que los árboles se encuentran más dispersos con relación al fragmento 2, siendo posible caminar con total libertad dentro el bosque. Objetivamente se pudo comprobar que este fragmento por su forma (Fig. 2), está totalmente cubierto por pajonales de *Festuca dolychophylla* y *Calamagrostis antoniana*.

Fig. 2. Fotografía del fragmento 1, bosque de *Polylepis besseri* de 6.3 ha de tamaño en la localidad de Sacha Loma, provincia Mizque, Cochabamba. Foto: Renzo Vargas R.



También se pudieron encontrar 2 afloramientos rocosos (roquedales, conocidos con el nombre de salles) sin ningún tipo de vegetación, aunque estos se encuentran circundados por los ejemplares más altos de

Polylepis besseri, posiblemente condicionados por la humedad.

b) Características Fragmento 2.

Fragmento de mayores dimensiones que el anterior (Tabla 1), el estrato arbóreo consta exclusivamente de *Polylepis besseri*, con un estrato arbustivo constituido por: *Berberis paucidentata*, *Ribes brachybotris*, *Baccharis peruviana* y *Vaccinium floribundum*. El estrato herbáceo consta de: *Fuchsia apetala*, *Calceolaria* sp, *Gentianella larecajensis*, *Calamagrostis antoniana* y *Festuca dolychophylla*. (Fernández et. al., 2001). Existen zonas al interior del fragmento de bosque donde la presencia de *F. dolychophylla* no es evidente, sin una influencia aparente de la matriz como en el fragmento 1. La densidad de *P. besseri* es mucho mayor (1605 individuos / ha) y la distancia entre individuos menor que en el fragmento 1 condicionando estas características una mayor cobertura de bosque. Este fragmento se encuentra atravesado por un camino hecho por los campesinos del lugar de 3 a 4 m de ancho, que, al parecer, no constituye una barrera de dispersión para *O. paramensis* y aunque podrían ser objeto de depredación en estos sectores, se pudo constatar en el muestreo preliminar, que estos atravesaban el camino con frecuencia. Este fragmento también contiene un afloramiento rocoso de 2.9 ha, dimensión mayor que las del fragmento 1 (Fig. 3).

Fig. 3. Fotografía del fragmento 2, bosque de *Polylepis besseri* dos, de 9.3 ha de tamaño en la localidad de Sacha Loma, provincia Mizque, Cochabamba. Foto: Renzo Vargas R.



Diseño del estudio

Los tamaños de los fragmentos representan el factor de diseño, definido como el factor que se desea comprobar como una posible causa de la variación de la densidad poblacional entre las unidades de respuesta. Los distintos estados o valores del factor de diseño que se consideran en el presente estudio (niveles del factor de diseño) corresponden a niveles discretos: representados por un fragmento grande y un fragmento pequeño de bosque de *P. besseri*. Cada uno de los fragmentos representa una unidad de respuesta que manifiestan los efectos del factor de diseño y que es independientes con respecto a los factores potencialmente alineados (la densidad de la vegetación, la diversidad vegetal). Se tomaron dos submuestras (grillas) por cada fragmento en cada muestreo, con medidas repetidas durante los meses de marzo, abril y mayo. Basados en la historia natural de la especie y considerando la temática en cuestión en cada unidad de muestreo se midió: el tamaño de la población (densidad y biomasa) y la estructura poblacional (proporción de sexos, proporción de edades y sobrevivencia de *O. paramensis*).

Muestreo

Las unidades de muestreo en que se midieron y registraron las variables de respuesta, consideradas para cada fragmento, fueron grillas de trampas de captura viva (Wilson *et. al.*, 1996). Ambas subpoblaciones de *O. paramensis* fueron estudiadas empleando la técnica de captura, marcaje y recaptura (CMR) para lo cual se establecieron cuatro grillas de muestreo, dos en el fragmento 1 de forma cuadrada de ca. 0.81 ha y dos en el fragmento 2 con una grilla de forma cuadrada de ca. 0.81 ha y otro en forma de “L” de ca. 0.64 ha (rectangular) (Tabla 2). Se colocaron 100 trampas tipo Sherman plegables de 7.5 x 9.0 x 30.0 cm y de 7.5 x 9.0 x 20.0 cm en cada grilla, intercalando los dos tamaños dentro una misma línea. En las grillas de forma cuadrada las trampas fueron dispuestas en 10 líneas separadas por 10 m. Cada línea consistió de 10 trampas separadas cada 10 m (BARNET, 1995; Wilson *et. al.*, 1996).

En la grilla de forma rectangular se siguió el mismo criterio de distancia entre trampas y líneas y las trampas fueron dispuestas en tres líneas separadas por 10 m, con 33 trampas separadas cada 10 m en cada línea.

Tabla. 2. Areas efectivas de muestreo estimadas para cada grilla en cada fragmento.

		Área de la grilla (ha)	Área efectiva (ha)
Fragmento 1	Grilla 1	0.81	0.96
	Grilla 2	0.81	1.56
Fragmento 2	Grilla 1	0.81	1.56
	Grilla 2	0.64	1.36

Las trampas se activaron y cebaron durante la tarde del primer día, se revisaron y reactivaron al siguiente día por la mañana, siguiendo este proceso durante los días que duró el trabajo de campo. Las trampas fueron cebadas con una mezcla de atún, avena, mantequilla de maní, viandada y esencia de vainilla. Los muestreos se realizaron en intervalos de 28 a 30 días en el periodo comprendido entre marzo, abril y mayo del año 2000 correspondientes a la parte final de la época de lluvia. En cada uno de los muestreos se colocaron dos grillas en cada fragmento, con una permanencia de 3 noches por sesión para cada fragmento, haciendo un total de 3600 trampas noche. Cabe destacar que el número de trampas y el esfuerzo de captura se mantuvieron constantes durante todo el estudio.

Captura y marcado

De cada animal capturado se tomaron los siguientes datos: número de ejemplar, número de trampa, posición geográfica (Sistema de Posicionamiento Global, marca Garmin® modelo 12), condición reproductiva y medidas somáticas convencionales, como ser: sexo, peso en gramos, largo total (LT), largo de la cola (LC), largo pata trasera (LP) y largo oreja (LO) en mm con ayuda de un vernier y una regla de precisión de ± 0.5 mm sin cero. Posterior a la toma de datos, todos los individuos capturados fueron marcados con aretes de aluminio numerados (eartags) (National

Band & Tag Co., U.S.A., tipo 1005-1 Monel) en la oreja y fueron liberados en el mismo sitio de su captura. Los muestreos y los datos fueron estandarizados para realizar los diferentes análisis estadísticos, ajustando la densidad estimada al área de efecto de cada grilla (Aragón et. al. 1993; Sánchez – Cordero, 1993).

Área de efecto y uso espacial.

Dado que la estimación de la densidad sólo puede ser realizada si existe alguna forma de determinar los movimientos de la especie a estudiar fuera del área de captura; se colocaron líneas de evaluación de 50 m de largo, más allá del borde de las grillas en ángulos agudos de 45° y 90° en relación a las líneas de censo por un periodo de tiempo de 2 noches por grilla, con 5 trampas Sherman separadas por una distancia de 10 m entre ellas con el propósito de determinar la distancia y lugares de los cuales los animales están inmigrando a los fragmentos y así tener una mejor idea del área real de trampeo llamada “el área de efecto”, la cual fue utilizada para las estimaciones de densidad y para la determinación de la presencia de la especie en la matriz de pajonal (Rabinowitz, 1997; Yañez, 1999; Krebs, 1989).

Desplazamiento y patrones de movimiento

Los patrones de movimiento fueron determinados por la frecuencia de individuos de *O. paramensis* capturados en tres noches de trampeo en cada grilla durante los meses de marzo, abril y mayo (Aragón et. al., 1993). Para obtener valores representativos sobre los patrones de movimientos de algunos de los individuos, se agruparon los datos de capturas para los dos fragmentos y para cada mes. Para tal efecto se tomó en cuenta a todos aquellos individuos que al menos presentaron dos capturas (Santibáñez, 1998). Los desplazamientos se estimaron mediante el mapeo de los individuos capturados en las parcelas. El tamaño de las áreas y la distancia entre trampas se determinó en las grillas y con ayuda de un GPS (Garmin® modelo 12),

Posteriormente se cuantificó la distancia promedio entre recapturas (DPR) y la distancia máxima promedio recorrida por individuo (DMR) (STIKEL, 1954 citado en Aragón et al., 1993).

Estructura poblacional

Los análisis de las proporciones de edades y sexos, se basaron en la identificación previa de los individuos de la población muestreada mediante los criterios standard, y criterios que se establecieron durante el trabajo de campo, de acuerdo al tamaño del cuerpo, peso y condición reproductiva de los ejemplares (Aragón et al., 1993). Tomando en cuenta que en los machos la distancia entre el ano y la papila genital es mayor en comparación con la distancia desde el ano al clítoris en las hembras, se utilizó este criterio para diferenciar sexos en juveniles y adultos (Wilson et. al., 1996; Chávez & Gallardo, 1993).

Los individuos machos (M) se clasificaron en dos categorías: Juveniles (1): con condición reproductiva inactiva, testículos abdominales, un peso corporal menor o igual a 31 g y un largo total menor a 170 mm.; Adultos (2): Individuos con testículos escrotales, adultos inactivos incluyeron a machos con testículos abdominales o inguinales y valores de peso y largo total mayores a los establecidos para los juveniles. En el caso de las hembras (H): Juveniles (1): Individuos con vulva cerrada, un peso corporal menor o igual a 31 g y un largo total menor a 170 mm.; Adultas (2): Individuos con vulva hinchada o abierta, preñadas, en lactancia, o hembras con vagina receptiva, hembras con vagina inactiva o cornificada, pero con valores de peso y largo total, mayores a los establecidos para las juveniles (Chávez & Gallardo, 1993; Nupp & Swihart, 1998). Las proporciones determinadas están expresadas en porcentajes. La proporción de sexos y edades fue estimada clase de edad, mes y fragmento y las diferencias encontradas fueron probadas utilizando pruebas basadas en modelos lineales generalizados para datos con distribución binomial y probabilidades de X².

En todos los casos, el valor de significancia se determinó cuando $\alpha = 0.05$.

Sobrevivencia

Para la comparación entre fragmentos y entre sexos, se calcularon las tasas de sobrevivencia entre los intervalos marzo – abril y abril – mayo, basados en el número de individuos capturados para cada mes en cada fragmento y diferenciándolos por sexos. Se utilizó el método de triple captura (Ricker, 1958 citado en Orejas & Fontes, 1987) que requiere la captura y marcaje de los individuos al comienzo y al fin del período para el cual se desea estimar el índice de sobrevivencia. Un tercer esfuerzo de captura o muerte se utiliza para tener una muestra de los dos grupos marcados a fin de comparar su abundancia, la diferencia obtenida es atribuida a la mortalidad y probablemente emigración, en el intervalo entre la primera y segunda marcación, cuantificando la permanencia máxima dentro de las zonas de muestreo (Sánchez – Cordero, 1993). Para los cálculos se tomaron en cuenta aquellos individuos que fueron capturados y marcados en el mes de marzo, los individuos capturados y marcados en marzo que permanecieron marcados en el mes de abril, más los individuos que perdieron sus marcas y fueron registrados como ex – marcados en el mismo mes; y los individuos marcados en marzo y abril que mantuvieron sus marcas en el mes de mayo. Es probable que este método subestime la sobrevivencia “real” ya que no distingue entre la mortalidad in situ de dispersión y tampoco considera la pérdida de marcas, por lo que este debe interpretarse con cautela (Sánchez – Cordero, 1993). Para compensar el efecto de la dispersión sobre la tasa de sobrevivencia se asumió que la inmigración y la emigración fueron equitativas entre ellas y constantes durante el estudio (Liers, 1996). Así, Φ_t = Probabilidad de que un miembro de la población en el periodo t sobreviva y sea aún un miembro de la población en el periodo $t+1$.

Peso y Biomasa.

Para la determinación del peso se utilizaron basculas de resorte marca Pesola® de 60, 100 y 300 g con una precisión de ± 0.5 g. La biomasa (g/ha) fue calculada como la densidad promedio multiplicada por el peso promedio de los individuos en cada mes y cada fragmento diferenciándolos por sexo. Las diferencias estadísticas fueron probadas mediante modelos lineales generales para el peso y modelos lineales generalizados para la biomasa.

Densidad y uso del programa MARK

La estimación de la densidad se calculó por medio del programa “Mark” (White, 1992) mediante el modelo de “Diseño Robusto” que es una combinación del modelo de Cormack – Jolly – Seber para poblaciones abiertas y modelos para poblaciones cerradas (Kendall, 1999). En lugar de sólo una ocasión de captura entre los intervalos de sobrevivencia, se realizaron múltiples periodos de captura durante tres noches consecutivas o sesiones, debido a que la duración del trapeo debe ser limitada para evitar tanto el influjo de nuevos animales dentro del área de muestreo como la pérdida de animales a través de muertes o emigraciones (Wilson et al, 1996). Pollock (1982), recomienda un diseño de estudio de captura y recaptura que incluya periodos de captura primarios, entre los cuales la población se encuentra abierta a ganancias y pérdidas, y periodos secundarios (sobre los cuales la población es efectivamente cerrada) dentro de cada periodo primario (Wilson et. al., 1996): Así, el modelo con tres periodos de muestreo, cada una con tres sesiones de captura. El historial de encuentro es visto como con nueve sesiones de captura, pero con espaciamientos iguales. Para especificar la sesión de encuentro, se utilizó el largo del intervalo de tiempo, de esta forma los intervalos de tiempo entre las ocasiones de encuentro dentro de una sesión tienen un largo igual a cero (“0”), mientras que los intervalos entre las sesiones tienen un valor de largo positivo (>0).

Así las sesiones de captura en los meses de marzo, abril y mayo tuvieron una duración de tres días respectivamente, por lo tanto, el número de ocasiones de encuentro fue igual a nueve y el largo de los intervalos de tiempo se especificó como: 0,0,1,0,0,1,0,0; donde el valor 1 significó que había pasado un mes. Posteriormente al introducirse los datos, el programa calculó las estimaciones de los parámetros del modelo mediante técnicas de máxima probabilidad numérica para cada grilla. Posteriormente se eligió el modelo que contó con el valor más bajo de AICc (Akaike Information Criterion), el valor más bajo de desviación y el menor número de parámetros estimados (Cooch & White, 1998).

La estimación de este parámetro es derivada de n_t = número total de individuos detectados durante el periodo t y la probabilidad de detección agrupada para el periodo i ,

$$p_i^* = \frac{S_t}{\sum_{s=1}^t (1 - p_{ts})}$$

donde S_t es el número de sesiones en el periodo t . La abundancia es luego estimada como:

$$Nt = n_t / p_t^*$$

Nt = Densidad de población en el tiempo t .

n_t = Número de individuos capturados en el tiempo t .

p_t^* = Probabilidad de captura en el tiempo t .

La densidad poblacional se calculó tomando en cuenta el área de la grilla de muestreo (Tabla 2) más el área de efecto extendida hacia los lugares de potencial desplazamiento de *O. paramensis* dentro de los fragmentos, que en total considera el área efectiva de muestreo dada por las trampas en la grilla dentro de cada fragmento. El área efectiva se calculó agregando una franja de 17.5 m al perímetro del cuadrante de 1 ha, dicho valor se obtuvo tomando en cuenta la mitad de la distancia promedio recorrida por *O. paramensis* en la localidad de estudio (Tabla 2).

Los valores estimados fueron estandarizados para realizar diferentes tipos de análisis estadísticos. Las fluctuaciones en la densidad poblacional se compararon utilizando un análisis de varianza de medidas repetidas (modelos lineales generalizados; Dobson, 1997).

Resultados y Discusión

Individuos capturados

El número de capturas de individuos en cada mes, diferenciándolos por sexo y edad sumó un total de 207 individuos de *O. paramensis* en las diferentes grillas durante el estudio (Tabla 4): 96 machos y 111 hembras, de los cuales 13 fueron juveniles y 194 fueron adultos. Se logró un total de 370 capturas, estimándose en los fragmentos una probabilidad promedio de captura (p) para el periodo de estudio, igual a 0,70 para el fragmento 1 y 0,72 para el fragmento 2, y la probabilidad de recaptura (c) de 0,44 para el fragmento 1 y 0,62 para el fragmento 2. Aunque las probabilidades de captura y recaptura fueron mayores en el fragmento 2, solo se encontraron diferencias significativas en la recaptura, entre fragmentos ($P < 0,0038$; Tabla 5).

Tabla 4. Número de individuos de *Oxymycterus paramensis* capturados en marzo, abril y mayo de 2000 en dos fragmentos de bosque de *Polylepis besseri*.

MES	EDAD	FRAGMENTO 1				FRAGMENTO 2				TOTAL
		Grilla 1		Grilla 2		Grilla 1		Grilla 2		
		Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	Macho	Hembra	
Mar	Juvenil	0	0	2	2	0	2	1	0	7
	Adulto	2	5	7	6	11	8	11	6	56
Abri	Juvenil	1	1	2	2	0	0	0	0	6
	Adulto	6	4	5	10	7	2	11	21	66
May	Juvenil	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Adulto	5	4	5	15	9	8	11	15	72
SUBTOTAL		14	14	21	35	27	20	34	42	207
TOTAL		84				123				
Densidad ind/ha		10.8 ± 0.9 (n=6; p 0,05)				14.5 ± 2.7 (n=6; p=0,05)				

Otros micro mamíferos capturados incluyeron: *Abrocoma boliviensis* (endémico de Bolivia), *Galea musteloides*, *Akodon subfuscus*, *Phyllotis osilae*, *Andinomys edax*, *Neotomus ebriosus*, *Olygoryzomys flavescens* y *Thyllamys venustus*.

Tabla 5. Número total de individuos de *Oxymycterus paramensis*, marcados en dos fragmentos de bosque de *Polylepis besseri* y sus correspondientes probabilidades de captura (p) y recaptura (c).

	# de individuos	# Capturas	P	c
Fragmento 1	84	152	0,70	0,44b
Fragmento 2	123	218	0,72	0,62a
Total	207	370		

Parámetros poblacionales

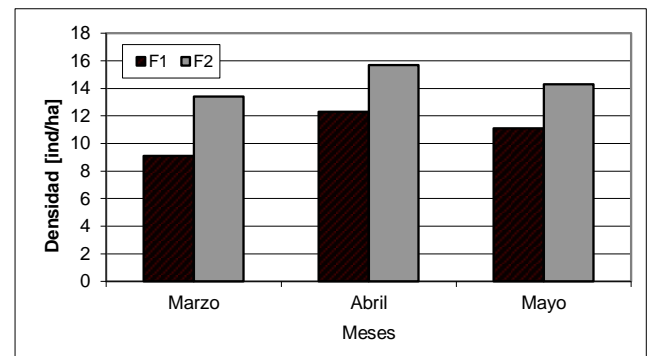
Densidad

La densidad poblacional promedio (± 1 ES) para cada fragmento presentó fluctuaciones no significativas durante el periodo de estudio, mostrando la misma tendencia en la variación mensual y variando de forma similar en ambos fragmentos (Fig. 4). En general el fragmento 2 mostró mayor densidad promedio en cada mes, en comparación con el fragmento 1 aunque estas diferencias no son significativas.

De un total de 207 individuos capturados en cada mes de estudio, 84 fueron capturados en el fragmento 1 y 123 en el fragmento 2. La densidad poblacional promedio estimada para *O. paramensis*, en el fragmento 1 fue de $10,8 \pm 0,9$ individuos/ha, con una mínima de 9,1 en el mes de marzo y una máxima de 12,3 en el mes de abril. Para el fragmento 2 la densidad poblacional promedio fue de $14,5 \pm 2,7$ individuos / ha, con una mínima de 13,4 en marzo y una máxima de 17,5 en abril (Anexo 1). Dichas diferencias no fueron significativas ($\chi^2=0,952$; $\alpha=0,05$ y g.l.=2). Otro aspecto importante en el presente estudio fue el incremento de la densidad de *O. paramensis* el cual alcanzo el máximo poblacional en ambos fragmentos, en el mes de

abril, lo cual coincide con la desaparición de juveniles en la etapa final de la época de lluvias y una presencia considerable de actividad reproductiva, principalmente notoria en las hembras (receptividad y lactancia), lo cual coincide con lo encontrado por Chávez & Gallardo (1993) para *Neotomodon alstoni*. Esto sugiere que el incremento se debe a la reproducción in situ de los adultos residentes de la zona de estudio. Este patrón se ha observado en otras poblaciones de roedores en diferentes formaciones vegetales (selvas) (Sánchez - Cordero, 1993; Chávez & Gallardo, 1993).

Fig. 4. Variación poblacional mensual de *Oxymycterus paramensis* en dos fragmentos de *Polylepis besseri*, donde: F1 = Fragmento 1 y F2 = Fragmento 2.



No existe información sobre densidad poblacional de *O. paramensis* en otras áreas de su distribución y menos relacionadas con la temática de la fragmentación. Solo se tiene referencia de la densidad de *O. inca* con 12 individuos/ha, correspondientes a la época seca, en un palmar de Copernicia alba (Carandá o palma blanca) de la llanura Beniana en el departamento de Santa Cruz, ya que en la época de lluvia se encuentra encharcada gran parte del año por aguas no fluyentes y someras. Las obtenidas en el presente estudio, de acuerdo a French et al. (1975), se encuentran por debajo de los niveles de densidades moderadas (16 – 60 individuos/ha), citadas para especies de la subfamilia Cricetinae de la familia Muridae en condiciones de laboratorio.

La población de *O. paramensis* calculada para el tamaño total de los parches fue de 68 individuos en el fragmento 1 y 135 individuos para el fragmento 2. Cuando la densidad de los animales es calculada utilizando el tamaño total del parche, los valores para las especies de interior y borde, son siempre subestimadas. Para las especies generalistas, como en este caso *O. paramensis*, que no son asociadas solo con el borde o el interior del hábitat, la declinación en el tamaño de la población asociada con la destrucción del hábitat deberá ser cuantificada solamente mediante la pérdida de hábitat (Darren et al., 1998). Por esta razón tomamos la medida del área del parche como el área del parche utilizable sin encontrar diferencias en la densidad de la población por efecto del tamaño del fragmento lo cual concuerda con lo encontrado por Darren et al. (1998), según quienes el efecto del tamaño del fragmento fue comúnmente observado para especies de borde e interior, pero no fue común para las especies generalistas de hábitat.

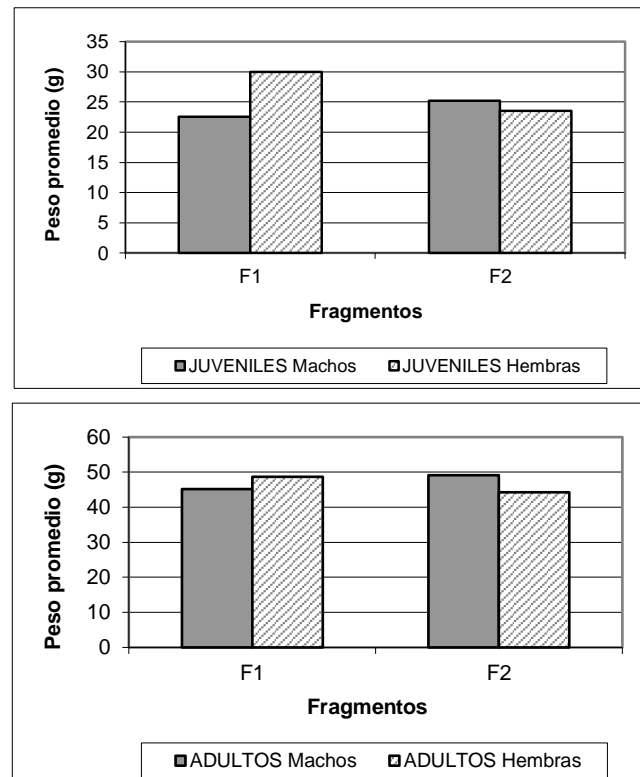
De igual manera los resultados del presente estudio nos muestran que a pesar de que el fragmento 1 es más pequeño (6.3 ha) y con una menor densidad de bosque de *Polylepis besseri*, a comparación del fragmento 2 (9.3 ha) esto no llega a afectar a *O. paramensis* por ser esta una especie generalista. Estos resultados en la densidad permiten concluir que *O. paramensis* puede tolerar y sobrevivir en fragmentos pequeños de 6,3 ha sin sufrir ningún efecto en términos de densidad.

Peso

El peso promedio de juveniles en el Fragmento 1 fue mayor en los machos que en las hembras y lo contrario ocurrió en el fragmento 2 aunque dichas diferencias no son significativas (Fig. 5) (Anexo 2). En el caso de los datos reportados por Anderson (1987) para juveniles machos de *O. paramensis*, el peso ($W = 50$ g) supera con mucho a los datos obtenidos en el presente estudio para

los juveniles en ambos fragmentos ($F1 = 23,9 \pm 1,61$ g; $n = 10$; $F2 = 25,7 \pm 3,38$ g; $n = 3$) y supera también al peso promedio de los adultos de ambos fragmentos (Anexo 2).

Fig. 5. Peso promedio de juveniles y adultos de *Oxymycterus paramensis* en dos fragmentos de bosque de *Polylepis besseri*.

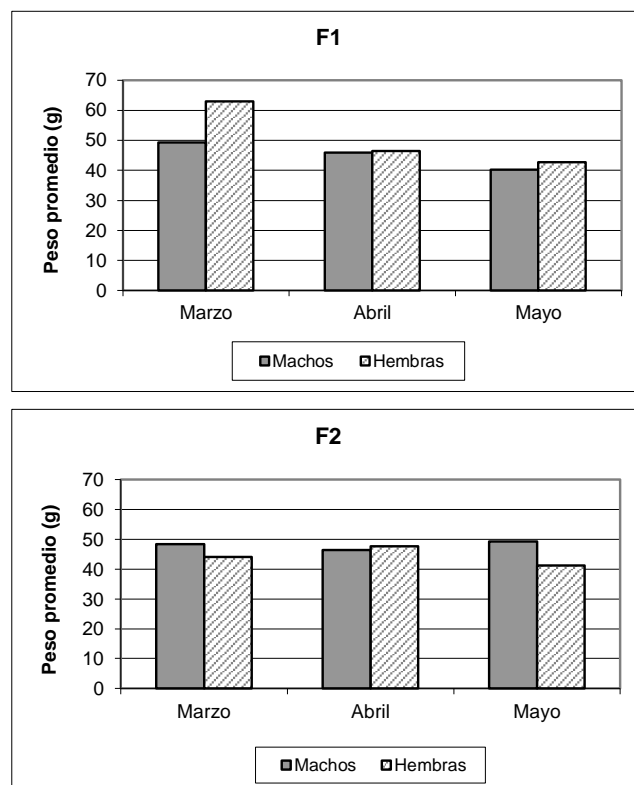


El peso corporal máximo de *O. paramensis* registrado en ambos fragmentos (mínimo y máximo registrados iguales a 14 g y 91 g respectivamente), se encuentra en el rango (70 – 125 g) establecido por Emmons & Feer (1999) para el género. Aunque el peso promedio se encuentra por debajo de este rango ($45,40 \pm 0,99$ g) no se encontraron diferencias significativas entre ambos fragmentos ($F1=46,65 \pm 0,84$ g; $F2=45,95 \pm 0,69$ g).

El peso promedio general de los machos adultos de *O. paramensis* fue 3,4% mayor que el de las hembras, aunque en el fragmento 1 las hembras fueron 7,18% más pesadas que los machos y en el fragmento 2 los machos fueron 10,3% más pesados que las hembras (Fig. 5).

Las fluctuaciones temporales en peso promedio de adultos entre meses, no mostraron diferencias significativas en ninguno de los fragmentos (Fig. 6). Si consideramos que el peso es una de las características más importantes referentes al estado o condición de un individuo, ya que podría determinar un cierto éxito de sobrevivencia en periodos desfavorables (temperatura, alimento, etc.) o pudiendo soportar mayor gasto energético (dispersión, búsqueda de pareja, reproducción) con mayor éxito. Entonces se podría sugerir, a partir de estos datos, que la condición de los individuos es la misma, tanto en el fragmento 1 de menor tamaño (6.3 ha) como en el fragmento 2 (9.3 ha). Por lo tanto, al ser *O. paramensis* una especie generalista no existen diferencias en el peso en ambas subpoblaciones (de los individuos) como efecto de la fragmentación, a esta escala espacial.

Fig. 6. Variación del peso promedio de adultos de *Oxymycterus paramensis* en dos fragmentos de *Polylepis besseri*.

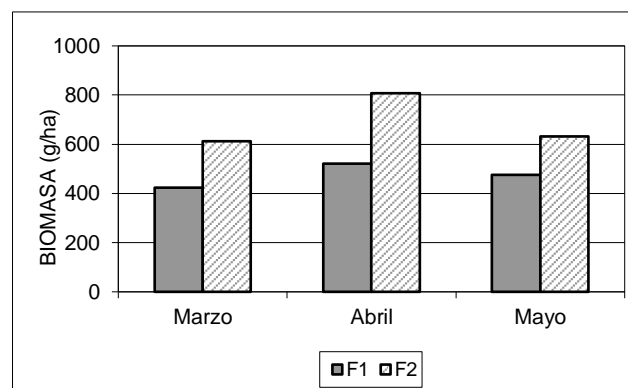


Aunque no se ha encontrado literatura para discutir este punto, podría ser importante tomar en cuenta parámetros individuales de los componentes de una población que podrían reflejar diferentes estados de estrés (Asimetría), lo que llevaría a cuestionar, si el tamaño de los individuos puede ser una variable importante en el éxito de sobrevivencia, el éxito reproductivo u otros parámetros poblacionales.

Biomasa

La producción de biomasa por *Oxymycterus paramensis* en general fue de $1565,08 \pm 1,14$ g / ha al promedio, entre los dos fragmentos durante el estudio. Este parámetro varió entre los fragmentos en un rango de 432,4 g / ha para el mes de marzo en el fragmento uno y 807.1 g / ha para el mes de abril en el fragmento dos. La variación mensual en la biomasa tuvo la misma tendencia en ambos fragmentos y aunque se observó una mayor producción de biomasa en el fragmento dos a lo largo de todos los meses, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($t = 0.062$, g.l. = 3, $P < 0,05$; Fig. 7).

Fig. 7. Variación de la biomasa (g/ha) de *Oxymycterus paramensis* en dos fragmentos de bosque de *Polylepis besseri*.



Dado el hecho de que no se encontraron diferencias en la densidad y en el peso de las dos poblaciones de ambos fragmentos, se esperaría, por tanto, no encontrar diferencias en términos de biomasa, ya que esta última es función tanto del peso como de la densidad.

La interpretación de esta información es importante para entender la perspectiva del efecto de la fragmentación sobre la productividad de biomasa en el ecosistema, y aunque se ha observado que el fragmento dos es de mayor tamaño y produce una mayor biomasa por unidad de área; no existen diferencias significativas entre ambos fragmentos, esto podría indicar que al ser *Oxymycterus paramensis* una especie generalista, no mostró diferencias en la biomasa producida entre los dos fragmentos de bosque de *Polylepis bessi* de diferentes tamaños (9.3 ha y 6.3 ha) y características, y en caso de existir algún efecto de la fragmentación, este sería igual en magnitud y dirección en ambas poblaciones.

Proporción de sexos

De 207 individuos capturados durante el estudio el 46.82 % fueron machos y el 53.18 % fueron hembras. En 5 de las 6 grillas establecidas en los muestreos para el presente trabajo, se capturaron un mayor número de hembras. La proporción de sexos (machos: hembras) fue de 1:1.5 para el fragmento 1 y 1:1 para el fragmento 2 cuyos valores son expresados en porcentajes en la figura 8. No existieron diferencias significativas en la proporción de sexos en ambos fragmentos. Se ha observado una pequeña preponderancia de hembras en el fragmento 1, aunque según Caughley (1977) es usual encontrar una pequeña preponderancia de machos.

Excepto en el mes de marzo en el fragmento 2, siempre se observó una mayor proporción de hembras en ambos fragmentos durante los tres meses de estudio. Aunque se encontraron mayores diferencias en el mes de mayo para el fragmento 1 (65.5 % de hembras) y en el mes de marzo en el fragmento 2 (59 % de machos) (Fig. 8), mediante el análisis estadístico se pudo evidenciar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los meses en cada fragmento.

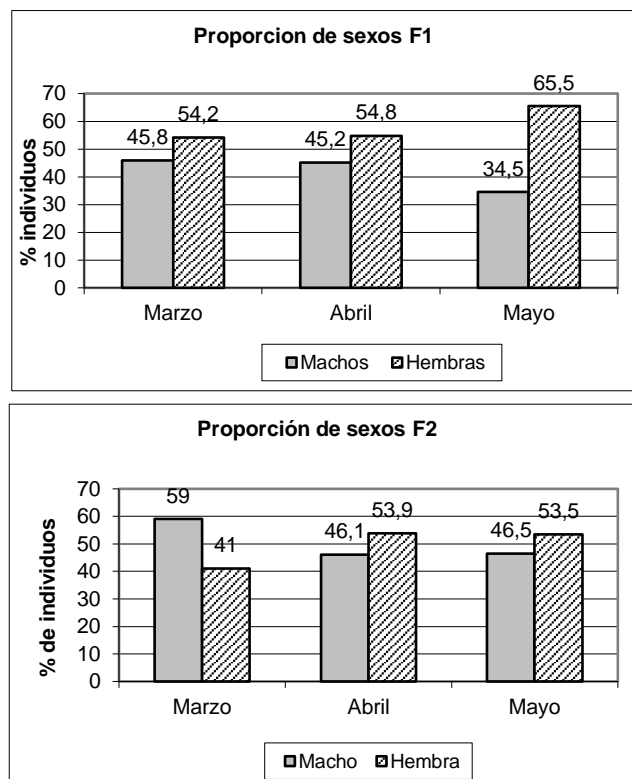
Este patrón es diferente a lo encontrado en la proporción de sexos, según estudios realizados en dos fragmentos de bosque mixto, con un área de 0.9 ha, donde *Clethrionomys glareolus* y *Apodemus sylvaticus* mostraron una preponderancia significativa de machos a lo largo de todo el estudio de roedores (Crawley, 1970) y vertebrados en general (Caughley, 1977), donde existe una preponderancia de machos.

Aunque se encuentra de acuerdo con lo observado por DALBY (1975 citado en Hershkovitz, 1994) donde la proporción de sexos de *Oxymycterus rufus*, para trampeos entre diciembre de 1968 y abril de 1970, comparados en 36 intervalos tuvo en promedio un 69.2 % de hembras (Hershkovitz, 1994).

En general la proporción sexual de 1:1 ha sido señalada para varias especies de *Peromyscus* (Chávez & Gallardo, 1993) y otros vertebrados en general, principalmente en la etapa de nacimientos, aunque una usual y pequeña preponderancia de machos puede darse, ésta puede ser ignorada (Caughley, 1977).

Las fluctuaciones mensuales significativas podrían mostrar una inestabilidad en la proporción de sexos en ambos fragmentos con una cierta independencia en las fluctuaciones demográficas de ambos fragmentos, aunque la variación solo en un mes en cada fragmento no es evidencia suficiente para corroborar una variación demográfica al azar (estocasticidad) que podría poner en riesgo la persistencia de las subpoblaciones.

Fig. 8. Variación mensual en la proporción de sexos de *Oxymycterus paramensis* en tres meses de estudio en 2 fragmentos de bosque de *Polylepis besseri* en la localidad de Sacha Loma, Cochabamba.



De un total de 13 individuos juveniles capturados durante el estudio, en el fragmento 1 se capturaron 5 machos juveniles y 5 hembras juveniles de un total de 10 individuos. Mientras que para el fragmento 2, de un total de 3 individuos, 2 fueron hembras y 1 macho. A menos que varias otras estadísticas relativas a la manada y al hábitat sean analizadas, Downing (citado en Orejas & Fontes, 1987) considera que, si existe un número limitado de datos, es preferible vigilar y ajustar el número de individuos de cada sexo capturados más que la proporción entre ambos sexos. Aun así, la relación entre sexos a simple vista guarda una proporción cercana a 1:1 en los juveniles de ambos fragmentos mostrándonos una condición ideal para una población estable lo cual respalda el hecho de que *O. paramensis* al ser una especie generalista no manifiesta ninguna consecuencia

fuera de lo esperado para poblaciones estables, incluso en fragmentos de hasta 6.3 ha.

En el presente estudio no se ha evidenciado una clara estocasticidad demográfica y se sugiere que pueda ser debido a que la población se encuentra en el nivel más alto de las fluctuaciones cíclicas poblacionales descritas para micro mamíferos, lo cual coincide con la época de reproducción. Por lo tanto, como lo sugerido por Primack (1998), se hace meritorio realizar estudios de la dinámica de poblaciones de *O. paramensis* a larga plazo para que se pueda evidenciar si estas poblaciones caen por debajo de un número crítico donde las desviaciones de equitatividad en la proporción de sexos y una declinación del rango de nacimientos pudiese hacerse evidente. Como también estudios sobre la calidad genética de las subpoblaciones cuyos resultados podrán llevar a determinar el mínimo número viable poblacional que podría garantizar la sobrevivencia de las subpoblaciones en los fragmentos de bosque de *P. besseri* en otras localidades más degradadas.

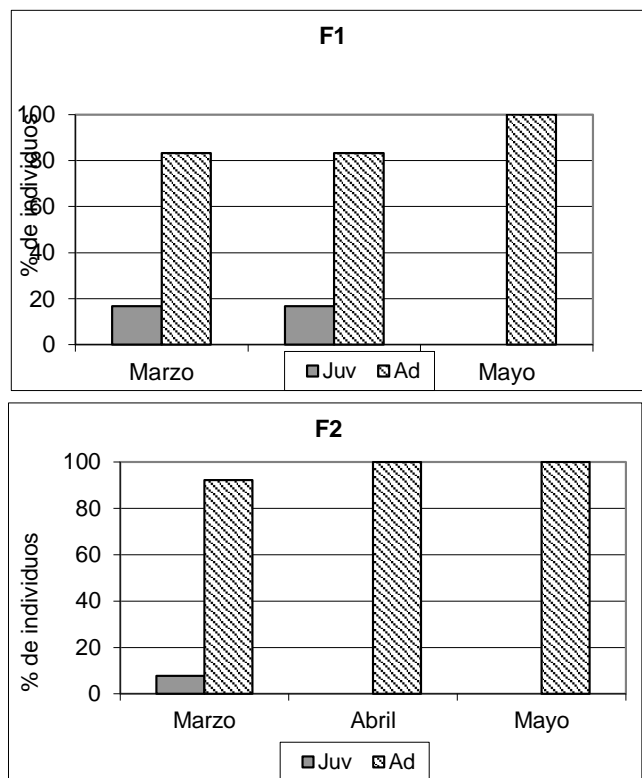
Proporción de edades.

De un total de 207 individuos capturados durante el estudio en ambos fragmentos, 13 ind. (6,28 %) fueron juveniles y 194 ind. (93,72 %) fueron adultos. En el fragmento 1, de un total de 84 individuos, la proporción de edades fue de 11,9 % (10 individuos) juveniles y 88,1 % (74 ind.) adultos. Mientras que el fragmento 2 presentó de un total de 123 individuos con un 2,43 % (3 ind.) de juveniles y 97,56 % (120 ind.) adultos.

La estructura o proporción de edades varió mensualmente, observándose 7 juveniles en el mes de marzo en ambos fragmentos (4 en el fragmento 1 y 3 en el fragmento 2), 6 en el mes de abril, solo en el fragmento 1 y ninguno en el mes de mayo en cuyo momento la población consistió esencialmente de adultos (Fig. 9). La desaparición de juveniles corresponde a un incremento de adultos igual al 16,7 % en el Fragmento 1 y del 7,7 % en el Fragmento 2.

La estrecha relación entre la máxima densidad y la desaparición de los juveniles en el mismo mes, apoya la hipótesis de que el incremento de la densidad de la población se debe a la reproducción *in situ* de los adultos residentes y al reclutamiento de individuos nuevos en la población activa del fragmento. Este patrón se ha observado en otras poblaciones de roedores en diferentes formaciones vegetales (Ceballos, 1990; Sánchez - Cordero, 1993).

Fig. 9. Variación en la proporción de edades de *Oxymycterus paramensis* durante tres meses de estudio en 2 fragmentos de bosque de *Polylepis besseri* en la localidad de Sacha Loma, Cochabamba.



Es importante mencionar que el crecimiento poblacional del 16.7 % en el fragmento 1 y del 7.7 % en el fragmento 2, puedan ser inviábiles para las poblaciones locales si las fluctuaciones en otro momento del ciclo poblacional anual superan este incremento.

De tal forma que la sobrevivencia de la especie esté regulada por otros procesos de rescate en las poblaciones y no por el reclutamiento de individuos de la misma población.

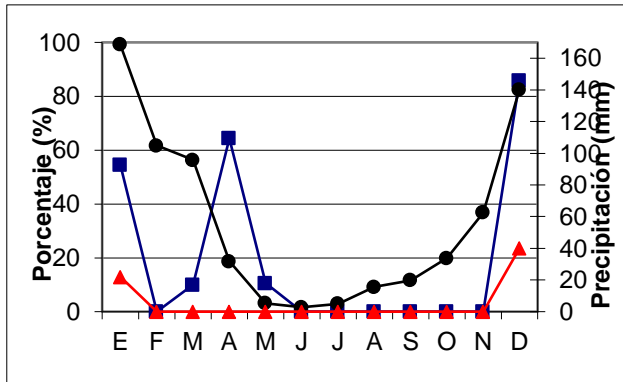
Reproducción

En el presente estudio se revela evidencia sobre la relación entre la reproducción con la precipitación y otros procesos ecológicos de la vegetación y los insectos como principales fuentes de recursos para el inicio de este proceso. Se ha observado que la época de reproducción coincide con la época más húmeda de la región, comprendida entre septiembre y abril, aunque la época de floración de *Polylepis besseri* como especie dominante, se da en la etapa final de la época invierno (Fernández et. al., 2001), justo antes de comenzar las primeras lluvias.

Todos los patrones muestran una aparente estacionalidad de la actividad reproductiva de *Oxymycterus paramensis* la cual parece estar asociada a la precipitación (Fig. 10). En general, *O. paramensis* empieza a reproducirse después de que comienzan las lluvias ya que, en el mes de agosto de 1999, durante el muestreo preliminar (realizado en agosto, diciembre y enero) (Tabla 6), no se registraron individuos sexualmente activos.

En el mes de diciembre se registraron hembras preñadas, machos escrotales y también la presencia de individuos juveniles, lo cual, bajo el supuesto de que la actividad reproductiva de *Oxymycterus paramensis* sigue los patrones reproductivos de *O. rufus* y *O. nasatus* citados en Hershkovitz (1994); la actividad reproductiva comienza a fines del mes de septiembre y continua hasta mayo cuando comienza la época seca en la zona de estudio.

Fig. 10. Condición sexual de *Oxymycterus paramensis* en fragmentos de bosque de *Polylepis besseri* en la localidad de Sacha Loma, Cochabamba.: (▲) Porcentaje de machos activos; (■) Porcentaje de hembras activas; (●) Precipitación promedio mensual.



Considerando que *O. paramensis* es una especie fundamentalmente generalista de hábitat e insectívora (Hershkovitz, 1994), ésta dependerá básicamente de la época de mayor disponibilidad y presencia de insectos en sus diferentes estadios, la cual según Smart (1989), Forno (1988) y Southwood (1980), corresponde principalmente a la época de lluvia y mayor temperatura que condiciona una mayor actividad de floración relacionada directamente como fuente de recursos para los insectos, los cuales a su vez servirán de alimento especialmente a *O. paramensis* en sus fases reproductivas.

Tabla. 6. Número de individuos por mes capturados en un fragmento de bosque de *Polylepis besseri* en la localidad de Sacha Loma, Mizque, Cochabamba. Donde: NA = sexualmente inactivos; A= Sexualmente activos y J = Juveniles.

	ADULTOS ♂♂		ADULTOS ♀♀		JUVENILES
	NA	A	NA	A	J
1999					
Agosto	9	0	4	0	0
Diciembre	3	1	1	6	9
2000					
Enero	7	1	5	6	5
Marzo	9	0	11	1	4
Abril	11	0	5	9	6
Mayo	10	0	17	2	0

La actividad sexual de las hembras estuvo caracterizada por hembras con vagina perforada, preñadas y lactantes; individuos con estas características estuvieron presentes desde diciembre hasta marzo, y en el mes de abril solo se registraron hembras lactantes, para en mayo disminuir el número de hembras con signos de actividad reproductiva. En el mes de marzo, una hembra capturada, aborto cuatro fetos que mostraban un desarrollo embrionario casi completo (Anexo 3) de los cuales se comió uno, dejando solamente la cabeza del feto. Dicho registro sobre canibalismo concuerda con lo descrito por varios autores en Hershkovitz (1994) para el género *Oxymycterus*. Por otro lado, el tamaño de la camada podría variar entre 4 y 8 siendo este el primer reporte de tamaño de camada para *O. paramensis* entrando en los rangos de tamaño de camada descritos para otra especie del mismo género, *O. rufus* (= *nasatus*) con un promedio de 2.1 (n = 7; rango = 1 – 4). Al contar ambas especies con ocho tetillas, se podrían esperar camadas mayores a aquellas indicadas por el conteo de los embriones (Hershkovitz, 1994).

Solo en una pequeña proporción de machos los signos de actividad sexual fueron evidentes, en los meses de diciembre y enero se detectó 1 macho escrotal respectivamente y otros signos evidentes de actividad sexual fueron: una mayor irrigación sanguínea en la zona abdominal baja (enrojecimiento) y escasez en la cantidad de pelos en la misma región.

La proporción mensual de individuos machos y hembras sexualmente activos en relación con la precipitación mensual (Fig. 10) sugiere que el ciclo reproductivo de *O. paramensis* es estacional. Aunque la información no provee suficientes datos de meses consecutivos para ilustrar la actividad reproductiva total.

Tasa de Supervivencia.

La probabilidad de supervivencia de *O. paramensis* fue significativamente diferente en ambos fragmentos ($Pr < Chi = 0.001$) siendo menor en el fragmento más pequeño (6,3 ha) y exhibe, además, una variación temporal significativa ($Pr < Chi = 0,001$) decreciente en términos de supervivencia siendo mayor en el periodo marzo – abril y menor en el periodo abril – mayo, variando de forma similar en ambos fragmentos. Las tasas de supervivencia de machos y hembras son significativamente diferentes ($Pr < Chi = 0.001$) en ambos fragmentos, aunque varían similarmente con respecto al tiempo, siendo la tasa de persistencia promedio de los machos, 25 % más baja que en las hembras (Tabla 7), lo cual está de acuerdo con lo encontrado por Liers (1996) y Juliard et al., (1999) quienes dan cuenta de que generalmente las hembras tienen una mayor tasa de supervivencia que los machos.

Aunque en el presente estudio no se pudo establecer una relación entre la densidad y la supervivencia, aparentemente el incremento de la densidad, parece tener un efecto positivo sobre la supervivencia en los intervalos estimados ya que esta última es más alta (Tabla 7) cuando la densidad aumenta.

También se ha podido observar que la supervivencia en todos los casos y la densidad, disminuyen en el periodo abril – mayo juntamente con los niveles de precipitación mensual registrados para la zona (Fig.4 Climograma) fenómeno descrito de igual forma por Sánchez – Cordero (1993) para *Heteromys desmarestianus*. Al contrario, el efecto de factores denso independientes como la variación climática, medida por la precipitación para el caso de *Mastomys natalensis*, claramente induce una variación estacional en la supervivencia, correlacionándolas negativamente (Juliard et. al, 1999).

Ya que existen diferencias en la supervivencia, siendo menor en el fragmento de menor tamaño (6.3 ha), podrían esperarse extinciones locales en fragmentos más pequeños o ante la reducción del tamaño de estos, lo que enmarcaría a la especie en un escenario metapoblacional.

Tabla 7. Probabilidad de supervivencia de machos (♂♂) y hembras (♀♀) de *Oxymycterus paramensis* entre intervalos de meses subsecuentes, en dos fragmentos de bosque de *Polylepis besseri* entre marzo, abril y mayo de 2000; n = es el número total de individuos capturados en cada intervalo.

		INTERVALOS			
		Marzo-Abril	n	Abril-Mayo	n
F1	♂♂	0.64	25	0.27	24
	♀♀	0.80	30	0.48	36
F2	♂♂	0.73	41	0.50	38
	♀♀	0.87	39	0.67	46
Total	F1	0.55	55	0.46	60
	F2	0.94	80	0.48	84

Las diferencias encontradas en la supervivencia entre machos y hembras ($Pr < Chi = 0.001$) podrían estar causadas por una mayor tasa de persistencia de hembras en áreas más pequeñas, en comparación con los machos, mientras termina la época de cría, ya que la época reproductiva abarca desde diciembre hasta abril. Dado el hecho de que la especie puede practicar el canibalismo, la permanencia de las hembras en áreas más restringidas, podría garantizar la seguridad de los neonatos.

Conclusiones

Oxymycterus paramensis es una especie fuertemente ligada al hábitat de bosque de *Polylepis besseri* en la localidad de Sacha Loma y generalista dentro el mismo.

No existen diferencias en la densidad de población de *O. paramensis* entre un fragmento de 6,3 ha y otro de 9,3 ha en la localidad de Sacha Loma, provincia Mizque, Cochabamba.

No existen diferencias en la proporción de sexos para adultos en ambos fragmentos, aunque se observó una pequeña preponderancia de hembras esta no fue significativa, mientras que en juveniles la proporción fue de 1:1, mostrando un comportamiento normal y similar en ambos fragmentos.

La proporción de edades mostró dominancia para los adultos y una total desaparición de juveniles para el mes de mayo en ambos fragmentos, en cuyo momento la población consistió netamente de adultos.

Las tasas de sobrevivencia varían en función del tamaño del fragmento, del sexo y de los meses, y aunque la sobrevivencia en machos y hembras varían en forma similar respecto al tiempo, las hembras sobreviven más que los machos, siendo mayor la sobrevivencia en el fragmento más grande.

La proporción mensual de individuos machos y hembras sexualmente activos en relación con la precipitación mensual sugiere que el ciclo reproductivo de *O. paramensis* es estacional. Aunque la información no provee suficientes datos de meses consecutivos para ilustrar la actividad reproductiva total por cuanto se requiere hacer más investigación al respecto.

No existen diferencias en la abundancia y estructura poblacional de *O. paramensis* en dos fragmentos de 6,3 y 9,3 ha de tamaño en la localidad de Sacha Loma, Mizque, Cochabamba.

Referencias Bibliograficas

- Anderson, S. 1993. Los Mamíferos Bolivianos: Notas de Distribución y Claves de Identificación. Publicación del Instituto de Ecología. La Paz - Bolivia. 176 p
- Anderson, S. 1997. Mammals of Bolivia, Taxonomy and Distribution. Ed. American Museum of Natural History. Number 231. 652 p.
- Aragón, E. E., N. A. Millán & C. Baudoin. 1993. Ciclos de actividad y organización espacial de las ardillas *Spermophilus spilosoma* y *S. Mexicanus* (RODENTIA: SCIURIDAE) en el desierto Chihuahuense, Durango, México. En MEDELLIN, R. A. y G. CEBALLOS (eds.). 1993. Avances en el estudio de los Mamíferos de México. Publicaciones especiales, Vol. 1 Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D.F. pp 273 – 287.
- Caughley, G. 1978. Analysis of Vertebrate Populations. Ed. John Wiley & Sons. USA. Pp 243.
- Chávez, T. C. B. Y R. V. Gallardo. 1993. Demografía y reproducción de *Neotomodon alstoni* en la sierra de Ajusco, México. Pp. 317-331 en Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.
- Cooch, E. & G. White. 1998. Program MARK: Analysis of data from Marked Individuals, "A gentle Introduction". 1st edition. <http://www.cnr.colostate.edu/~gwhite/mark/mark.htm>
- Crawley, M. C. 1970. Some population dynamics of the Bank vole, *Clethrionomys glareolus* and the Wood mouse, *Apodemus sylvaticus* in mixed woodland. Ed. J. Zool., London (1970) 160, 71 – 89 pp.

Darren, J. B., A. Thomas, Contreras & L. Fahrig. 1998. Habitat loss and population decline: a meta – analysis of the patch size effect. *Ecology*, 79 (2), 517-533

De Sante, D. F. & G. R. Geupel. (1987). Landbird productivity in central coastal California: The relationship to annual rainfall, and a reproductive failure in 1986. *Condor*. 89: 636 – 653.

Dobson, J. 1997. An Introduction to Generalized Linear Models. Ed. Chapman & Hall.

ECOTONO. 1996. Fragmentación y Metapoblaciones. Centro para la Biología de la Conservación. Invierno (1996): 2.

Emmons, L. H. & Feer F. 1999. Mamíferos de los Bosques Húmedos de América Tropical, Una guía de campo. Ed. F.A.N. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. pp 216 - 217.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 34(1), 487-515.

Fernández, M., Mercado, M., Arrázola, S., & Martínez, E. 2001. Estructura y Composición Florística de Un Fragmento Boscoso de *Polylepis besseri* Hieron. subsp. *besseri* En Sacha Loma. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*, 9, 15-27.

Forno, E. 1988. Mariposas del Valle de La Paz. Universidad Mayor de San Andrés. Tesis de grado de licenciatura. La Paz – Bolivia. Pp. 16.

French, R. N., D. M. Stoddart & B. Bobek. 1975. Patterns of Demography in small mammals populations. pp. 73-102 in *Small mammals: They productivity and population dynamics* (F. B. Golley y K. Petrusewickz, y L. Ryszkowski, eds.)

Fjeldsa, J. & M. Kessler. 1996. Conserving the Biological Diversity of *Polylepis* woodlands of the Highland of Peru and Bolivia: a Contribution to Sustainable Natural Resource Management in the Andes. NORDECO. Denmark. 250 pp.

Fjeldsa J. 2000. Bosques de *Polylepis* – Vestigios de un ecosistema andino en desaparición. en Herzog S., J. Cahill y F. Sagot. 2000. Resúmenes: I Congreso Internacional de Ecología y Conservación de Bosques de *Polylepis*. P 7

GEOBOL y BGR. 1994. Mapa de provincias Fisiográficas de Bolivia: Mapa y Memoria explicativa. Ed. GEOBOL. pp 75.

GEOBOL. 1997. Mapas Temáticos de Recursos Minerales de Bolivia: Hoja Cochabamba Escala/ 1:250.000. Ed. Boletín de GEOBOL. N° 12.

Hanski, I. & M. E. Gilpin. 1997. *Metapopulation Biology: Ecology, Genetics, and Evolution*. Ed. Academic Press. USA. 512 p.

Heywood, V. H. & R. T. Watson. 1995. *Global Biodiversity Assesment*. UNEP. Cambridge University Press. Gran Bretaña. 241 pp.

Hershkovitz, P. 1994. The Description of a species of south American Hociudo, or Long-Nose Mouse, Genus *Oxymycterus* (Sigmodontinae, Moroidea), whit a Critical Review of the Generic Content. Ed. *Fieldiana , Zoology new series*, N° 79. pp 43.

Hinojosa, P. F. , S. ANDERSON & J. L. PATTON. 1987. Two New Species of *Oxymycterus* (Rodentia) from Peru y Bolivia. Ed. *American Museum Novitates*. N° 2898. pp. 1-17

Hjarsen, T. 1998. Biological Diversity in the High Altitude Woodlands and Plantations in the Bolivian Andes: Implication for Development of Sustanaible Land–Use. *III Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable de Montañas: Entendiendo las Interfases Ecológicas para la Gestión de los Paisajes Culturales en los Andes*. Quito. 145-149 p.

- Hutchinson, G. E. (1978) An introduction to population ecology. New Haven, CT: Yale University Press.
- Juliard, R., H. Liers, N. Chr. Stenseth, N. G. Yoccoz, A. C. Prévot-Juliard, R. Verhagen & W. Verheyen. 1999. Survival – Variation within and between functional categories of the African multimata rat. *Journal of Animal Ecology*. N° 68. 550-561 p
- Kendall, W. L. 1999. The Robust Design for Capture – Recapture Studies: Analysis Using Program MARK. USGS. Patuxent Wildlife Research Center. USA. 15 pp.
- Kozakiewicz, M., A. Kozakiewicz & A. Lukowski & T. Gortat. 1993. Use of Space by Bank Voles (*Clethrionomys glareolus*) in a Polish Farm Landscape. *Landscape Ecology*. Vol. 8. N° 1. Pp 19 – 24.
- Krebs, J. C. 1989. *Ecological Methodology*. Ed. Harper Collins Publishers. USA. Pp.654.
- Liers, H. 1996. Population Ecology of *Mastomys natalensis* in Tanzania. Ed. AWLSK. Klasse der Wetenschappen, Jaargang 58, Nr. 1. Paleis der Academiën, Brussel. Pp. 96
- Matthysen, E., L. Lens, S. Van Dongen, G. R. Verheyen, L. A. Wauters, F. Adriansen & A. A. Dhondt. 1995. Diverse effects of forest fragmentation on a number of animal species. *Belg. J. Zool. Brussels*. Vol. 125, Issue 1. 175 – 183.
- Navarro, G. 1997. Contribución a la Clasificación Ecológica y Florística de los Bosques de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*. N° 2. pp 3-37.
- Nupp, T. E. & R. K. Swihart. 1998. Effects of forest fragmentation on population attributes of White – Footed mice and Eastern Chipmunks. *Journal of Mammalogy*, Vol. 79 (4): 1234 – 1243 pp.
- Orejas, B. & A. Fontes. 1987. Manual de técnicas de Gestión de Vida Silvestre. Wild Life Society. USA. Cap. 15. Pp 229-282
- Primack, B. R. 1998 *Essentials of conservation Biology* Ed. Sinauer Associates 2da Edition Massachusetts U.S.A. 660 pp.
- Rabinowitz, A. 1997. Wildlife research and conservation training manual. Wildlife Conservation Society. 213 – 218 pp.
- Sánchez - Cordero, V. 1993. Estudio poblacional de la Rata Espinosa *Heteromis desmarestianus* en la selva húmeda en Vera Cruz, México. Pp. 301 – 315 en Avances en el estudio de los mamíferos de México. Publicaciones especiales, Vol. 1, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México, D. F.
- Santibáñez, J. L. 1998. Evaluación poblacional de pequeños mamíferos (marsupiales y roedores) en cinco ecosistemas de la estancia San Miguelito de Santa Cruz, Bolivia. Tesis de grado. Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. 75p.
- Smart, P. 1989. *Butterfly of the World*. Ed. A. Salamandra Books. Belgica. Pp. 36.
- Soule, M. E. 1987. *Viable population for conservation*. Cambridge University Press. New York.
- Southwood, T. R. D. 1980. *Ecological Methods*. 2° Ed. Chapman and Hall. London. Pp. 224.
- White, G. 1992. Program MARK. <http://www.cnr.colostate.edu/~gwhite/mark/mark.htm>
- Wauters, L. A., Y. Hutchinson, D. T. Parkin & A. Dhondt. 1993. The effects of habitat fragmentation on demography and on the loss of genetic variation in the red squirrel. Ed. _____. 107-111

Wilson, D., R. Cole & J. Nichols. 1996. Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals. Smithsonian Institution Press. Washington and London. 33-36 pp.

Yahner, R. 1987. Spatial distribution of White – Footed mice (*Peromiscus leucopus*) in fragmented forest stands. Ed. Proceeding of the Pennsylvania Academy of Science. 60 (2).

Yañez, M. A.; Frida Vera, J. A. Simonetti & A. Grez. 1999. Small Mammals of Forest Islands of the Beni Biological station, Bolivia. *Mastozoología Tropical*; 6(2): 135-138 pp.