

Abundancia y estructura poblacional de la lagartija jararank'o (*Liolaemus signifer*; Liolaemidae-Lacertilia-Reptilia) en zonas con y sin extracción comercial en el Altiplano de Bolivia

Authors: Murillo, Erika De la Galvez , and Pacheco, Luis F.

Source: Tropical Conservation Science, 2(1) : 106-115

Published By: SAGE Publishing

URL: <https://doi.org/10.1177/194008290900200110>

The BioOne Digital Library (<https://bioone.org/>) provides worldwide distribution for more than 580 journals and eBooks from BioOne's community of over 150 nonprofit societies, research institutions, and university presses in the biological, ecological, and environmental sciences. The BioOne Digital Library encompasses the flagship aggregation BioOne Complete (<https://bioone.org/subscribe>), the BioOne Complete Archive (<https://bioone.org/archive>), and the BioOne eBooks program offerings ESA eBook Collection (<https://bioone.org/esa-ebooks>) and CSIRO Publishing BioSelect Collection (<https://bioone.org/csiro-ebooks>).

Your use of this PDF, the BioOne Digital Library, and all posted and associated content indicates your acceptance of BioOne's Terms of Use, available at www.bioone.org/terms-of-use.

Usage of BioOne Digital Library content is strictly limited to personal, educational, and non-commercial use. Commercial inquiries or rights and permissions requests should be directed to the individual publisher as copyright holder.

BioOne is an innovative nonprofit that sees sustainable scholarly publishing as an inherently collaborative enterprise connecting authors, nonprofit publishers, academic institutions, research libraries, and research funders in the common goal of maximizing access to critical research.

Short Communication

Abundancia y estructura poblacional de la lagartija jararank'ó (*Liolaemus signifer*; Liolaemidae-Lacertilia-Reptilia) en zonas con y sin extracción comercial en el Altiplano de Bolivia

Erika De la Galvez Murillo^{1,2} & Luis F. Pacheco^{3,4, *}

¹Carrera de Biología, Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 10077, Correo Central, La Paz, Bolivia; ²Laboratorio de Calidad Ambiental, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 10077, Correo Central, La Paz, Bolivia; ³Centro de Postgrado en Ecología y Conservación, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 10077 Correo Central, La Paz, Bolivia; ⁴Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada (BIOTA), Casilla 4778, La Paz, Bolivia.

*luispacheco11@yahoo.com

Resumen

La evidencia existente indica que la extracción comercial de una especie puede afectar la abundancia y estructura de sus poblaciones. En Bolivia, el uso de la lagartija *Liolaemus signifer* en la medicina tradicional se remonta a épocas precolombinas. El uso tradicional de estos reptiles tiene como principal objetivo la cura de dolencias físicas y/o espirituales y los especímenes de mayor valor en el mercado son aquellos de mayor tamaño. En el presente estudio se comparan la estructura y la abundancia poblacional de *L. signifer* entre 10 sitios con extracción comercial y 10 sitios sin extracción comercial, como una aproximación al estudio del efecto de la cosecha sobre esos dos parámetros. Se predijo que en los sitios sometidos a cosecha, la abundancia sería menor y la estructura poblacional estaría sesgada hacia las clases de menor tamaño. La abundancia promedio de las poblaciones en las zonas con extracción comercial resultó significativamente menor que en aquellas no sometidas a extracción (10.8 vs 21.2 lagartijas observadas en 800 m, respectivamente); sin embargo, la estructura poblacional (por tamaños y sexos: 0.92 machos:1 hembra) no difirió entre sitios con y sin extracción. Los mecanismos que producirían estructuras poblacionales indistintas podrían ser: a) mayor mortalidad de crías, como consecuencia de la cosecha de las hembras, debido al cuidado parental indirecto que las crías reciben de la madre, b) las poblaciones simplemente alcanzan una nueva estructura poblacional estable al reducirse la densidad. Es recomendable no cazar hembras ni destruir las guaridas durante la extracción.

Palabras clave: Efecto de la cosecha, *Liolaemus signifer*, Altiplano, Bolivia

Abstract

Existing evidence indicates that commercial use of animal species may affect the abundance and structure of harvested populations. In Bolivia, the use of the lizard *Liolaemus signifer* in traditional medicine started before colonial times. Traditional use of these reptiles has as its primary objective healing of physical or spiritual problems and larger individuals are more valuable in the market. We compared the abundance and population structure of *L. signifer* between 10 sites subjected to commercial harvesting and 10 unharvested sites, as an approach to assess the effect of harvesting on those parameters. We predicted that abundance should be higher in sites where no harvesting occurs and population structure should be biased towards the smaller categories in harvested sites. Population abundance was significantly higher in unharvested sites (21.2 vs 10.8 lizards observed per 800 m), while population structure in unharvested sites was not different from harvested sites in either size (age) or sex (0.92 males:1 female) categories. Mechanisms explaining the undifferentiated population structures may be: a) Higher juvenile mortality, as a consequence of the harvest of females attending juveniles, due to the indirect parental care that juveniles receive from the mother, b) populations simply attain a new stable population structure when abundance is reduced. It is advisable not to hunt females, and also to avoid destroying lizard's dens during harvesting.

Keywords: Effect of harvesting, *Liolaemus signifer*, Altiplano, Bolivia

Received: 17 December, 2008; Accepted: 28 January, 2009, Published: 23 March, 2009

Copyright: © Erika De la Galvez Murillo & Luis F. Pacheco. This is an open access paper. We use the Creative Commons Attribution 3.0 license <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/> - The license permits any user to download, print out, extract, archive, and distribute the article, so long as appropriate credit is given to the authors and source of the work. The license ensures that the published article will be as widely available as possible and that the article can be included in any scientific archive. Open Access authors retain the copyrights of their papers. Open access is a property of individual works, not necessarily journals or publishers.

Cite this paper as: De la Galvez Murillo, E. and Pacheco, L. F. 2009. Abundancia y estructura poblacional de *Liolaemus signifer* (Liolaemidae-Lacertilia-Reptilia) en zonas con y sin extracción comercial en el Altiplano de Bolivia. *Tropical Conservation Science* Vol.2 (1):106-115. Available online: www.tropicalconservationscience.org

Introducción

Si bien la provincia biogeográfica Altoandina está parcialmente dentro de lo que latitudinalmente se considera trópico, presenta menor biodiversidad que las provincias sudamericanas que incluyen tierras bajas [1], lo cual probablemente haya influido para que la mayoría de los trabajos sobre manejo de fauna se hayan realizado en zonas de baja altitud. El Altiplano boliviano es un lugar muy intervenido y en algunas regiones soporta poblaciones humanas densas desde tiempos precoloniales [2]. La explotación por el ser humano ha causado la extinción reciente de al menos dos especies de vertebrados en dicho ambiente, el humanto (*Orestias cuvieri*) y la chinchilla (*Chinchilla brevicauda*); mientras que otras especies se encuentran en peligro, como la taruka (*Hippocamelus antisensis*), el quirquincho (*Chaetophractus nationi*), el suri (*Pterocnemia pennata*) y la soca cornuda (*Fulica cornuta*; [3, 4, 5]). El caso de los herpetofauna no es tan obvio, pero algunas especies, como las lagartijas del género *Liolaemus* y las ranas del lago Titicaca (*Telmatobius culeus*) son objeto de uso por el ser humano [6, 7].

La evaluación del efecto del uso de herpetofauna por el ser humano es considerada de suma importancia [8], pero con excepción de los cocodrilianos, los esfuerzos en este sentido han sido muy pobres [9]. Se han comparado comunidades de herpetofauna entre áreas protegidas y otras sometidas a perturbaciones humanas [10, 11], pero no hemos encontrado reportes sobre el uso de lagartijas del género *Liolaemus*. En el único trabajo que evalúa el efecto de actividades humanas sobre *Liolaemus*, Vega et al. [12] observaron que la apertura de un camino en dunas costeras de la Argentina resultó en una disminución de la abundancia *L. multimaculatus*, pero no la de *L. gracilis*; lo cual sugiere que esta última es menos sensible a la destrucción de su hábitat.

El uso de lagartijas en la región del Altiplano perdura desde épocas precolombinas, particularmente en la medicina tradicional [13]. *Liolaemus signifer* es la única especie actualmente utilizada para esos fines en Bolivia, con una demanda reducida, pero no cuantificada en las ciudades de La Paz, El Alto, Oruro y Potosí. Los cazadores recolectan las lagartijas del campo y las venden en esos mercados o directamente a los curanderos, quienes las usan como "parches" para diferentes dolencias, pero especialmente traumatismos (Obs. Pers.). Girault [13] reporta que los individuos usados son principalmente adultos, que son los de mayor costo en el mercado. El uso como parches consiste en sacrificar la lagartija y colocarla extendida sobre el punto de traumatismo. También se hacen macerados con las lagartijas, para aplicación en forma de pomada; pero el uso como parches frescos es el más común (Obs. Pers.).

Liolaemus signifer está reconocida a nivel nacional como potencialmente amenazada ("Datos Insuficientes") en Bolivia [14], lo cual hace necesaria una evaluación del impacto de la extracción sobre sus poblaciones. En este trabajo nos propusimos evaluar el efecto de la extracción tradicional de *L. signifer*. Predijimos que, la abundancia de *L. signifer* y la proporción relativa de adultos sería menor en las zonas sometidas a extracción, en comparación con aquellas no sometidas a extracción.

Métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en 20 localidades del centro y norte del Altiplano boliviano, entre los 16°20'04" y 17°11'01" S y 68°02'10" y 68°38'39" O; con altitudes entre 3820 y 4640 m, abarcando dos pisos altitudinales (Fig. 1). Dos localidades (una con extracción y una sin extracción de lagartijas) correspondieron al piso Altoandino (4200 a 5000 m). Esta región presenta heladas nocturnas durante todo el año y una precipitación < 700 mm anuales, que cae principalmente como nieve o granizo. Las otras 18 localidades (9 con y 9 sin extracción) correspondieron a la Puna (3700 a 4200 m), donde la precipitación alcanza 500 - 700 mm anuales, la temperatura fluctúa entre 5° y 7 °C, y se presentan heladas frecuentes entre marzo y octubre [15].

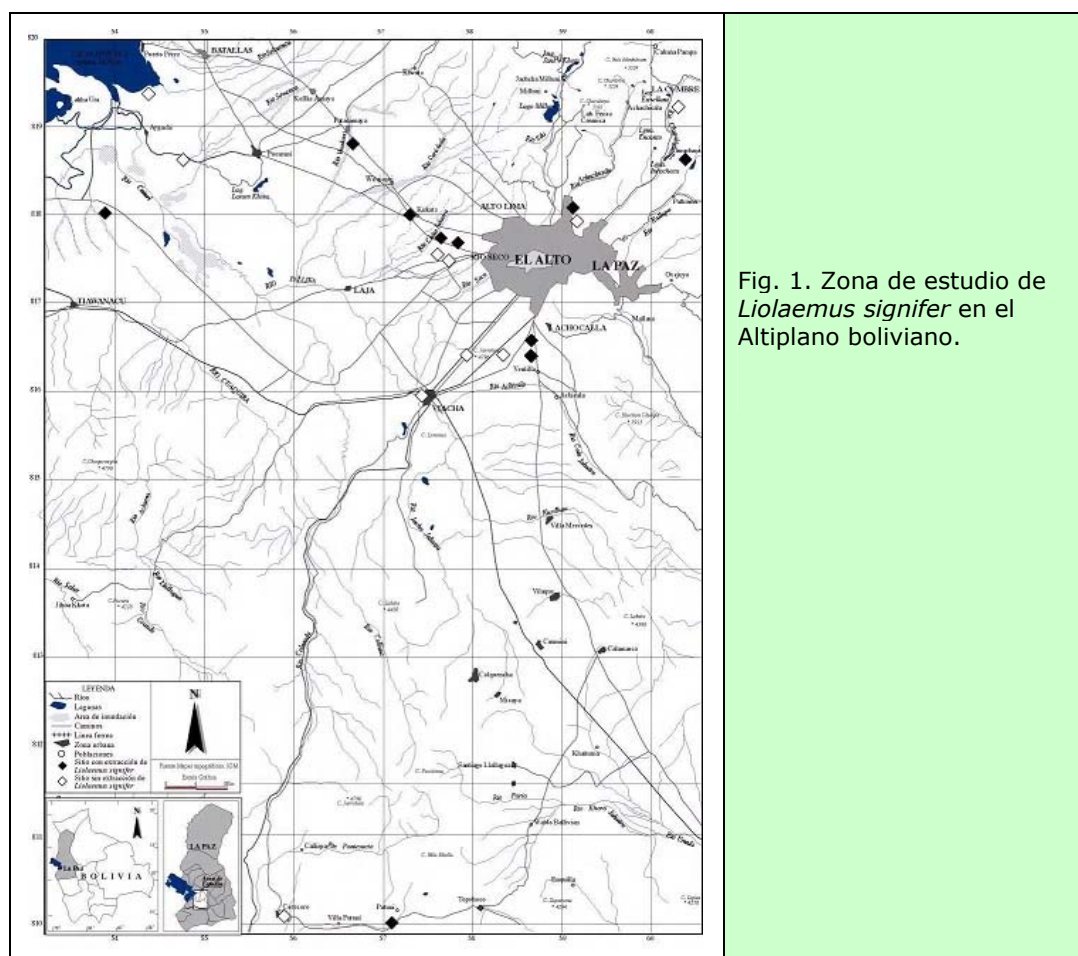


Fig. 1. Zona de estudio de *Liolaemus signifer* en el Altiplano boliviano.

La vegetación en ambas regiones es dominada por gramíneas y herbáceas de bajo porte, los arbustos leñosos se encuentran en las zonas más bajas y laderas pedregosas. La fauna incluye potenciales depredadores de *L. signifer*, como la serpiente *Tachymenis peruviana*, halcones (*Falco femoralis*, y *F. sparverius*), zorro (*Pseudalopex culpaeus*), hurón (*Galictis cuja*), dos especies de felinos (*Lynchailurus pajeros* y *Oreailurus jacobita*) y perros domésticos; además de otra lagartija *L. alticolor alticolor* [16, 17, 18]. Descripciones detalladas de la vegetación y fauna pueden encontrarse en Beck y García [15] e Ibish et al [19]. Los cultivos principales son papa, quinua, cebada y habas, en un sistema de rotación que deja muchas parcelas en descanso. Los campos en descanso son utilizados continuamente para el pastoreo por camélidos, ovinos y vacunos [16].

Especie en estudio

En Bolivia, *L. signifer* se distribuye en las regiones de Puna y Altoandino de los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí. Tiene aspecto robusto, con la cola ligeramente más larga que la longitud hocico - cloaca (LHC) [20]. Los machos alcanzan 98 mm de LHC y las hembras 93 mm. Los machos son vistosos, con tonos verdosos en el dorso, a veces alternando con rayas irregulares amarillentas (Fig. 2 Izquierda). Las hembras (Fig. 2 Derecha) presentan coloración uniforme de tonos marrones con líneas pálidas, que se mantiene casi invariable desde el estadio juvenil, en el cual no se diferencian los sexos.

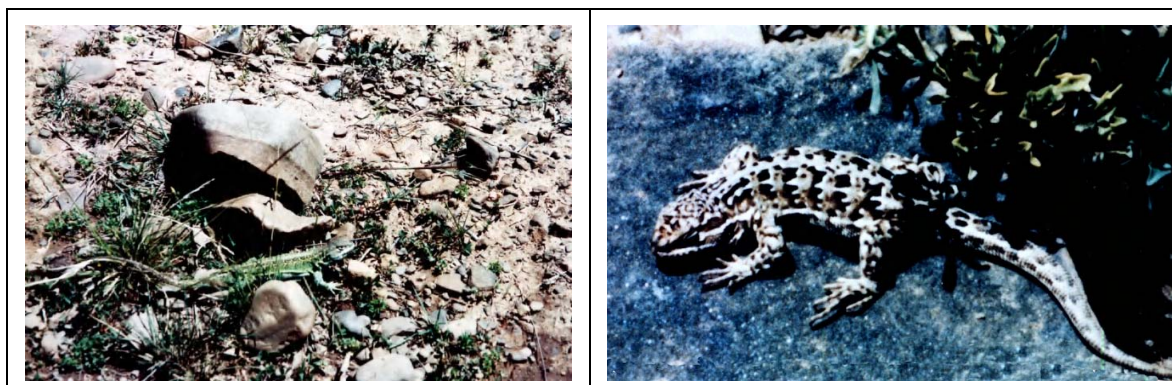


Fig. 2. Izquierda: macho adulto de *Liolaemus signifer* en su hábitat natural; Derecha: hembra juvenil de *Liolaemus signifer* en su hábitat natural.

Liolaemus signifer habita en zonas con predominancia de vegetación herbácea de bajo porte (< 10 cm de altura). Sus guaridas se encuentran bajo piedras o bajo las raíces de arbustos, con profundidades entre 30 y algo más de 100 cm; las aberturas tienen diámetros entre 2 y 10 cm, [21]. Su actividad es diurna, reduciéndose un poco en invierno. El número de individuos activos en un periodo, no es afectado significativamente por variables como temperatura, nubosidad, ni luminosidad [21, 22].

En Perú el apareamiento se produce en el mes de abril [23]. En el área de estudio, los nacimientos ocurren entre septiembre y diciembre, en la primera mitad de la temporada de lluvias. Las crías usan la guarida de la madre por un tiempo no determinado [21]. Su dieta es omnívora, predominantemente insectívora para los juveniles y mayormente herbívora para los adultos [21, 22]. Las hembras alcanzan la madurez sexual al alcanzar los 70 mm de LHC, entre los 16 a 18 meses de edad y paren una vez al año, un promedio de 5.8 crías [23]. Suelen ser

abundantes, con densidades estimadas de 375 - 400 individuos por hectárea, pero solamente habitan ambientes no perturbados y con ganadería extensiva; no se encuentran en cultivos, áreas muy degradadas, ni construcciones humanas, exceptuando muros de piedra sin cemento (*pircas*), que usan como guaridas temporales [21, 22]. No existen datos sobre su estructura poblacional básica, pero en campo parecen observarse similar número de individuos adultos machos y hembras. Suelen defender sus guaridas ante los intrusos, pero no sabemos si defienden un territorio (L. Pacheco, datos no publ.).

Toma de datos

El trabajo de campo se realizó entre enero y mayo de 2000. Realizamos dos visitas a cada localidad de muestreo: en la primera ubicamos los sitios y los clasificamos en localidades "con extracción" y "sin extracción", según información de la gente local; durante la segunda visita a cada localidad (marzo - mayo) se realizaron todas las observaciones. Confirmamos la clasificación en localidades con y sin extracción por observaciones directas (piedras movidas y cuevas destrozadas en sitios con extracción). En algunas localidades se identificaron a los cazadores, a quienes acudimos para obtener información acerca de la extracción de *L. signifer*. Sólo uno de ellos dio una estimación de intensidad de caza, indicando que capturaba hasta 15 individuos por día.

Dado que nuestro objetivo no era obtener una estimación de abundancia para cada una de las 20 localidades, sino comparar la abundancia entre dos tipos de localidades, optamos por un índice de abundancia relativa [24]. Para ello, en cada localidad se contó el número de individuos observados en ocho transectos de 100 m cada uno, ubicados al azar (submuestreos), para lo cual se tomó un punto de partida para el primer transecto y números al azar para la ubicación de los siguientes, pero manteniendo una distancia mínima entre ellos de 10 m. Cada transecto se recorría por un observador en unos 10 minutos, caminando despacio; siempre en días soleados, entre las 10:00 y 14:00 hs. y con un máximo de nubosidad de 40% [21]. De cada localidad de muestreo se obtuvo un solo valor de abundancia, sumando los conteos de los ocho transectos, el cual se usó para el análisis.

Cada individuo se clasificó estimando su LHC en (según Pearson [23]): Juveniles (< 40 mm), Subadultos (40-70 mm) y Adultos (>70 mm). Para disminuir el error al estimar el tamaño de los individuos, se estandarizó cualitativamente la imagen de búsqueda capturando y midiendo algunos individuos (en otro sitio), además que todas las observaciones se realizaron por la misma persona (EDG). Los individuos considerados en los conteos se observaron a una distancia máxima de 3 m. En las ocasiones en que la lagartija se escondía antes de ser clasificada por tamaño y sexo, se esperaba a que el individuo salga del escondite para asignarle categoría de tamaño y sexo.

Previo examen de cumplimiento del supuesto de normalidad, exploramos una posible correlación entre la altitud y la abundancia relativa, que pudiera enmascarar el efecto de la extracción sobre la abundancia, calculando el coeficiente de correlación de Pearson [25] entre la altitud de cada localidad y su abundancia (todas las clases de edad en conjunto). También comparamos las altitudes entre localidades con y sin extracción de lagartijas con una prueba de Wilcoxon [25].

La abundancia relativa se analizó comparando las localidades con extracción vs localidades sin extracción e incluyendo el tamaño (categoría de edad) como segundo factor, en un análisis de varianza de dos vías [25]. Los datos de abundancia fueron transformados con $y' = \sqrt{y + 1}$, para ajustar la distribución a la normalidad. La distinción entre machos y hembras se basó en los caracteres fenotípicos descritos arriba. La estructura poblacional (sexo y tamaño) se comparó entre las localidades con extracción y sin extracción mediante tablas de contingencia 2×2 ; y , 2×3 [25]. En todos los casos se estableció un $\alpha = 0.05$.

Resultados

El muestreo de 160 transectos (80 en localidades con extracción y 80 en localidades sin extracción) sumó un esfuerzo de observación de unas 27 horas/hombre y resultó en la observación de 320 individuos de *L. signifer*; de los cuales 108 corresponden a localidades con extracción y 212 a localidades sin extracción. No hubo correlación significativa entre la altitud de las localidades y su abundancia relativa ($r = 0.43$; $P > 0.05$). No se encontraron diferencias entre las altitudes entre localidades con ($\hat{y} = 3988.5$ m; $ds = 186.16$) y sin extracción de lagartijas ($\hat{y} = 3922.3$ m; $ds = 253.19$; $t = 0.67$; $P > 0.5$).

La abundancia relativa (individuos/800 m) de *L. signifer* en las localidades sin extracción ($\hat{y} = 21.2$; $ds = 11.63$) fue significativamente mayor que en las localidades con extracción ($\hat{y} = 10.8$; $ds = 3.88$; $F = 8.94$; $P = 0.004$), pero no se detectó un efecto del tamaño ($F = 0.38$; $P = 0.77$), ni una interacción entre ambos factores ($F = 0.25$; $P = 0.86$; Fig. 3).

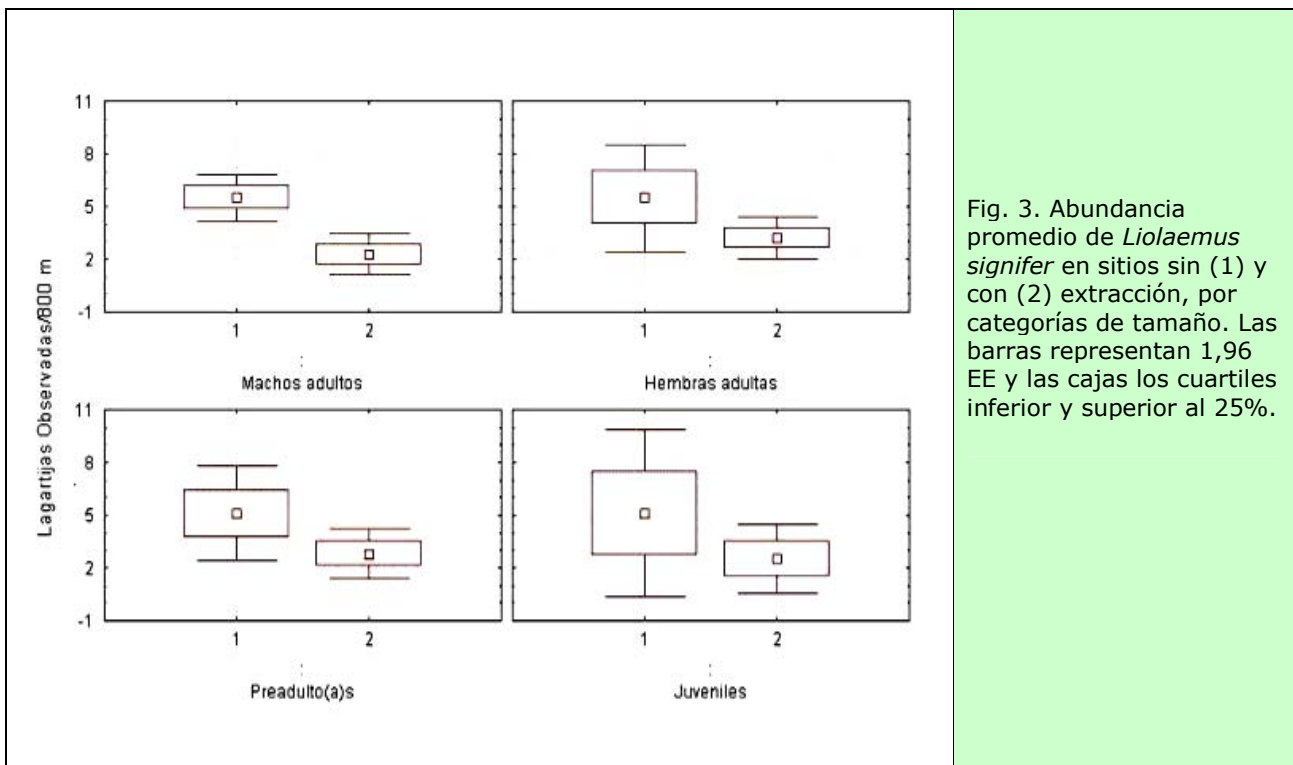
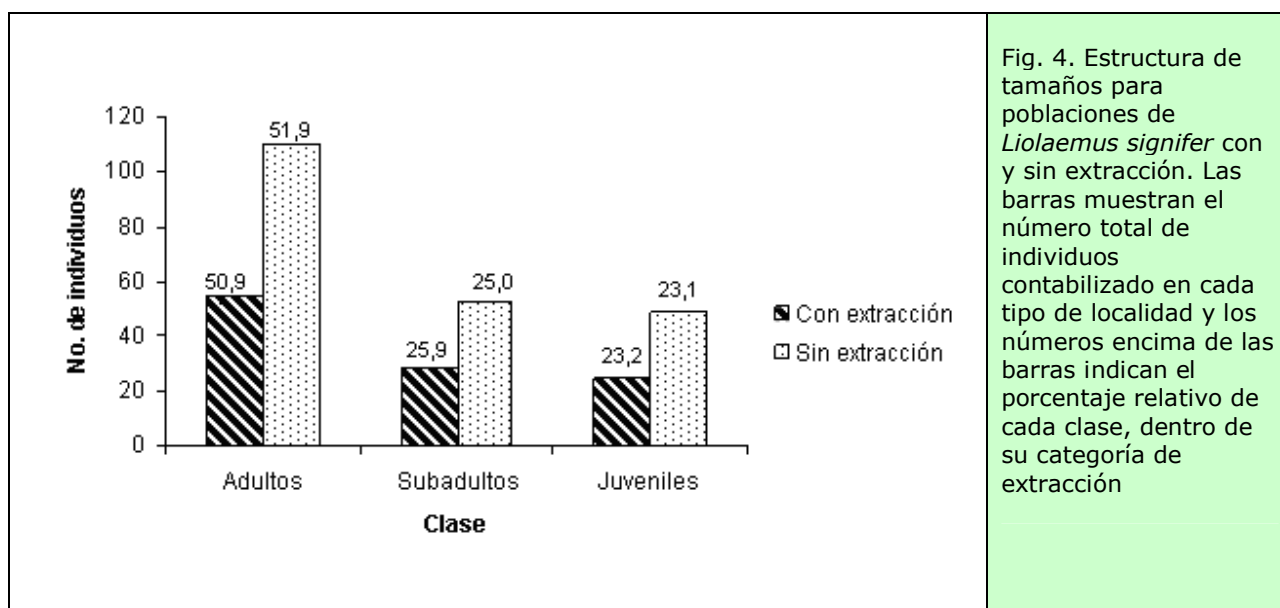


Fig. 3. Abundancia promedio de *Liolaemus signifer* en sitios sin (1) y con (2) extracción, por categorías de tamaño. Las barras representan 1,96 EE y las cajas los cuartiles inferior y superior al 25%.

La estructura por tamaños no difirió entre localidades con y sin extracción ($\chi^2 = 0.00381$; g.l. = 2; $P > 0.05$; Fig. 4). El número de machos adultos por hembra en las localidades sin extracción (1:1) no difirió de lo hallado en las localidades con extracción (0.92 machos:1 hembra; $\chi^2 = 0.68$; g.l. = 1; $P > 0.05$). Tampoco se encontraron diferencias en la tasa sexual para preadultos ($\chi^2 = 0.0052$; g.l. = 1; $P > 0.05$).

Implicaciones para la conservación

Las comparaciones de abundancia entre sitios sin extracción y sitios con extracción para evaluar el posible efecto de la cosecha sobre las especies, se justifican sólo si los hábitats son comparables [26, 27]. En este estudio se muestrearon diez localidades sometidas a extracción y otras diez sin extracción, abarcando un ámbito geográfico y altitudinal amplio, lo cual permite suponer que las diferencias en abundancia relativa entre los tratamientos se deben a la extracción y no así a otros factores. Otro factor que podría haber afectado el número de individuos observados es un incremento en la timidez de las lagartijas en las localidades con extracción. La presencia humana más frecuente (en nuestro caso localidades con extracción) puede afectar positivamente la probabilidad de acercarse a las lagartijas, como lo reportan Labra y Leonard [28]. Es decir, las lagartijas se acostumbrarían a que la presencia humana no es peligrosa y disminuirían su respuesta de escape ante la presencia de gente, en relación a las lagartijas de localidades donde no se ve gente con tanta frecuencia (las sin extracción en este caso). Sin embargo, dicho estudio se realizó solamente bajo condiciones de no extracción y podría cuestionarse su aplicación a nuestro estudio. En todo caso, como se indicó en métodos, cuando la lagartija se escondía antes de ser categorizada por tamaño, se esperaba hasta que reaparezca, lo cual ocurría en casi el 100% de los casos en menos de tres minutos. Bajo estas consideraciones, nuestros resultados sugieren fuertemente que la menor abundancia de *L. signifer* observada en las localidades con extracción se debe al efecto de la cosecha sobre esta especie. Esta es la señal más obvia de que la cosecha está afectando una población [26], aunque no indica que la cosecha no sea sostenible. Para evaluar sostenibilidad en el tiempo debemos hacer un seguimiento de largo plazo a las tendencias de las poblaciones de *L. signifer* tanto con extracción, como sin ella.



Si bien queda claro que las poblaciones de *L. signifer* bajo cosecha presentan menores abundancias relativas, no se evidenció un efecto de la extracción sobre la estructura de tamaños ni sexos de la población; aunque es interesante notar que la mayor diferencia de abundancias se da entre machos adultos, lo cual coincide con el hecho que son estos los más buscados por los cazadores. La estructura de edades de una población no debería cambiar con la cosecha, si las clases de edad son cazadas en proporción a su disponibilidad [29]. Sin embargo, nuestras observaciones y otros reportes [13] sugieren que la cosecha de *L. signifer* afecta principalmente

individuos de mayor tamaño. Por tanto, otros mecanismos deben explicar el que la cosecha afecte abundancia, pero no estructura poblacional.

Es posible que, al reducirse el tamaño de la población, el menor número de hembras simplemente conduzca hacia un nuevo estado de estructura poblacional estable. Un factor relevante a considerar es que, para *L. signifer* se ha confirmado que las crías utilizan las guaridas de las hembras [21]. Si esto funciona como el tipo de cuidado parental indirecto reportado para *L. huacahuasicus* [30], entonces implicaría defensa del territorio por parte de la hembra, facilitando así el acceso a alimento y una protección a las crías contra depredadores, por el acceso a las guaridas. Es posible entonces que la cosecha de hembras que aún comparten guarida con crías pequeñas, resulte en mortalidad de esas crías, produciendo un efecto similar a una cosecha no sesgada por tamaños.

No sabemos cuál es la estrategia espacial y temporal de cosecha de las poblaciones. Al parecer la cosecha se da en una localidad hasta que la población disminuye a tal punto, que no es rentable seguir buscando lagartijas en ese sitio, lo cual podría conducir al sistema hacia una estrategia del tipo "restricción en la cosecha" [31]. En este caso, la cosecha en las poblaciones con abundancia muy baja sería abandonada y nuevos sitios entrarían en uso, con un arreglo espacial y temporal que permitiría la permanencia de la especie en todo su rango de distribución. Sin embargo, otros mecanismos podrían actuar que deriven en una cosecha sostenible, tal como un sistema fuente sumidero [31], el cual es bastante común en el Neotrópico [33]. Una consideración adicional es que el método de cosecha afecta el hábitat, al remover piedras y abrir guaridas. Sería útil evaluar el efecto simple de esta actividad, separándola de la extracción, que se sabe afecta también a la abundancia de lagartijas [12].

Este trabajo muestra que la extracción de *L. signifer* resulta en una disminución de su abundancia. Esta conclusión concuerda con la inclusión de *L. signifer* entre las especies potencialmente amenazadas (categoría Datos Insuficientes) de Bolivia [14] y sugiere la posibilidad de incluirla en una categoría más precisa, como Preocupación Menor (LC) o Casi Amenazada (NT). Para ello es necesario evaluar si la extracción es o no sostenible y delinear la mejor estrategia para su manejo, tomando en cuenta que la estrategia tradicional de aprovechamiento parece haber permitido la conservación de la especie. Como acciones concretas sugerimos:

1. Dar seguimiento a las tendencias poblacionales en zonas con extracción y en zonas sin extracción de lagartijas, para diferenciar los efectos del uso, cambios en el clima y cambios en el hábitat.
2. Iniciar estudios demográficos de la especie, que permitan construir modelos de dinámica de la población y hacer análisis de sensibilidad, para poder determinar las clases de edad más y menos vulnerables a la extracción. Estos modelos deben ser corroborados con experimentos en campo, de manera que pueda estimarse una tasa máxima teórica de extracción [8].
3. Sugerir a los cazadores no capturar lagartijas hembras, ni usar métodos destructivos de las guaridas o el hábitat, para facilitar la recuperación de las poblaciones bajo extracción.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por una beca del Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés, para la tesis de licenciatura de E. De la Galvez, de la cual este manuscrito es parte. Serapio Tola, Alicia Mollinedo, Carmelo Mamani, Ricarda y Betza Mollinedo colaboraron en las tareas de campo. Humberto Gómez, Luis Arteaga y Javier Montaña comentaron versiones preliminares del manuscrito. Eric Rivera, Monique Halloy, Stephan Halloy, Nicolás Urbina y cinco revisores anónimos contribuyeron importantes comentarios a este manuscrito en su versión final.

Referencias

- [1] Cabrera, A. L. y A. Willink, 1973. Biogeografía de América Latina. Monografía No 13, Serie de Biología. O.E.A., Washington, D.C. 120 pp.
- [2] de Mesa, J., T. Gisbert y C. D. Mesa. 2007. *Historia de Bolivia* (6ª ed.). Editorial Gisbert, La Paz, Bolivia. 715 pp.
- [3] Rocha, O. y C. Quiroga. 1996. Aves. En: *Libro rojo de los vertebrados de Bolivia*. Ergueta P. y C. Morales (Eds.), pp. 95-164. Centro de Datos para la Conservación, La Paz, Bolivia.
- [4] Sarmiento, J. y S. Barrera. 1996. Peces. En: *Libro rojo de los vertebrados de Bolivia*. Ergueta P. y C. Morales (Eds.), pp. 33-65. Centro de Datos para la Conservación, La Paz, Bolivia.
- [5] Tarifa, T. 1996. Mamíferos. En: *Libro rojo de los vertebrados de Bolivia*. Ergueta P. y C. Morales (Eds.), pp. 165-264. Centro de Datos para la Conservación, La Paz, Bolivia.
- [6] Ergueta, P. y I. De la Riva. 1996. Anfibios. En: *Libro rojo de los vertebrados de Bolivia*. Ergueta P. y C. Morales (Eds.), pp. 67-72. Centro de Datos para la Conservación, La Paz, Bolivia.
- [7] Pacheco, L. y J. Aparicio. 1996. Reptiles. En: *Libro rojo de los vertebrados de Bolivia*. Ergueta P. y C. Morales (Eds.), pp. 73-93. Centro de Datos para la Conservación, La Paz, Bolivia.
- [8] Schlaepfer, M. A., C. Hoover y K. Dodd, Jr. 2005. Challenges in evaluating the impact of the trade in Amphibians and Reptiles on wild populations. *BioScience* 55: 256-264.
- [9] Nickerson, M. A. y J. T. Briggler. 2007. Harvesting as a factor in population decline of a long-lived salamander: the Ozark hellbender, *Cryptobranchus alleganiensis bishopi* Grobman. *Applied Herpetology* 4: 207-216.
- [10] Fabricius, C., M. Burger y P. A. R. Hockey. 2003. Comparing biodiversity between protected areas and adjacent rangeland in xeric succulent thicket, South Africa: arthropods and reptiles. *Journal of Applied Ecology* 40: 392-403.
- [11] Smart, R., M. J. Whiting y W. Twine. 2005. Lizards and landscapes: integrating field surveys and interviews to assess the impact of human disturbance on lizard assemblages and selected reptiles in a savanna in South Africa. *Biological Conservation* 122: 23-31.
- [12] Vega, L. E., P. J. Bellagamba y L. A. Fitzgerald. 2000. Long-term effects of anthropogenic habitat disturbance on a lizard assemblage inhabiting coastal dunes in Argentina. *Canadian Journal of Zoology*, 78: 1653-1660
- [13] Girault, L. 1987. Kallawaya: *Curanderos itinerantes de los Andes*. UNICEF, OPS, OMS, La Paz, Bolivia. 670 pp.
- [14] Aparicio, J. K. 1999. Reptiles. En: Museo Nacional de Historia Natural - DGB (comp.). Plan de Acción para Especies Amenazadas de Bolivia, Documento 1, Diagnóstico: 76-87. Museo Nacional de Historia Natural - Dirección General de Biodiversidad, La Paz, Bolivia.
- [15] Beck, S. y E. García. 1991. Flora y vegetación en los diferentes pisos altitudinales. En: *Historia natural de un valle en los Andes: La Paz*. Forno E. y M. Baudoin (Eds.). pp. 65-108. Instituto de Ecología, LIDEMA. La Paz, Bolivia.
- [16] Morales, C. 1990. *Bolivia: Medio ambiente y ecología aplicada*. Instituto de Ecología, UMSA, GTZ, La Paz, Bolivia. 318 pp.
- [17] Mercado-Tudor, I. D. y J. Miralles-Goytia. 1991. Mamíferos. En: *Historia natural de un valle en los Andes: La Paz*. Forno E. y M. Baudoin (Eds.), pp. 293-343. Instituto de Ecología, LIDEMA. La Paz, Bolivia.

- [18] Ribera-Arismendi, M. O. 1991. Aves. En: *Historia natural de un valle en los Andes: La Paz*. Forno E. y M. Baudoin (Eds.), pp. 345-420. Instituto de Ecología, LIDEMA. La Paz, Bolivia.
- [19] Ibisch, P.L., S.G. Beck, B. Gerkmann and A. Carretero. 2003. La diversidad biológica: ecorregiones y ecosistemas. In: *Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia*. Ibisch, P.L. y G. Mérida (Eds.), pp. 47-88. Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz, Bolivia.
- [20] Aparicio, J.K. 1993. Herpetofauna de Huaraco: Un ecosistema andino en el altiplano central de Bolivia. *Ecología en Bolivia: Documentos, Serie Zoología*, No 4, 38 pp.
- [21] Pacheco, L. F. 1988. *Actividad, densidad y hábitos alimenticios de dos especies de Liolaemus (Iguanidae)*. Tesina de Técnico Superior en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 36 pp.
- [22] Baudoin, M. y L.F. Pacheco. 1991. Reptiles. En: *Historia natural de un valle en los Andes: La Paz*. Forno E. y M. Baudoin (Eds.), pp. 421-452. Instituto de Ecología, LIDEMA. La Paz, Bolivia.
- [23] Pearson, O. P. 1954. Habits of the lizard *Liolaemus multiformis multiformis* at high altitudes in southern Peru. *Copeia* 1954: 111-116.
- [24] Caughley, G. y A. R. E. Sinclair. 1994. *Wildlife ecology and management*. Blackwell Science, Cambridge, USA. 334 pp.
- [25] Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Fourth edition. Prentice Hall International, , Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 662 pp.
- [26] Mace, G. M. y J. D. Reynolds. 2001. Exploitation as a conservation issue. En: *Conservation of exploited species*. Reynolds J.D., G.M. Mace, K.H. Redford y J.G. Robinson (Eds), pp. 3-15. Cambridge University Press, Cambridge, USA.
- [27] Robinson, J. G y R.E. Bodmer. 1999. Hacia el manejo de vida silvestre en los bosques tropicales. En: *Manejo y conservación de vida silvestre en América Latina*. Fang, T. G., O. L. Montenegro y R. E. Bodmer (Eds), pp.15-26. Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia.
- [28] Labra, A. y R. Leonard. 1999. Intraspecific variation in antipredator responses of three species of lizards (*Liolaemus*): Possible effects of human presence. *Journal of Herpetology* 33: 441-448.
- [29] Caughley, G. 1977. *Analysis of vertebrate populations*. John Wiley y Sons, New York, USA. 234 pp.
- [30] Halloy, M. y S. Halloy. 1997. An indirect form of parental care in a high altitude viviparous lizard. *Liolaemus huacahuasicus* (Tropiduridae). *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 33:139 – 155.
- [31] Ludwig, D. 2001. Can we exploit sustainably? En: *Conservation of exploited species*. Reynolds J.D., G.M. Mace, K.H. Redford y J.G. Robinson (Eds), pp. 16-38. Cambridge University Press, Cambridge. USA.
- [32] Pulliam, H. R. 1988. Sources, sinks, and population regulation. *American Naturalist* 132 :652-661.
- [33] Novaro, A. J., K. H. Redford y R. E. Bodmer. 2000. Effect of hunting in source-sink systems in the Neotropics. *Conservation Biology* 14:713-721.