

## DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESPECIES DE LAGARTOS DE LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA, CHILE

HERMAN NÚÑEZ<sup>1</sup> y ALBERTO VELOSO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Correo Central, Santiago de Chile

Email: hnunez@mnhn.cl

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Correo Ñuñoa, Santiago de Chile. Email: aveloso@abello.dic.uchile.cl

### RESUMEN

Las 33 especies de lagartos agrupados en seis géneros de la II Región de Chile (Antofagasta) son revisadas taxonómicamente y se establece su patrón de distribución geográfica regional. Se reconocen tres ensambles de lagartijas que corresponden al de la costa oeste, al desierto interior y la precordillera y cordillera de la Región de Antofagasta. El endemismo a nivel genérico estaría constituido por *Phrynosaura*. A nivel de especies, los endemismos son distintos según el ensamble. Se examinan algunas evidencias ecogeográficas para dar cuenta de estos patrones de distribución regional. El patrón temporal de esta distribución se examina a la luz de evidencia geológica y climática disponible para el área de estudios.

Palabras clave: Chile, Antofagasta, Lagartos, Biogeografía.

### ABSTRACT

**Geographical distribution of lizards occurring in Antofagasta region, Chile.** Thirty three lizard species, belonging to six genera from the Second Region of Chile Antofagasta, are reviewed, particularly their taxonomy and geographical distribution. Three sets of species are recognized, corresponding to the west coast, inland desert and pre Andes and Andes of Antofagasta. Generic endemism is *Phrynosaura*. At the species level, endemism is related to generic diversity. Some ecogeographical evidences are examined to explain the distributional pattern. The temporal pattern of distribution is examined in light of geological and climatic data available for the area.

Key words: Chile, Antofagasta, Lizards, Biogeography.

### INTRODUCCIÓN

Los reptiles terrestres (Sauria) de la Segunda Región de Antofagasta conocidos son treinta y tres especies pertenecientes a Tropicuridae (*sensu lato*, véase Núñez *et al.* 2001, este volumen), Gekkonidae y Teiidae. Un grupo de tropidúridos habita las zonas costeras áridas, principalmente

*Microlophus* y *Liolaemus*; las especies de *Liolaemus* están presentes en el altiplano y dispersas en las zonas desérticas interiores (Donoso-Barros 1966; Valencia y Veloso 1979; Frost 1992). Los gekkónidos y los teiidos están restringidos a las zonas costeras.

Los ambientes severos, o las alturas, son fuertes barreras que restringen el flujo génico y promueven una distribución en parches, tal como ocurre en otros ambientes desérticos. Este trabajo considera principalmente aquellas especies de lagartos cuya distribución es la región de Antofagasta. Sin embargo, su ámbito necesariamente debe ser mayor, incluyendo especies de las regiones aledañas, y a una escala ecológica mayor, tal como la provincia costera de desierto Chileno-Peruano y el altiplano.

El objetivo de este trabajo es explicar la composición taxonómica y patrones distribucionales en la Región de Antofagasta, si existe alguno, y tratar de elucidar los orígenes de estos grupos. La hipótesis es que los diferentes ensambles de lagartos tienen diferentes orígenes biogeográficos resultando en patrones reconocibles de distribución.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el desarrollo del Proyecto Sectorial FONDECYT N° 2960021, se realizaron cuatro expediciones a diferentes localidades. En estos viajes se recolectaron una variedad de reptiles y su localización geográfica se registró usando aparatos de Posicionamiento Geográfico Global. Estos datos de terreno fueron combinados con los de reptiles de la colección del Museo Nacional de Historia Natural, con los del Departamento de Biología Celular y Genética y la literatura relacionada. Con estos registros, se alimentó una base de datos y se usó el Software Biomax® para su análisis. Básicamente este programa es una aplicación gráfica, que permite el modelamiento de diferentes escenarios basados en la estructura física, ecológica, espacial y funcional encontrados en el área de estudio.

Las localidades fueron divididas arbitrariamente en tres zonas: aquellas al oeste de la cordillera de Domeyko (0 a ca 2500 msnm) fueron denominadas occidentales. Aquellas localizadas al este de la cordillera de Domeyko hasta las pendientes precordilleranas andinas (2500 a 3500 msnm) fueron llamadas medias (desierto interior) y aquellas por sobre los 3500 m fueron llamadas orientales.

## RESULTADOS

Las especies presentes en la Región de Antofagasta, a partir de resultados de terreno y la literatura consultada, se muestra en el Cuadro 1.

### **Patrones actuales de la distribución geográfica de los lagartos**

La Segunda Región de Antofagasta es la más grande división política de Chile, alrededor de 400 km desde la península de Mejillones hasta la frontera argentino-boliviana-chilena y desde el norte hasta el sur corre desde los 21°5' de latitud hasta los 26°. Topográficamente, en el oriente, la cordillera de los Andes alcanza elevaciones de alrededor de 6000 m; en la mitad, la cordillera de Domeyko cruza con orientación norte-sur, y en el occidente, paralelamente y flanqueando la costa antofagastina, la cordillera de la Costa, con una altitud media de 2000 m. Los paisajes son dominados por valles, salares, cimas montañosas, áreas arreicas y endorreicas y cuencas de ríos. La Segunda Región es parte de la "Diagonal xérica", un ecosistema mayor, que corre desde el sur del Perú hasta Atacama, y al lado occidental de los Andes hasta la Patagonia.

CUADRO 1. Distribución de lagartos en la diferentes zonas de la Segunda Región de Antofagasta. Aquellas especies marcadas con un asterisco son endémicas de la región.

Zona occidental	Zona media (desierto interior)	Zona oriental
TEIIDAE	TROPIDURIDAE	TROPIDURIDAE
<i>Callopistes palluma atacamensis</i> *	<i>Liolaemus alticolor walkeri</i> *	<i>Liolaemus a. walkeri</i> *
<i>Callopistes palluma manni</i> *	<i>Liolaemus constanzae</i> *	<i>Liolaemus constanzae</i> *
TROPIDURIDAE	<i>Liolaemus donosi</i> *	<i>Liolaemus dorbignyi</i> *
<i>Liolaemus atacamensis</i>	<i>Liolaemus fabiani</i> *	<i>Liolaemus erroneus</i> *
<i>Liolaemus bisignatus</i>	<i>Liolaemus foxi</i> *	<i>Liolaemus fabiani</i> *
<i>Liolaemus cf. atacamensis</i> *	<i>Phrynosaura audituvelata</i> *	<i>Liolaemus islugensis</i> *
<i>Liolaemus hellmichi</i> *		<i>Liolaemus multicolor</i> *
<i>Liolaemus nigromaculatus</i>		<i>Liolaemus nigriceps</i> *
<i>Liolaemus paulinae</i> *		<i>Liolaemus schmidti</i> *
<i>Liolaemus platei</i>		<i>Liolaemus signifer</i> *
<i>Microlophus atacamensis</i> *		<i>Liolaemus stolzmanni</i> *
<i>Microlophus tarapacensis</i> *		<i>Phrynosaura</i> sp *
<i>Phrynosaura reichei</i> *		
GEKKONIDAE		
<i>Garthia gaudichaudii</i> *		
<i>Phyllodactylus cf. inaequalis</i> *		
<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i> *		

El único endemismo genérico para la Segunda Región lo constituyen las especies de *Phrynosaura*, aunque esta situación aún es controvertida (Etheridge 1995). A nivel específico existen varios ejemplos (Cuadro 1). El grado de endemismo difiere entre los seis géneros, en tanto *Liolaemus* y *Phyllodactylus* son géneros altamente diversificados, *Microlophus* es de modesto tamaño, igualmente *Phrynosaura*, *Garthia* y *Callopistes* son géneros pobremente diversificados. Entre los géneros altamente diversificados, *Liolaemus* reúne a más del 66% de la diversidad de saurios de la región. *Ctenoblepharys* es extralimital.

#### Zona occidental

Existen diez especies de lagartos tropidúridos en el sector occidental: *Liolaemus atacamensis*, *Liolaemus bisignatus* (Ortiz 1981, 1987; este trabajo), *L. cf. atacamensis* (Ortiz 1981; este trabajo), *L. hellmichi* (Donoso Barros 1974; este trabajo), *Liolaemus platei* (este trabajo), *Microlophus atacamensis*, *M. tarapacensis* (Ortiz 1980; este trabajo) y *Phrynosaura reichei* (Núñez 1997; este trabajo). Tres Gekkónidos: *Garthia gaudichaudii* (Donoso-Barros 1966; este trabajo), *Phyllodactylus cf. inaequalis* y *P. gerrhopygus* (Donoso-Barros 1966; este trabajo). Tres Teiidos: *Callopistes palluma atacamensis* (Donoso-Barros 1960, 1966; este trabajo) y *C. p. manni* (Donoso Barros 1960, 1966; este trabajo). Otras especies documentadas para esta área son: *Ctenoblepharys adspersa* de Perú (Etheridge 1995), y especies del grupo "nigromaculatus" (Ortiz 1973, 1981, 1987, 1989).

De este grupo de especies "occidentales", *Microlophus atacamensis* y *Phyllodactylus gerrhopygus* pueden alcanzar elevaciones más altas tales como la Quebrada de Yalquincha (Núñez 1992) y Ojo Opache, cerca de Calama. A este grupo de especies se puede agregar *L. paulinae*, restringido a Calama (Donoso-Barros 1966, este trabajo).

#### Zona media

En la zona media, al oriente de la cordillera de Domeyko y hasta las pendientes occidentales de la cordillera andina, se cuentan seis tropidúridos, *L. constanzae* (Donoso-Barros 1966; este trabajo), *L. donosi* (Ortiz 1975; Veloso *et al.* 1982; Núñez 1992; este trabajo), *L. fabiani* (Yáñez y Núñez 1983; este trabajo), *L. alticolor walkeri* (Donoso-Barros 1966; este trabajo), y *Phrynosaura audituvelata* (Núñez y Yáñez 1983; Núñez 1992; este trabajo); en la cima de la cordillera de Domeyko existe muy poca vegetación y los únicos lagartos documentados son *Liolaemus foxi*, *Liolaemus constanzae* y *Phrynosaura audituvelata* (Núñez *et al.* 2000).

#### Zona oriental

En las partes superior de la cordillera andina y por sobre los 2500 msnm se encuentran *L. constanzae* (Donoso-Barros 1966; Núñez 1992, este trabajo); *L. dorbignyi* (Núñez y Fox 1985; Núñez 1992; este trabajo), *L. erroneus* (Núñez y Yáñez 1983; este trabajo); *L. fabiani* (este trabajo); *L. multicolor* (este trabajo); *L. schmidtii* (Halloy *et al.* 1991; este trabajo); *Phrynosaura* sp. (este trabajo); *L. stolzmanni* (este trabajo); *L. islugensis* (Ortiz y Marquet 1987; este trabajo); *L. nigriceps* (Donoso-Barros 1966; este trabajo); *L. alticolor walkeri* (Donoso-Barros 1966; Núñez y Fox 1985; este trabajo), y *L. signifer* (Ceji 1993). Todos ellos pertenecientes a la familia Tropiduridae, no existiendo registros de otra familia de lagartos para esta zona.

## DISCUSIÓN

### Patrones ecogeográficos de distribución

#### La zona occidental

Las especies costeras son un grupo heterogéneo de géneros tropidúridos: *Liolaemus*, *Microlophus* y *Phrynosaura*, más los géneros gekkónidos, *Garthia* y *Phyllodactylus* y el teiido *Callopistes*. Las especies de *Microlophus* y *Phyllodactylus* tienen un origen septentrional (Peters y Donoso-Barros 1986; Valencia y Veloso 1979; Frost 1992). La taxonomía de los *Phyllodactylus* chilenos fue discutida por Núñez y Jaksic (1992) sosteniendo que *P. heterurus* es una sinonimia de *P. gerrohopygus* y que *P. inaequalis* debe ser documentado con especímenes inequívocamente determinados, puesto que esta especie ha sido señalada para el norte del Perú y Ecuador.

La ruta de invasión de los *Microlophus* y *Phyllodactylus* correspondería a las áreas costeras y los animales utilizarían una estrategia "talasófito" (véase Donoso-Barros 1966), *i.e.*, consumiendo algas, pequeños crustáceos (cirripedios, pequeñas jaivas), y moscas asociadas con las algas en descomposición (Donoso-Barros 1948, 1966). La presencia de las especies de estos géneros en la zona media se puede explicar por la presencia del río Loa. El uso del río Loa como ruta de dispersión de *Microlophus* y *Phyllodactylus*, puede ser respaldada por el mismo fenómeno que se observa en los valles de los ríos Lluta y Azapa cerca de Arica (Veloso *et al.* 1982; Dixon y Huey 1970). La dispersión utilizando los cursos de los ríos por especies de lagartos es analizada en Norteamérica por Rachuk (1987), encontrando que el flujo génico es mayor entre poblaciones de riberas de ríos que a lo largo de distancia comparables pero en zonas alejadas de los cauces.

*Callopiastes* tiene una distribución desde Taltal con *C. palluma manni* (Donoso-Barros 1960, 1966), hasta la Sexta Región con *C. palluma palluma* (Núñez 1992). La otra especie de *Callopiastes*, *C. flavipunctatus*, de acuerdo a Peters y Donoso-Barros (1986: 88) tiene una distribución en los valles interandinos del Perú y del sur del Ecuador. Es deseable un estudio de la distribución de este género. El gran hiato entre las formas de *Callopiastes* peruano-ecuatorianas y las chilenas, daría base para suponer que ellas no son formas congénéricas.

La distribución geográfica de *Callopiastes* y de los otros géneros representados en la zona occidental, se habría fragmentado por el desecamiento del sector costero producido por efecto de la acción de la corriente de Humboldt (Martínez-Pardo y Martínez Guzmán 1997). Es interesante señalar, que Chani (1977) documentó especímenes extintos de *Callopiastes* (*C. bicuspidatus*), cerca de Buenos Aires, sugiriendo que al menos, la distribución geográfica de este género habría sido mayor en el pasado. Por el momento, el origen de la familia Teiidae es parte de una controversia, dado que hay restos paleontológicos tanto en el hemisferio sur como en el norte (Albino 1996).

*Ctenoblepharys*, género monotípico con sólo *C. adspersa*, y *Phrynosaura*, son géneros muy relacionados y las especies de este último género habrían evolucionado a partir de un ancestro común de amplia distribución, posiblemente relacionado a *Ctenoblepharys* (Núñez y Yáñez 1983). Etheridge (1995) transfirió *Phrynosaura* a la sinonimia de *Liolaemus*. Las especies de *Phrynosaura* tienen distintas características diagnósticas (H. Núñez en preparación) y deberían ser consideradas en un género aparte distinto de *Liolaemus* (Etheridge 1995). Estas especies tendrían su origen en el desierto y están adaptadas a este medio. *P. reichei* aparece como el lagarto más desértico, habitando en áreas arenícolas de desierto absoluto, sin ninguna fuente de agua líquida, y subsistiendo gracias a la presencia de insectos (principalmente Thysanura). *P. audituvelata* de la localidad de San Pedro de Atacama, con el tímpano cubierto de escamas, aparece adaptado a vivir en ambientes medanosos (Núñez y Yáñez 1983) y ha sido documentado sólo de áreas cercanas a oasis como San Pedro de Atacama y Altos de Agua Colorada. Ambas localidades en medio del desierto, pero menos empobrecidas que las que habita *P. reichei*.

La conexión geográfica entre las especies de *Phrynosaura* puede ser explicada por la presencia del río Loa como un pasaje desde zonas costeras hasta el interior y viceversa; carecemos de suficientes evidencias para determinar si su origen fue la cordillera andina o las áreas costeras. Si aceptamos la conclusión de Etheridge (1995) que *Phrynosaura* es sinónimo de *Liolaemus*, luego debemos aceptar el origen andino de estas especies y "*Liolaemus*" *reichei* habría alcanzado la costa usando, presuntamente, el valle del río Loa. Sin embargo, no se han documentado especímenes de *P. reichei* y tampoco de *P. audituvelata* en la cuenca del Río Loa, a pesar de que sus condiciones métricas les permitirían desplazarse en ambas direcciones, tal como ocurre con los *Microlophus*. Los depredadores aéreos no incluyen lagartos en su dieta en Ojo Opache, cerca de Calama de acuerdo a Rau *et al.* (1997 a, b) y por lo tanto una explicación de la ausencia de *Phrynosaura*, basada en la predación diferencial de estas lagartijas es poco probable.

Varias especies de *Liolaemus* están presentes en la costa: *L. bisignatus*, *L. cf. atacamensis*, *L. hellmichi*, y *L. platei*; correspondientes al grupo "nigromaculatus" (Ortiz 1981). El conjunto mayoritario de especies de este grupo se encuentra en la Tercera y Cuarta Regiones, sugiriendo un centro de especiación en esas áreas, llamado "Norte Chico" en Chile. Poblaciones aisladas de este grupo se encuentran en la zona costera de Antofagasta. El grupo "nigromaculatus" ha sido objeto de estudios previos (Donoso-Barros 1966; Ortiz 1981). Las condiciones de aislamiento geográfico que propician la radiación de este grupo fueron señaladas por Hellmich (1934) y

luego revisadas por Fuentes y Jaksic (1979). De acuerdo con estos autores el avance de los glaciares hacia el norte es determinante en la fragmentación de poblaciones originales durante el Pleistoceno.

La Zona media, la cuesta Barros Arana y la cordillera de Domeyko

En esta región se encuentran especies de *Liolaemus* pertenecientes a dos linajes. El grupo "chileno" con poros prelocales generalmente presentes en número de cuatro o menos, y cartílago de Meckel con surco fusionado; y el grupo "montanus" con un evidente proceso en navaja en el hueso tibial en su parte posterior el que está asociado con una hipertrofia del músculo *tibialis* anterior (Etheridge 1995: 32).

*Liolaemus alticolor walkeri*, *L. constanzae* y *L. donosi* pertenecen al grupo "chileno", en tanto *L. fabiani* al grupo "montanus" ("*Liolaemus*" *audituvelata*, también pertenecería al grupo "montanus"). Todas estas especies se encuentran por sobre los 1000 msnm y *L. a. walkeri* alcanza elevaciones por sobre los 4100 m (Veloso *et al.* 1982; Núñez y Fox 1985).

En la cima de la cordillera de Domeyko habitan dos especies de *Liolaemus*: *L. constanzae* y *L. foxi*, esta última perteneciente al grupo "montanus" (Núñez *et al.* 2000). El grupo "montanus" tiene una distribución en la cordillera andina, el altiplano de Argentina y Bolivia. La presencia de *L. foxi* en la cordillera de Domeyko debe vincularse con una fragmentación del hábitat y sucesivo aislamiento de poblaciones de estas especies, debido a los cambios orogénicos o climáticos que afectaron el área (véase Núñez *et al.* 2000 para un comentario). En una exploración de la cuesta Barros-Arana de la Cordillera de Domeyko, se encontró a *L. constanzae* en su pendiente oriental y en la cima. Sin embargo, en la pendiente occidental, la distribución de lagartos se ve bruscamente interrumpida. Parece sorprendente que *Liolaemus foxi* no habite en este sector, no obstante que en él existen refugios, y un complicado sistema de drenaje con abundantes ítemes alimentarios. El análisis de una situación análoga de distribución geográfica, representada por *Liolaemus* en Chile central (Pinto *et al.* 1965 para el cerro El Roble; Jerez y Ortiz 1975 para el cerro La Campana) podría aportar algunas ideas respecto a la distribución de *L. foxi*. Fuentes (1981) y Jaksic (1979) documentaron zonación altitudinal para diferentes especies de *Liolaemus* y señalaron que esta zonación puede deberse a disponibilidad de microhábitats situación que también se extiende para especies de *Liolaemus* que viven en la cordillera andina de Santiago (lat. 33°). Sin embargo, no puede descartarse que una alternativa para esta distribución altitudinal puede ser la agresividad interespecífica (Núñez y Navarro 1993). De hecho, *L. constanzae* es un animal muy activo y agresivo que cuando es atrapado retuerce el cuerpo y muerde a su captor. Pese a ello esta especie no se distribuye al oeste de la cuesta Barros-Arana y tampoco y tampoco se han documentado especies de reptiles a ese lado de estas pendientes, las que no son fuertes pero aparecen más xéricas y de sustratos más duros que las áreas de mayor elevación, condiciones subóptimas para la práctica de cavar de *L. constanzae*.

En la zona media, pero al este de la cuesta Barros-Arana se encuentran *L. a. walkeri*, *L. constanzae*, *L. fabiani* y *Phrynosaura audituvelata*. Todas ellas son endémicas con distribución local, a excepción *L. a. walkeri* que se distribuye hasta los 4100 msnm. Probablemente esta especie no habite en la cordillera de Domeyko debido a la carencia de hábitats para ella. *L. a. walkeri* aparece como una especie fuertemente vinculada a vegetación tal como "paja brava" (*Festuca* sp.), matorrales, y parches rocosos, los que no se aprecian en estas áreas.

Por lo tanto, la composición de especies de la zona media está conformada por dos linajes de lagartijas. El conjunto de especies que aún permanece, es el remanente de un conjunto

previo, una rama (el grupo "montanus") adaptado a condiciones altiplánicas, y un grupo de dispersión secundaria desde el sur. Sin embargo, estas ideas son altamente especulativas. No se puede invocar otra explicación considerando las evidencias de que se dispone.

Para especies de distribución restringida y aislada, tal como *L. donosi* (Ortiz 1975) de Agua Verde, especie muy relacionada a *L. constanzae* (Velooso *et al.* 1982; Núñez y Jaksic 1992), la actual distribución puede ser explicada por un paulatino proceso de desertificación en la región norte. Agua Verde es el único parche de vegetación remanente en el área y refugio exclusivo de *L. donosi*. La actual distribución de otras especies restringidas como *L. paulinae* (Donoso-Barros 1966) del grupo "chileno" en la localidad de Calama, puede ser explicada también de la misma manera. No tenemos una explicación plausible para dar cuenta de por qué *L. paulinae* no tiene una distribución más amplia siguiendo el curso del río Loa.

Lo que hemos propuesto para *L. donosi* y *L. paulinae* puede ser reforzado si se considera la actual distribución de otras especies de vertebrados como el roedor *Ctenomys robustus* de la pampa del Tamarugal y el passeriforme embercizado *Zonotrichia capensis koepkeorum* del Perú. También estas especies tienen distribución restringida. Muchos ejemplos de la vegetación se pueden encontrar en la literatura, al menos 50 especies de plantas tiene distribución aislada en el norte del país (Méllica Muñoz com. pers.).

#### La zona oriental

Las siguientes especies pertenecen exclusivamente a esta área: *L. dorbignyi* (Núñez y Fox 1985; Núñez 1992), *L. erroneus* (Núñez y Yáñez 1983), *L. fabiani* (este trabajo), *L. multicolor* (este trabajo), *L. andinus* (Halloy *et al.* 1991), *L. islugensis* (este trabajo), *L. nigriceps* (este trabajo), *L. signifer* (Núñez 1992), *Phrynosaura* sp (este trabajo), *L. stolzmanni* (este trabajo) (= *P. stolzmanni*); todos ellos pertenecientes al grupo "montanus". *L. constanzae* y *L. a. walkeri* pertenecen al grupo "chileno" y son encontrados en la zona media también. Así, dos grupos de lagartos se encuentran en esta zona oriental. Como se mencionó previamente, las especies del grupo "montanus" habrían especiado en las montañas andinas, y las adscritas al grupo "chileno" probablemente se han dispersado desde el sur.

### PATRONES BIOGEOGRÁFICOS Y EVENTOS HISTÓRICOS

Aunque no existen evidencias paleontológicas de la presencia de los actuales lagartos en las regiones desérticas del norte de Chile, Perú o el altiplano, las historias tempranas de los Gekkónidos, Teiidos y Tropicóridos pueden ser trazadas hasta el Cretácico tardío. De acuerdo al registro fósil, Albino (1996) señala que la distribución de Squamata era más amplia que hoy durante el Cretáceo y durante casi todo el Terciario, debido a condiciones ambientales más homogéneas.

En nuestra opinión, el evento orogénico más importante es la apertura del paso de Drake en el Oligoceno y Mioceno temprano, originando la corriente de Humboldt que era cálida (Martínez Pardo y Martínez-Guzmán 1997). Durante el Plioceno la corriente de Humboldt se hizo más fría con severos cambios en la fauna de moluscos marinos, desde una comunidad tropical a una austral (Zinzmeister 1978). Este proceso determina un activo proceso de desecación (Muizon y Devries 1985) con retracción de flora tropical y avance hacia el norte de flora austral. Al mismo tiempo, una intensa actividad volcánica produjo un gran incremento de la ascensión de la cordillera andina que alcanza su altura actual. Las condiciones más frías desarrolladas

durante el Terciario superior culminan en la glaciaciones cuaternarias que se caracterizan por alternancia de condiciones áridas y húmedas (Arroyo *et al.* 1988) con consecuencias en la distribución de elementos de la flora y la fauna.

Se puede adelantar una explicación sintética para dar cuenta del origen de los lagartos que actualmente habitan en la Segunda Región considerando los cambios orogénicos y climáticos señalados para el área. El principal factor orogénico es el levantamiento de la cordillera andina, y el posterior un enfriamiento producido por la corriente de Humboldt. El proceso orogénico determina la formación de nuevos ambientes andinos y la fría corriente de Humboldt determina a su vez la desecación de un extenso territorio en el Norte de Chile y el Sur del Perú. El levantamiento y la progresiva desecación alcanzan su máximo durante el Cuaternario con la formación del Desierto de Atacama que conocemos en la actualidad. Esto propiciaría la dispersión de los lagartos hacia ambientes másicos de la cordillera y precordillera andinas, a lo largo de la cuenca del río Loa y de los diferentes oasis y valles con agua permanente que se encuentran en la actualidad.

Los hábitats de la costa, también sufrieron fragmentación determinada por condiciones xéricas, promoviendo el aislamiento y la subsiguiente especiación de *Microlophus*, *Garthia* y *Callopistes*.

Tanto el levantamiento de las tierras así como los procesos de desecación produjeron una matriz inicial de relaciones ecológicas entre las poblaciones ancestrales, permitiendo además, la ampliación de la distribución (dispersión) de taxa, en nuevos ambientes y promoviendo la especiación a mayores altitudes (por sobre 2500 msnm).

Adiciones y sustracciones de especies de una región pueden ser afectadas por diversos procesos: especiación, extinción, dispersión biótica y dispersión a distancia (Cracraft 1994). La especiación y la dispersión biótica se traducen en conjuntos de especies estructuradas jerárquicamente en un sentido Linneano, en tanto que la dispersión a distancia resulta en conjuntos desestructurados de especies. La especiación en los nuevos ambientes colonizados, y la dispersión biótica parecen ser el principal proceso operante en la fauna de lagartos de Antofagasta.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto sectorial FONDECYT 5960021. HN agradece a la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos el financiamiento de expediciones adicionales. Daniel Frassinetti proveyó de valiosa bibliografía fuera de nuestro alcance. Nuestra gratitud a Stanley Fox de la Universidad de Oklahoma por sus valiosas sugerencias que mejoraron el manuscrito.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, A.  
1996 The South American Fossil Squamata (Reptilia: Lepidosauria). *Munchner Geowiss. Abh. (A)* 30: 185-202.
- ARROYO, M.T., SQUEO, F., ARMESTO, J. y VILLAGRÁN, C.  
1988 Effects of aridity on plant diversity in the Northern Chilean Andes: result of a natural experiment. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 75: 55-78.



- CAPETILLO, J., NORTHLAND, I. e ITURRA, P.  
1992 Caracterización morfológica y cromosómica de *Phyllodactylus inaequalis* Cope y *Phyllodactylus gerrhopygus* (Wiegmann) (Gekkonidae) Nueva distribución geográfica en el Norte de Chile. Acta Zoológica Lilloana (Argentina) 41: 219-224.
- CEI, J.M.  
1986 Reptiles del centro, centro-oeste y sur de la Argentina - Herpetofauna de las zonas áridas y semiáridas. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino (Italy) Monogr. 4, 527 p.
- CEI, J.M.  
1993 Reptiles del noroeste, noreste y este de la Argentina - Herpetofauna de las selvas subtropicales, Puna y Pampas. Mus. Reg. Sci. Nat. Torino (Italy) Monogr. 14, 949 p.
- CHANI, J.  
1977 Relaciones de un nuevo Teiidae (Lacertilia) fósil del Plioceno superior, *Callopietes bicuspidatus* n.sp. Instituto Miguel Lillo. Univ. Nacional de Tucumán. Publ. Especial: 133-153. Tucumán, Argentina.
- CRACRAFT, J.  
1994 Species diversity, biogeography and the evolution of Biotas. Amer. Zool. 34 : 33-47
- DIXON, J.R. y HUEY, R.B.  
1970 Systematic of the lizards of the Gekkonid genus *Phyllodactylus* of mainland South America. Los Angeles Co. Mus. Cont. Sci. 192: 1-78.
- DONOSO-BARROS, R.  
1948 Alimentación del *Tropidurus peruviansis* (sic). Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. 24: 213-216.
- DONOSO-BARROS, R.  
1958 *Phrynosaura reichei* Werner, 1907 ¿una especie en extinción?. Inv. Zool. Chilenas. 4: 253-257.
- DONOSO-BARROS, R.  
1960a La familia Teiidae en Chile. Rev. Chilena Hist. Nat. 55: 41-54.
- DONOSO-BARROS, R.  
1960b Ecología de los reptiles chilenos. Invest. Zool. Chilenas. 6: 65-72.
- DONOSO-BARROS, R.  
1966 Reptiles de Chile. Edit. Universitaria. München. F. Bruckman.
- ETHERIDGE, R.  
1995 Redescription of *Ctenoblepharys adspersa* Tschudi, 1845, and the Taxonomy of Liolaeminae (Reptilia: Squamata: Tropiduridae). Am. Mus. Novitates. 3142, 34 p.
- FROST, D.  
1992 Phylogenetic analysis and taxonomy of the *Tropidurus* group of lizards (Iguania: Tropiduridae). Am. Mus. Novitates. 3033, 68 p.
- FUENTES, E.R.  
1981 Evolution of lizard niches in Mediterranean habitats. IN: F. di Castri (ed.) Maquis and Chaparral. Elsevier Publ. Netherland Chapter 23: 417-444.
- FUENTES, E.R. y JAKSIC, F.M.  
1979 Lizards and Rodents, an explanation for their relative diversity species in Chile. Arch. Biol. Med. Exper. 12: 179-190.

HALLOY, M., GROSSE, C. y LAURENT, R.

1991 *Liolaemus andinus* (Iguanidae) des deux côte des Andes. Revue. Fr. Aquariol. 18: 61-64.

HELLMICH, W.

1934 Die Eidechsen Chiles, Insbesondere die Gattung *Liolaemus*. Abh. Bay. Ak. Wiss. 24: 1-140.

JEREZ, V. y ORTIZ, J.C.

1975 Distribucin altitudinal del género *Liolaemus* (Squamata-Iguanidae) en el Cerro La Campana. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso (Chile) 8: 58-61.

LYNCH, J.D.

1986 Origins of the high andean herpetological fauna. IN: F. Vuillemier & M. Monasterio (Eds) . High altitude tropical biogeography. Oxford University Press 649 p.

MARTÍNEZ-PARDO, R. y MARTÍNEZ-GUZMÁN, R.

1997 Neogene Southeast Paleogeography, the opening of the Drake Passage and the Humboldt Current history: The Chilean micropaleontological Perspective. Actas VIII Congreso Geológico Chileno, Vol. 1: 525-529. Univ. Católica del Norte. Depto. Ciencias Geolgicas.

MUIZON, C. y DE DEVRIES, T.

1985 Geology and paleontology of late Cenozoic marine deposits in the Sacaco Area (Peru). Geol. Rundschau 74: 547-563.

NÚÑEZ, H.

1992 Geographical data of Chilean lizards and snakes in the Museo Nacional de Historia Natural, Santiago, Chile. Smithsonian Herpetological Information Service. 91, 29 p.

NÚÑEZ, H. y FOX, S.F.

1985 *Liolamys puritamensi*, a new species of iguanid lizard previously confused with *Liolaemus multiformis* (Squamata: Iguanidae). Copeia 1985(2): 456-460.

NÚÑEZ, H y NAVARRO, J.

1993 *Liolaemus patriciaturrae* y *Liolaemus isabelae*, dos nuevas especies de lagartijas para el norte de Chile. Aspectos biogeográficos y citotaxonmicos (Squamata, Tropicuridae). Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 44: 99-113.

NÚÑEZ, H. y TORRES-MURA, J.C.

1992 Adiciones a la herpetofauna de Chile. Not. Mens. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. 321: 10-14.

NÚÑEZ, H. y JAKSIC, F.

1992 Lista comentada de los reptiles terrestres de Chile continental. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 43: 63-91.

NÚÑEZ, H. y YÁNEZ, J.L.

1983a *Ctenoblepharis audituvelatus*, new species, a lizard from Northern Chile. Copeia 1983(2): 454-457.

NÚÑEZ, H. y YÁNEZ, J.L.

1984 *Liolaemus erroneus* nov. sp de Iguanidae para la zona norte de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 40: 91-95.

ORTIZ, J.C.

1973 Nota distribucional sobre *Liolaemus platei platei* Werner. An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso 6: 75-77.

ORTIZ, J.C.

1975 Una nueva especie de lagartija chilena, *Liolaemus donosoi* n. sp. (Squamata - Iguanidae). An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso (Chile) 8: 62-65.

ORTIZ, J.C.

1980 Revisión taxonómica del género *Tropidurus* en Chile. (1). I Reunión Iberoamericana Zoología de Vertebrados, La Rábida (España).

ORTIZ, J.C.

1981 Estudio multivariado de las especies de *Liolaemus* del grupo *nigromaculatus*. (Squamata-Iguanidae). An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso 14: 247-265.

ORTIZ, J.C.

1987 Une nouvelle espèce de *Liolaemus* (Sauria, Iguanidae) du Chili. Bull. Mus. Natn. Hist. Nat. Paris 4 ser., 9, Section A(1): 265-270.

ORTIZ, J.C.

1989 Description de *Liolaemus silvai* sp. nov. (Sauria, Iguanidae) du "Nord Chico" du Chili. Bull. Mus. Natn. Hist. Nat. Paris 4 ser., Section A(1): 247-252.

ORTIZ, J.C.

1994 Una nueva especie de lagarto altoandino del género *Liolaemus* (Sauria, Tropiduridae) Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile 65: 191-195.

ORTIZ, J.C. y MARQUET, P.

1987 Una nueva especie de lagarto altoandino: *Liolaemus islugensis* (Reptilia-Iguanidae). Gayana (Zoología) (Chile) 51(1-4): 59-63.

PETERS, J.A. y DONOSO-BARROS, R.

1986 Catalogue of the neotropical Squamata with new material by P.E. Vanzolini. Reviewed ed. Bol. 297. Smithsonian Institution.

PINTO, A., HERMOSILLA, W., DI CASTRI, F. y ASTUDILLO, V.

1965 Distribución altitudinal de lagartos y diversidad trófica de la herpetofauna del Cerro El Roble, Chile. Inv. Zool. Chil. 14: 32-40.

RACHUK, N.A.

1987 Genetic variation in *Sceloporus undulatus* : Effect of gene flow, isolation, and selection. Unpublished M.S. Thesis. Oklahoma State University , Stillwater Oklahoma, USA.

RAU, J., SORAYA, S., GANTZ, A. y COUVE E.

1997a Ecología trófica del halcón perdiguero (*Falco femoralis*) en el norte grande de Chile. III Congreso Chileno de Ornitología. V Encuentro Nacional de Ornitólogos. Actas 4.

RAU, J., LÓPEZ, P., GANTZ, A. y COUVE, E.

1997b Dieta del aguilucho (*Buteo polyosoma*) en el norte grande de Chile. III Congreso Chileno de Ornitología. V Encuentro Nacional de Ornitólogos. Actas 5.

VALENCIA, J y VELOSO, A.

1979 Zoogeografía de los saurios chilenos, proposiciones para un esquema ecológico de distribución. Medio Ambiente (Valdivia, Chile). 5(1-2): 5-14.

VELOSO, A., SALLABERRY, M., NAVARRO, J., ITURRA, P., VALENCIA, J., PENNA, M. y DÍAZ, N.

1982 Contribución sistemática al conocimiento de la herpetofauna del extremo norte de Chile. EN: A. Veloso y E. Bustos (eds.) El Ambiente Natural y las Poblaciones Humanas de Los Andes del Norte Grande de Chile. (Arica, lat. 10°28'S) I. 135-268. Montevideo. UNESCO - ROSTLAC.

YÁÑEZ, J.L. y NÚÑEZ, H.

1983 *Liolaemus fabiani*, a new species of lizard from Northern Chile (Reptilia: Iguanidae). Copeia 1983 (3): 788-790.

YOUNG-DOWNEY, A. y MORENO, J.

1990 A new species of Tropidurine lizard (Squamata: Tropiduridae) from Los Andes of Northern Chile. *Gayana (Zoología) (Chile)*, 55(4): 391-396.

ZINZMEISTER, W.

1978 Effect of formation of the west Antarctic ice sheet on shallow-water marine faunas of Chile. *Antarctic J. US* 13: 25-26.

Contribución recibida: 31.07.01; aceptada: 03.10.01