

PREFERENCIA DE MICROHABITAT POR *MICROLOPHUS QUADRIVITTATUS* (REPTILIA: SQUAMATA: TROPIDURIDAE) EN LA COSTA DE IQUIQUE: DIFERENCIAS SEXUALES, ONTOGENÉTICAS, ESTACIONALES Y AMBIENTALES

Jorge E. Mella Ávila

Dirección actual: Carlos Condell 385, La Cisterna, Santiago, Chile, email: jorgeemellaavila@vtr.net

RESUMEN

Microlophus quadrivittatus es una de las cinco especies de lagartos corredores reconocidas actualmente para el género *Microlophus* en Chile y, junto con *M. atacamensis*, son las únicas especies de lagartos corredores exclusivos de ambientes costeros. En cuanto al patrón de uso de hábitat de *M. quadrivittatus*, y en vista de la carencia de antecedentes cuantitativos, el objetivo de este estudio es analizar, en la costa de Iquique: a) el uso y preferencias de microhábitat, considerando tres variables: el tipo de sustrato, la altura de percha y el tamaño de rocas, y b) si el uso de estas variables experimentan cambios debido a diferencias sexuales, ontogenéticas, estacionales y ambientales. Este estudio se realizó en la costa de Iquique, en la Región de Tarapacá, con muestreos mensuales, entre julio de 2008 a febrero de 2012, en seis sectores costeros. Se evaluó la disponibilidad y uso por parte de *M. quadrivittatus* de tipo de sustrato, altura de percha y tamaño de rocas. Para el tipo de sustrato, los machos territoriales, adultos y subadultos prefieren rocas, independiente de la estación y del sector, mientras que los juveniles varían su preferencia por rocas, bolones y arena, dependiendo de la estación y sector. En el caso de altura de percha, los machos territoriales y adultos prefieren alturas mayores a 40 cm, independiente de la estación y sector, y los juveniles presentan mayor flexibilidad en el uso de alturas de percha, concentrándose entre 0 a 60 cm, con variaciones estacionales y espaciales, mientras que los subadultos prefieren alturas intermedias. En cuanto al tamaño de rocas, los juveniles muestran preferencia por rocas entre 40 a 60 cm, pero hay desplazamiento hacia rocas de menor tamaño cuando hay mayor cantidad de adultos, los que prefieren rocas grandes, mayores a 80 cm. Se discuten los resultados y se analizan en base al uso del nicho espacial tridimensional (cuyos ejes son: sustrato, altura de percha y tamaño de rocas).

Palabras claves: Chile, hábitat, nicho, ontogenia, Región de Tarapacá, reptiles.

ABSTRACT

Microhabitat preference by *Microlophus quadrivittatus* (Tschudi 1845) (Reptilia: Squamata: Topiduridae) in the coast of Iquique: sexual, ontogenetic, spatial and seasonal differences.

Microlophus quadrivittatus is one of the five species of running lizards currently recognized for the genus *Microlophus* in Chile, and together with *M. atacamensis*, they are the only species of running lizards exclusive to coastal environments. Regarding the pattern of habitat use of *M. quadrivittatus*, and since the lack of quantitative data, the objective of this study is to analyze, on the coast of Iquique: a) the use and preferences of microhabitat, considering three variables: the type of substrate, the perch height and the size of rocks, and b) if the use of these variables varies due to sexual, ontogenetic, seasonal and environmental differences. This study was carried out on the coast of Iquique, in the Tarapacá Region, with monthly samplings, between July 2008 and February 2012, in six coastal sectors. Availability and use by *M. quadrivittatus* of substrate type, perch height and rock size were evaluated. For the type of substrate, territorial, adult and subadult males prefer rocks, regardless of the season and sector, while juveniles vary their preference for rocks, boulders and sand, depending on the season and sector. In the case of perch height, territorial and adult males prefer heights greater than 40 cm, regardless of the season and sector, and juveniles show greater flexibility in the use of perch heights, concentrating between 0 and 60 cm, with variations seasonal and spatial, while subadults prefer intermediate heights. Regarding the size of rocks, juveniles show a preference for rocks between 40 and 60 cm, but there is a shift towards smaller rocks when there are more adults, who prefer large rocks, larger than 80 cm. The results are discussed and analyzed based on the use of the three-dimensional spatial niche (whose axes are: substrate, perch height and rock size).

Key words: Chile, habitat, niche, ontogeny, reptiles, Tarapacá Region.

INTRODUCCIÓN

Microlophus quadrivittatus es una de las cinco especies de lagartos corredores reconocidas actualmente para el género *Microlophus* en Chile (Ruiz de Gamboa 2020), y junto con *M. atacamensis* (Donoso Barros 1966), son las únicas especies de lagartos corredores exclusivos de ambientes costeros, ya que las otras tres especies, se encuentran también en ambientes de interior (Donoso-Barros 1966; Ortiz 1980a, b; Mella 2017).

En nuestro país, se han realizado algunos estudios en *Microlophus*, la mayoría sobre las especies litorales, restringiéndose a revisiones taxonómicas (Ortiz 1980a; Vidal *et al.* 2017); estudios morfológicos (Ortiz 1980a, b; Northland *et al.* 1987; Vidal y Ortiz 2004; Ibáñez *et al.* 2015), fisiológicos (Báez y Cortés 1990; Sepúlveda *et al.* 2008); citogenéticos (Northland *et al.* 1987; Victoriano *et al.* 2003) y ecológicos (Rodríguez y Gómez 1983; Vidal *et al.* 2002; Fariña *et al.* 2008; Marambio-Alfaro 2106; Mella 2020), además de notas puntuales sobre alimentación (Segura 2014; Reyes y Mella 2018).

Sobre la especie costera *M. quadrivittatus*, que se distribuye entre Arica y la desembocadura el río Loa, entre el nivel del mar a 100 msnm (Donoso-Barros 1966; Ortiz 1980a,b; Demangel 2016; Mella 2017), se disponen de antecedentes generales sobre su historia natural, como su comportamiento territorial, habitante de roqueríos y playas de la costa, con segregación espacial entre adultos y juveniles, simpátrica con el gecko *Phyllodactylus gerrhopygus* (Donoso-Barros 1966; Ortiz 1980a,b; Northland *et al.* 1987; Báez y Cortés 1990; Vidal y Ortiz 2004; Vidal y Labra 2008; Mella 2020). En su fisiología, y al igual que *M. atacamensis*, presenta independencia térmica, con temperatura corporal de campo entre 34 °C a 36 °C en invierno y verano, respectivamente y con temperatura corporal seleccionada (en terrario) de 36,6 °C (Ibarguengoytía 2008). En relación a su alimentación, pareciera también ser muy similar a *M. atacamensis*, con probable canibalismo sobre infantiles, y consumiendo algas, dípteros, himenópteros, coleópteros, dermápteros, hemípteros, moluscos y crustáceos (Ortiz 1980a, b; Vidal y Labra 2008; Mella 2017). Específicamente, se ha observado consumiendo cangrejos pequeños (*Petrolisthes violaceus*) y algas como el luche (*Porphyra columbina*) y lechuga de mar (*Ulva sp.*; Segura 2014), con una observación de captura sobre laucha doméstica (*Mus musculus*; Reyes y Mella 2018). Considerando estudios ecológicos, Mella (2020) documentó cambios en el tamaño poblacional de dicha especie en la costa de Iquique, registrando amplias variaciones numéricas en todos los grupos etarios (juveniles, subadultos, adultos), asociados a cambios estacionales, así como a disponibilidad de microhábitats, con los adultos dominando en ambientes rocosos y los juveniles siendo más abundantes en playas arenosas.

En cuanto al patrón de uso de hábitat de *M. quadrivittatus*, y en vista de la carencia de antecedentes cuantitativos, el objetivo de este estudio es analizar, en la costa de Iquique: a) el uso y preferencias de microhábitat, considerando tres variables: el tipo de sustrato, la altura de percha y el tamaño de rocas, y b) si el uso de estas variables varían por diferencias sexuales, ontogenéticas, estacionales y ambientales.

ÁREA DE ESTUDIO Y MÉTODOS

Área de estudio y disponibilidad de microhábitats

Este estudio se realizó en la costa de Iquique, en la Región de Tarapacá, con muestreos mensuales, entre julio de 2008 a febrero de 2012 ($n = 29$ como máximo, aunque no continuo). Se seleccionaron seis sectores costeros: caleta Cñaño, Punta Patache, playa de la Sal, playa Chauca 1, playa Chauca 2 (todos

muy cercanos entre sí, detalles de ubicación en Mella 2020) y finalmente, Pozo Toyo (20°28'40" S, 70°10'06" O), ubicado a 35 km al norte de los otros sectores.

Dependiendo del objetivo, los sectores fueron muestreados con distinta intensidad y frecuencia, siendo caleta Cañaño y Punta Patache las que tuvieron mayor esfuerzo de muestreo (29 y 27 periodos de muestreo, respectivamente), seguidos por playa La Sal ($n = 21$), playa Chauca 2 ($n = 7$), playa Chauca 1 ($n = 5$) y Pozo Toyo (1 muestreo).

En los sectores señalados, se cuantificó la disponibilidad del tipo de sustrato en base a los metros totales cubiertos por arena, bolones y rocas, y se calculó el porcentaje de cobertura relativa disponible, por cada sector (detalles en Mella 2020).

La disponibilidad de altura de percha se estimó para cada sector, en un recorrido paralelo a la costa, registrando la altura de percha (en bolones y rocas), cada dos metros, por toda la longitud del recorrido. La altura se midió en centímetros, utilizando una huincha métrica. Se agruparon las alturas en rangos de 10 cm y se estimó la frecuencia (porcentaje) de cada rango disponible, en relación al total de puntos en cada recorrido. En el caso de que el microhábitat fuese arena, se consideró una altura de 0 cm, y se agruparon las frecuencias mayores a 200 cm. Se excluyó de este análisis la localidad de Pozo Toyo.

La disponibilidad de tamaño de rocas se estimó en cuatro localidades (caleta Cañaño, Punta Patache, playa Chauca 2 y Pozo Toyo), en cinco transectos aleatorios de 25 m para cada localidad (distribuidos aleatoriamente), en que se mide el tamaño de roca cada 2 m a lo largo de cada transecto (en cm, utilizando una huincha métrica). Se agruparon los tamaños en rangos de 20 cm y se estimó la frecuencia (porcentaje) de cada rango disponible, en relación al total de puntos en cada recorrido. Se agruparon las frecuencias mayores a 200 cm de diámetro.

Uso de microhábitats (sustrato, altura de percha y tamaño de roca)

En cada muestreo mensual, y en recorridos paralelos por la franja costera (cubriendo los primeros 10 m a partir de la línea de marea, siguiendo a Mella 2020), se registró cada ejemplar de *Microlophus quadrivittatus* observado, detallando: (1) **su sexo y edad**, en cuatro categorías: (1.a) **macho**: incluye machos adultos territoriales, de hasta 28 cm de longitud total, pierden el patrón de bandeo y son fuertemente melánicos (Demangel 2016; Mella 2017); (1.b) **adulto**: incluye los machos no territoriales y hembras adultas (con tamaños estimados mayores a 20 cm), los que conservan el diseño de cuatro bandas y carecen de fuerte melanismo (Demangel 2016; Mella 2017); (1.c) **subadulto**: tamaño mediano, estimado entre 12 a 20 cm de longitud total, de aspecto proporcionado (ni frágil ni robusto, siguiendo a Mella 2017), y (1.d) **juvenil**: incluye crías recién nacidas, de tamaño pequeño (estimado hasta menores a 12 cm), y de aspecto fino, con la cabeza proporcionalmente grande y coloración plomiza, con cuatro bandas oscuras (Mella 2017; ver Figura 2 en Mella 2020). (2) **el tipo de microhábitat**, en tres variables: (2.a) el **sustrato** sobre el que se observó cada ejemplar, en tres categorías: rocas, bolones y arena; (2.b) la **altura de percha** donde se observó cada ejemplar, medido en cm (utilizando una huincha, desde el nivel del suelo), y (2.c) el **tamaño de rocas** en que se observó cada ejemplar, midiendo el diámetro del eje mayor de la roca (en cm).

En el caso del sustrato y la altura de percha, se agruparon los datos de cada mes en muestreos estacionales (asumiendo independencia de una observación de la campaña siguiente): verano (enero a marzo), otoño (abril a junio), invierno (julio a septiembre) y primavera (octubre a diciembre). Los muestreos se realizaron entre las 9:00 h y las 17:00 h. En el caso del tamaño de rocas utilizado por los ejemplares, se cuantificó sólo en un período (julio 2010) y algunos sectores.

Análisis estadísticos

Para evaluar la preferencia por sustrato, altura y tamaño se utilizó la prueba de Chi² (χ^2) con un nivel de significancia de 5%, utilizando corrección de Yates (agrupando categorías, de modo que la frecuencia esperada sea mayor a 1, y corrigiendo el valor total esperado de acuerdo al total de registros observados (similar a Mella 2020).

RESULTADOS

Disponibilidad de tipos de sustrato

De las seis localidades, caleta Cádiz está dominado por bolones y rocas, y menor proporción de arena, relativamente similar a Punta Patache y Chauca 2, dominado por bolones y roqueríos costeros, aunque sin arena. Por otra parte, playa La Sal presenta microhábitats diversos, con similar dominancia de playa arenosa, bolones y rocas, mientras que playa Chauca 1 posee un microhábitat casi exclusivo de playa arenosa (detalles en Mella 2020), y Pozo Toyo presenta sólo roqueríos costeros.

Disponibilidad de altura de percha

La mayor disponibilidad de alturas de percha se presenta entre los 10 a los 40 cm (entre 10 a 50% de frecuencia), y sobre los 200 cm, al menos en tres localidades (Cádiz, Patache y playa La Sal, con una frecuencia entre al 35 al 40%; Apéndice 1A). En playa Chauca 1, domina casi exclusivamente la altura mínima (0 cm, con 95% de frecuencia), mientras que en Patache predomina el estrato bajo, entre 1 a 10 cm (más de 50% de frecuencia), y en Cádiz el estrato entre 1 a 20 cm (entre 20 a 30% de frecuencia; Apéndice 1A). Alturas de percha entre 100 a 200 cm son casi inexistentes en todas las localidades analizadas (Apéndice 1A).

Disponibilidad de tamaño de rocas

La mayor disponibilidad de tamaños de roca se presenta entre los 0 a los 40 cm (entre 15 a 40% de frecuencia), al menos en dos localidades (Cádiz y Patache; Apéndice 1B). En playa Chauca 2, dominan los tamaños medios entre 40 a 100 cm (entre 10 a 20% de frecuencia), mientras que en Pozo Toyo predomina el tamaño entre 40 a 80 cm (entre 15% a 20% de frecuencia; Apéndice 1B). Tamaños de roca entre 100 a 200 cm son casi inexistentes en todas las localidades analizadas, y tamaños sobre 200 cm se presentan entre un 5% a un 10% (Apéndice 1B).

Uso de tipo de sustrato

Considerando el uso y la disponibilidad de los distintos sustratos (arena, bolones y rocas) por los diferentes estados, los machos territoriales, los adultos y los subadultos muestran preferencia significativa por las rocas, independiente de la estación del año y del sector (Tabla 1, ver ejemplos en Figura 1 y 2), mientras que los juveniles prefieren roca, bolones y arena dependiendo de los sectores y estaciones (Tabla 1; Figura 2 y Figura 3). Así, analizando diferencias estacionales, los juveniles prefieren algún tipo de sustrato salvo en verano, donde no se registran diferencias significativas (Tabla 1). Comparando los distintos sectores, en Cádiz los juveniles muestran preferencia por rocas, independiente de la estacionalidad (Tabla 1 y Figura 1); en Patache por bolones (salvo en primavera y verano); en La Sal por rocas (en invierno y otoño) y por bolones y arena (en primavera; Tabla 1, Figura 2 y Figura 3), mientras que no muestra preferencia

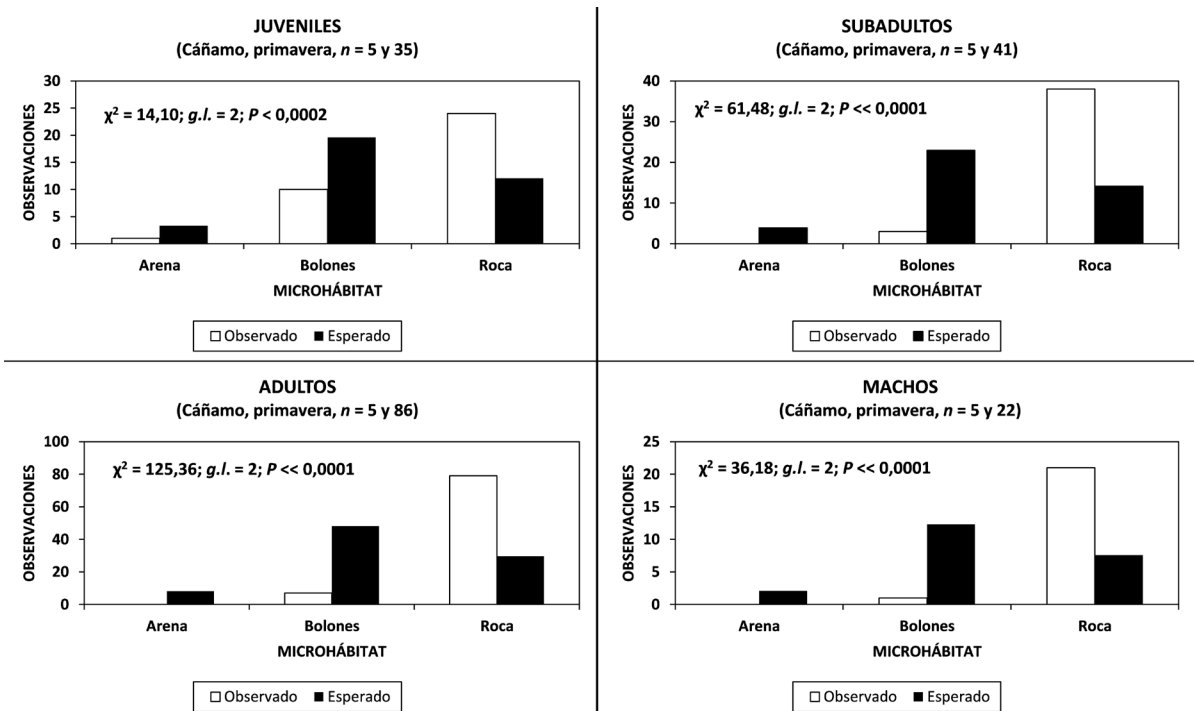


Figura 1. Uso observado y esperado de tipo de sustrato en *Microlophus quadrivittatus*, primavera, para el sector Cáñamo, Costa de Iquique. Se indica el uso para juveniles, subadultos, adultos y machos territoriales. En paréntesis, se indica con n el número de réplicas estacionales (primer valor) y el número de registros (segundo valor).

en verano. Finalmente, en Chauca 1 prefieren el uso de bolones y rocas (sólo en invierno), mientras que en Chauca 2 no hay preferencia por ningún sustrato (Tabla 1; Figura 3).

Uso de altura de percha

Considerando el uso y la disponibilidad de las distintas alturas de percha por los diferentes estados, los machos territoriales y los adultos muestran preferencia significativa por alturas mayores a 40 cm, independiente de la estación del año y del sector (Tabla 2, ver ejemplos en Figura 4 para adultos en todos los sectores y Figura 5 para machos en todas las estaciones). En el caso de los juveniles, en general éstos muestran mayor flexibilidad en el uso de alturas de percha, prefiriendo bajas alturas, concentrándose entre 0 a 40 ó 60 cm, al menos en tres sectores: Cáñamo, Patache (Figura 6) y playa La Sal, con algunas variaciones estacionales, sobre todo en playa La Sal (Tabla 2). Finalmente, los subadultos muestran también una conducta flexible en el uso de las distintas alturas de percha, concentrándose en general en alturas intermedias, entre 10 a 80 cm, y mostrando cierto grado de sobreposición con los juveniles a baja altura y con los adultos a mayor altura (Tabla 2; Figura 7).

Uso de tamaño de rocas

En Cáñamo (en invierno de 2010), en un muestreo efectuado en la mañana (9:15 hrs), con sólo 5 adultos observados, los juveniles muestran preferencia significativa por rocas de tamaño medio (entre 40 cm a 60 cm), y en menor medida, por rocas más grandes (Figura 8, superior). En el mismo sector, en

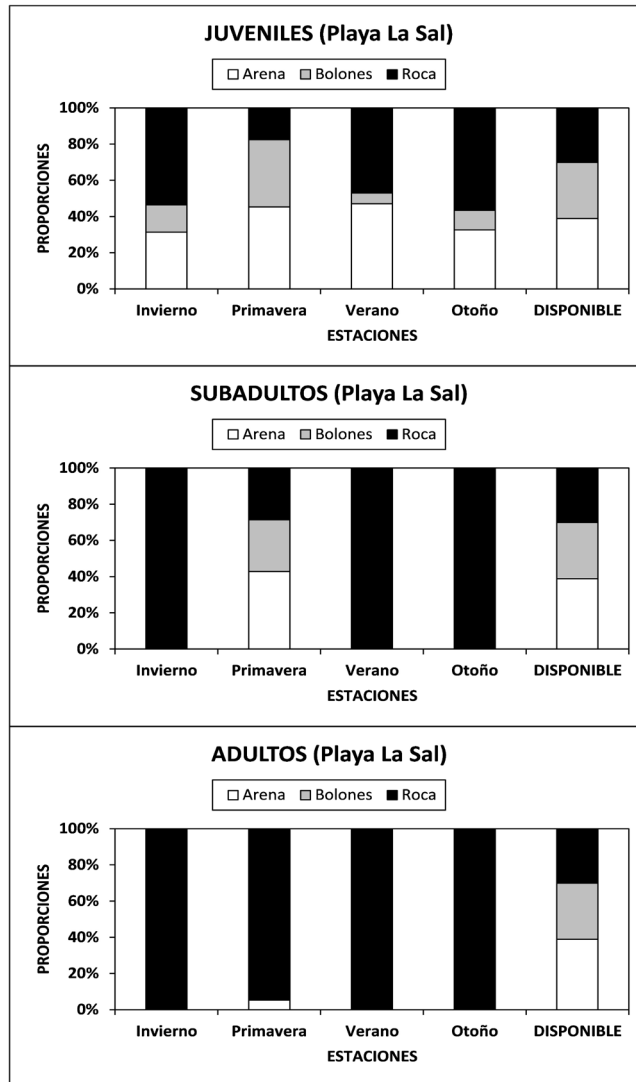


Figura 2. Proporciones de uso de tipo de sustrato en *Microlophus quadrivittatus*, para el sector Playa La Sal, en las distintas estaciones del año, Costa de Iquique. Se indica el uso para juveniles, subadultos y adultos, además de la disponibilidad de cada sustrato.

un muestro realizado en la tarde (13:15 hrs), con 9 adultos observados, se mantiene la preferencia de los juveniles por rocas entre 40 cm a 60 cm, pero hay un desplazamiento de los ejemplares que estaban en rocas de mayor tamaño, observándose muchos juveniles en rocas de menor tamaño (menos de 40 cm, Figura 8, inferior). En Patache (en la misma fecha) no hay preferencia significativa por tamaño de rocas ($\chi^2 = 4,78$; g.l. = 2; n = 12; p = 0,09). En playa Chauca 2 (y en igual fecha), los subadultos no muestran preferencia significativa por tamaño de rocas (Figura 9), mientras que los adultos (incluyendo machos territoriales) prefieren rocas grandes, mayores a 80 cm, y en mayor medida, mayores a 120 cm (Figura 9), llegando a un máximo de 740 cm (en macho) y 370 cm (en hembra y/o macho no territorial). Finalmente, en Pozo Toyo, para el mismo periodo, y donde el número de juveniles y subadultos es muy bajo, los adultos también muestran preferencia por las rocas de mayor tamaño, mayores a 80 cm (Figura 9), llegando a un máximo de 500 cm (en macho territorial) y 360 cm (en hembra y/o macho no territorial).

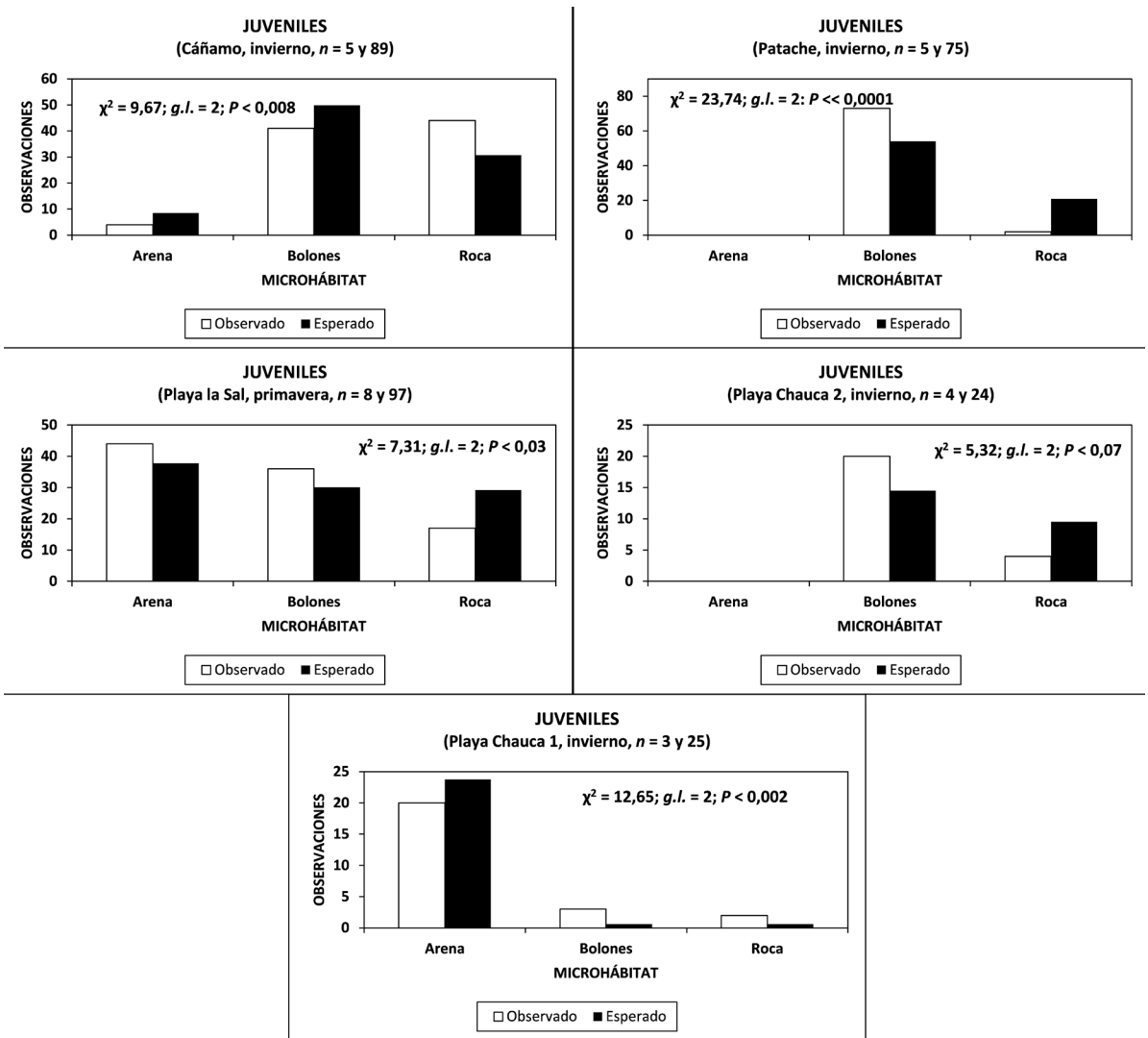


Figura 3. Uso observado y esperado de tipo de sustrato en juveniles de *Microlophus quadrivittatus*, para los distintos sectores, Costa de Iquique. En paréntesis, se indica con *n* el número de réplicas estacionales (primer valor) y el número de registros (segundo valor).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Considerando el tipo de sustrato, los machos territoriales, adultos y subadultos presentan una conducta de preferencia por las rocas, independiente de la estación del año y del sector, mientras que los juveniles son más flexibles, prefiriendo rocas, bolones y arena, dependiendo del contexto temporal o la disponibilidad espacial de los tipos de sustrato. Dicha flexibilidad conductual de los juveniles puede estar condicionada para minimizar la interacción intraespecífica negativa con los adultos, y así evitar el eventual canibalismo, como ocurriría con la especie congénérica *M. atacamensis* (Ortiz 1980a, b).

En relación a la altura de percha, los machos territoriales y los adultos consistentemente prefieren mayores alturas, no importando la estación del año ni la distinta disponibilidad espacial. En el otro extremo, los juveniles muestran nuevamente mayor flexibilidad en el uso de distintas alturas de percha, aunque prefieren bajas alturas (entre 0 a 60 cm), con algunas variaciones estacionales y dependiendo del sector. Es interesante notar que los subadultos tienen una conducta flexible, prefiriendo concentrarse en alturas intermedias, sobreponiéndose a bajas alturas de percha con los juveniles y a mayores alturas con los adultos. Esta conducta es la esperada por especies territoriales saxícolas, para mejor avistamiento de presas, mayor exposición al sol y mejor defensa del territorio, con conductas de agresión entre machos (Sufán-Catalán y Núñez 1993; Vidal *et al.* 2002). Vidal *et al.* (2002) registraron resultados similares de segregación de altura de percha en *Microlophus atacamensis*, otro lagarto corredor costero, con distribución más sureña (regiones de Antofagasta a Coquimbo; Mella 2017). En dicha especie, y en ambientes con presencia de rocas, los machos (al igual que las hembras adultas) se ubican en promedio, a alturas de percha mayores que los juveniles (2,0 m versus 0,3 m, respectivamente; Vidal *et al.* 2002), lo que estaría explicado por el comportamiento agresivo de los adultos hacia los juveniles, incluyendo probable canibalismo (Donoso-Barros 1966; Ortiz 1980a,b). A diferencia de nuestro estudio, Vidal *et al.* (2002) no encontraron diferencias entre los sexos en la segregación de altura de percha. En nuestro caso, a pesar que la altura de percha sobre 2 metros se agrupó en una sola categoría, la mayor frecuencia de registros de los machos territoriales se concentra a las máximas alturas de percha, llegando a más de 4,5 metros, mientras que los otros adultos (hembras y machos no territoriales) se observaron a alturas inferiores (máximo observado de 3,5 metros), mostrando una clara segregación espacial a dichas alturas. Lo anterior se verificó observando la segregación espacial de cada harén en el grupo de rocas asociadas a su territorio, en que el macho territorial se posa en la mayor altura, mientras que las hembras y subadultos de su harén utilizan menores alturas de percha.

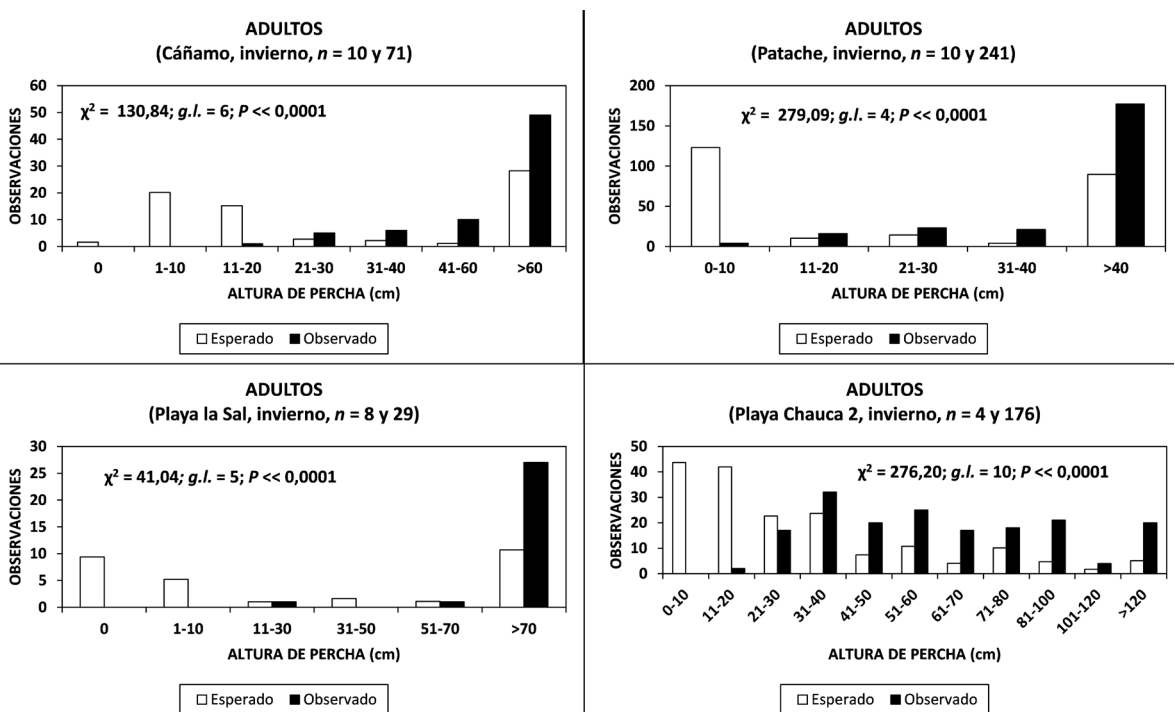


Figura 4. Uso observado y esperado de altura de percha en adultos de *Microlophus quadrivittatus*, para los distintos sectores, en invierno, Costa de Iquique. En paréntesis, se indica con *n* el número de réplicas estacionales (primer valor) y el número de registros (segundo valor).

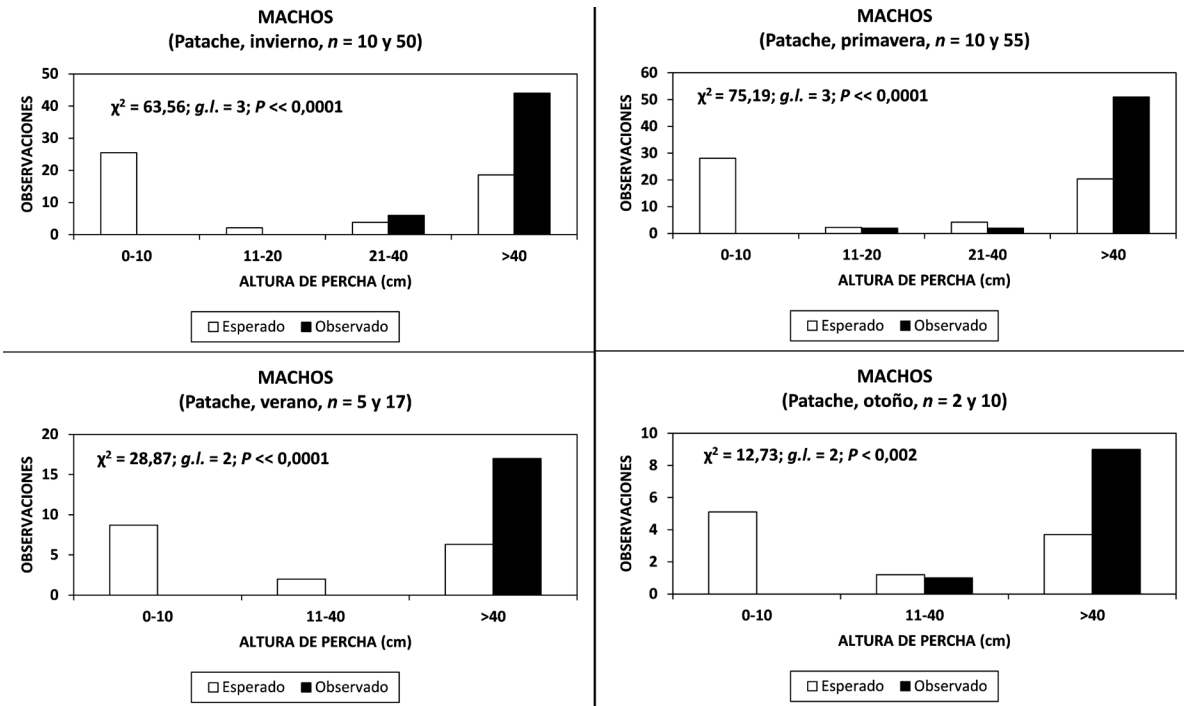


Figura 5. Uso observado y esperado de altura de percha en machos territoriales de *Microlophus quadrivittatus*, para las distintas estaciones, en el sector Patache, Costa de Iquique. En paréntesis, se indica con *n* el número de réplicas estacionales (primer valor) y el número de registros (segundo valor).

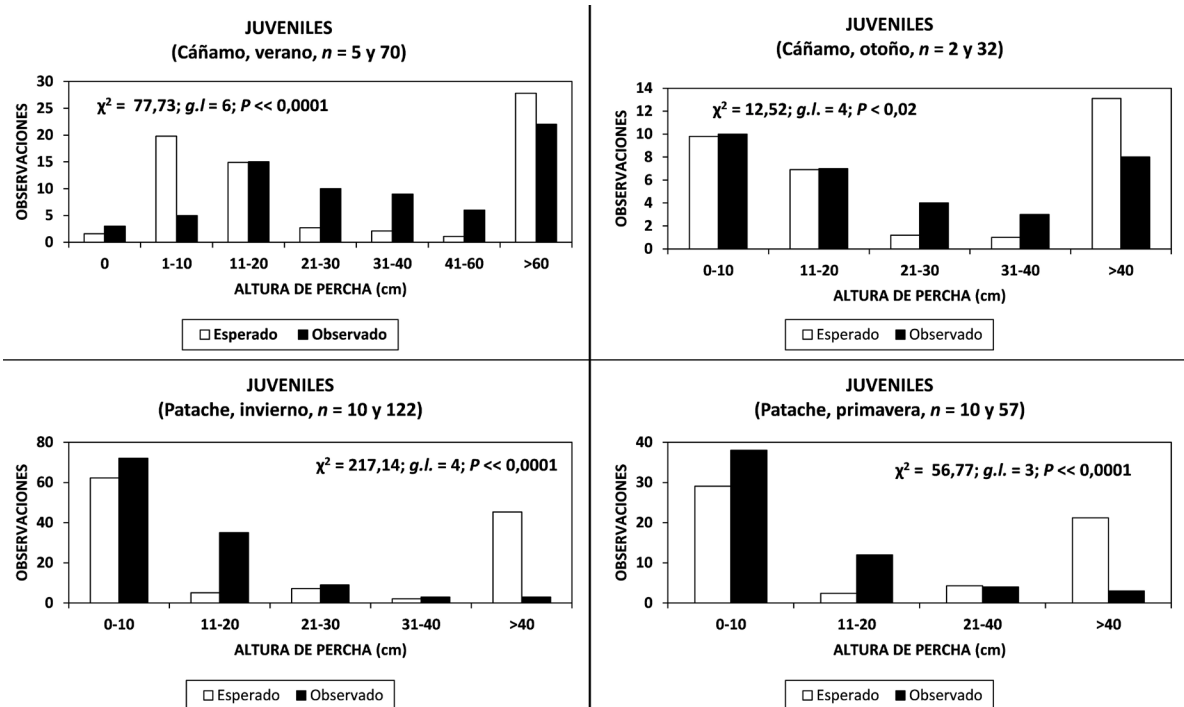


Figura 6. Uso observado y esperado de altura de percha en juveniles de *Microlophus quadrivittatus*, para las distintas estaciones, en los sectores Patache y Cañamo, Costa de Iquique. En paréntesis, se indica con *n* el número de réplicas estacionales (primer valor) y el número de registros (segundo valor).

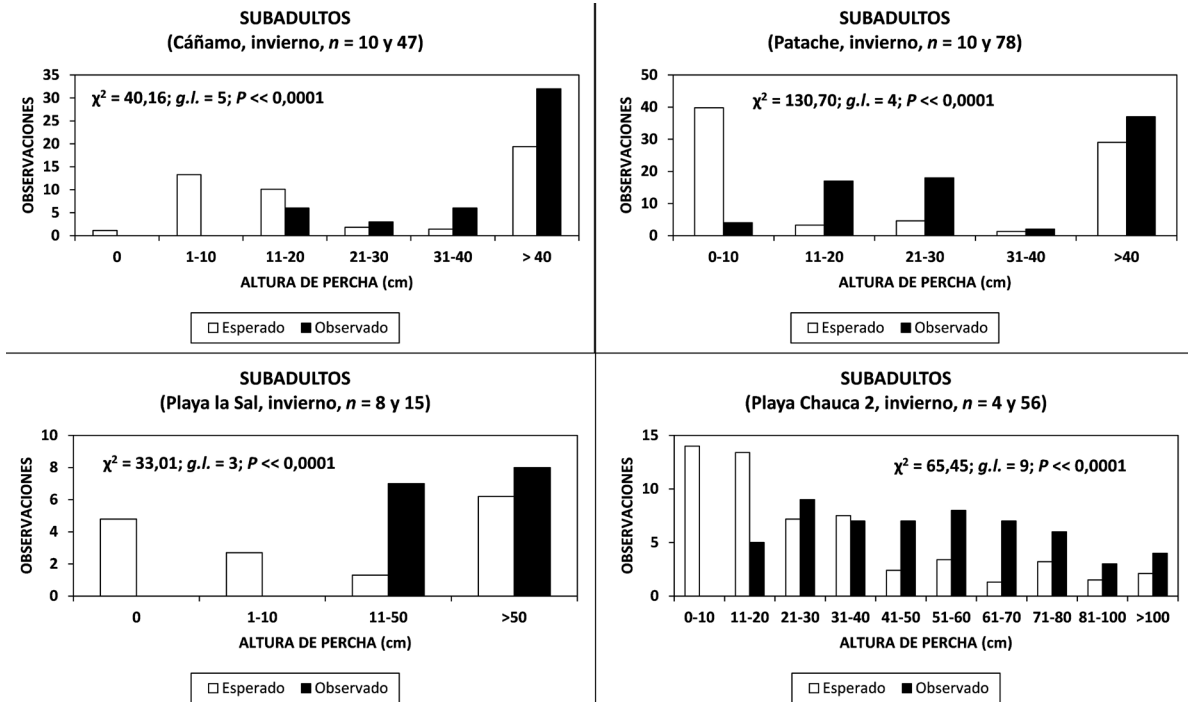


Figura 7. Uso observado y esperado de altura de percha en subadultos de *Microlophus quadrivittatus*, para los distintos sectores, en invierno, Costa de Iquique. En paréntesis, se indica con *n* el número de réplicas estacionales (primer valor) y el número de registros (segundo valor).

Finalmente, en base al tamaño de las rocas, en Cañaño por los juveniles prefieren las rocas de mayor tamaño, pero esta conducta se muestra en condiciones de baja abundancia y/o lejanía de adultos. Los adultos (incluyendo machos territoriales), en playa Chauca 2 y en Pozo Toyo prefieren consistentemente rocas de gran tamaño, sobre los 80 cm de diámetro. En la zona andina de Santiago (específicamente, en la Reserva Natural El Morado), Mella (2007) mostró selección de tamaño de rocas por reptiles saxícolas, la que se puede relacionar con el tamaño de las especies: así, existe preferencia por rocas de menor tamaño en *Liolaemus moradoensis* (longitud total de 170 mm), y preferencia por rocas de gran tamaño en *Liolaemus valdesianus* (longitud total de 228 mm). En nuestro caso, a la escala intraespecífica, los ejemplares de mayor tamaño prefieren las rocas más grandes (posiblemente relacionado a la perchas más altas), las que ofrecen mayor territorio, mayor capacidad de vigilancia de éste, mayor oferta de recursos, y mayor inercia térmica (lo que determinaría mayor actividad de los ejemplares de mayor tamaño corporal).

En una representación esquemática general, y combinando las tres variables del microhábitat (sustrato, altura de percha y tamaño de rocas) como ejes espaciales del nicho tridimensional (Figura 10), los machos territoriales y los adultos presentan preferencia por rocas, concentrándose a mayores alturas de percha y en rocas de mayor tamaño, mientras que los juveniles son más plásticos en sus conductas, ya que prefieren rocas, bolones y arena dependiendo de la disponibilidad, generalmente a baja altura de percha (0 a 60 cm; Figura 10). En ese caso, de los tres ejes del nicho espacial, los machos y los adultos se sobreponen en dos de los tres ejes, y en gran parte del eje altura, y la única segregación es que los machos utilizan la zona superior del eje altura de percha (no mostrado en Figura 10, para simplificar la comparación). Por otra parte, la conducta de los ejemplares subadultos es más rígida en su preferencia por rocas, pero más flexible en el caso de la altura de percha, prefiriendo alturas intermedias, y no muestran preferencia por el tamaño de las rocas (Figura 10). Este grado de flexibilidad y desplazamiento de nicho, sobre todo para los ejemplares juveniles y subadultos (en distinto contexto de abundancia de adultos), describe diferencias intrapoblacionales para minimizar

la competencia por espacio y/o recursos, y es una muestra de lo dinámico del concepto de nicho (en este caso específico, nicho espacial). Obviamente, como el nicho es multidimensional, se puede asociar a otros ejes (no sólo espaciales), como el estudio de Núñez (1996), que comparó el nicho en tres dimensiones (microhábitat, tiempo de actividad y dieta) para dos especies de *Liolaemus* de Chile central. En dicho estudio, *L. hernani* y *L. curis* se segregan en la combinación de los tres ejes analizados, en base a la diferencia en predictibilidad y amplitud de nicho de ambas especies.

En resumen, *Microlophus quadrivittatus* es una especie preferentemente saxícola, independiente de las condiciones estacionales, ambientales y sexuales, pero cuyo uso de rocas (y parámetros asociados, como altura de percha y tamaño) varía ontogenéticamente, lo que puede ser analizado en términos de desplazamiento de nicho, y las relaciones sociales entre individuos de distinta edad.

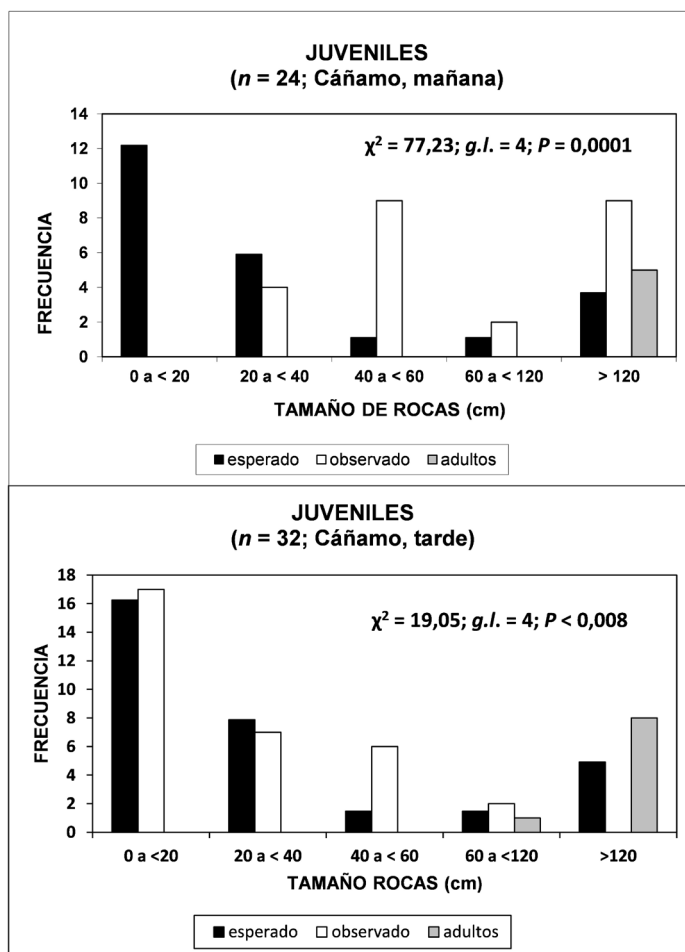


Figura 8. Uso observado y esperado de tamaño de rocas en juveniles de *Microlophus quadrivittatus*, Cádiz, invierno 2010, Costa de Iquique. Se muestran dos contextos de interacción intraespecífica: en la mañana, con bajo número de adultos (superior) y en la tarde, con alto número de adultos (inferior). En paréntesis, se indica con *n* el número de registros.

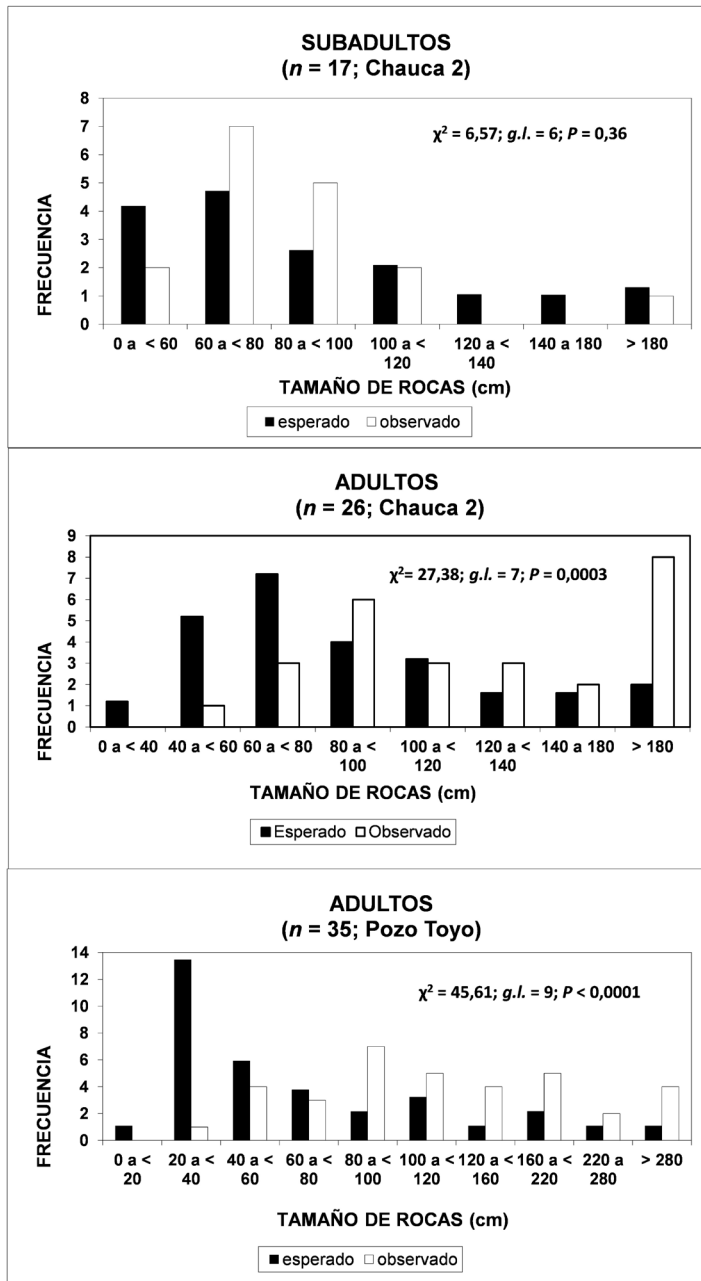


Figura 9. Uso observado y esperado de tamaño de rocas en subadultos y adultos de *Microlophus quadrivittatus*, para los distintos sectores, en invierno 2010, Costa de Iquique. En paréntesis, se indica con *n* el número de registros.

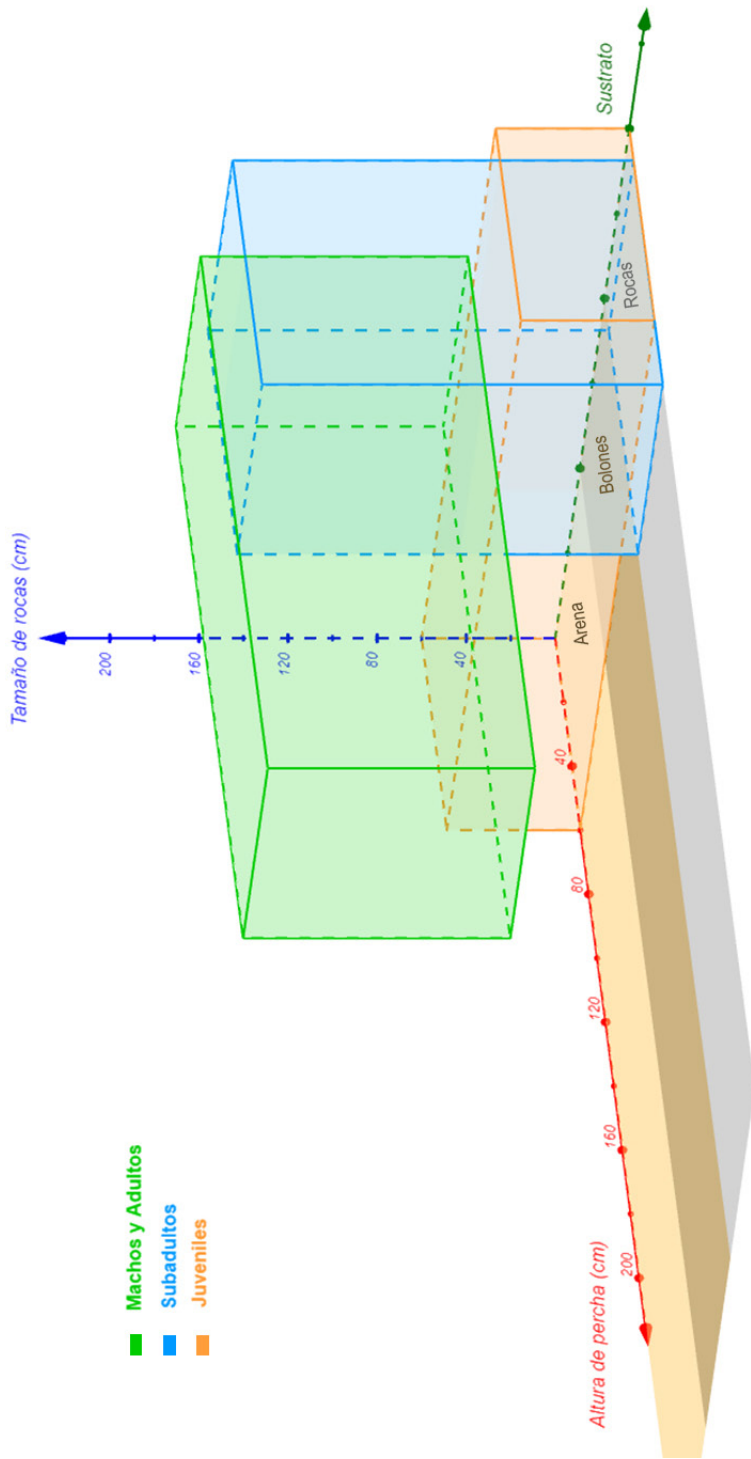


Figura 10. Representación esquemática de uso tridimensional de nicho espacial para *Microlophus quadrivittatus*, en la costa de Iquique.

Tabla 1. Preferencias por tipo de sustrato en *Microlophus quadrivittatus*, en los distintos sectores y estaciones del año. Se indica la preferencia significativa (en base a la prueba de χ^2) por Roca (R), Bolones (B) y Arena (A).

SECTOR	EDAD/SEXO															
	JUVENILES				SUBADULTOS				ADULTOS				MACHOS			
	Inv	Pri	Ver	Oto	Inv	Pri	Ver	Oto	Inv	Pri	Ver	Oto	Inv	Pri	Ver	Oto
CAÑAMO	R	R	ns	R	R	R	ns	N/A	R	R	R	R	R	R	R	N/A
PATACHE	B	ns	ns	B	R	R	N/A	ns	R	R	R	R	R	R	R	R
LA SAL	R	A,B	ns	R	R	ns	N/A	N/A	R	R	R	N/A	N/A	N/A	N/A	sr
CHAUCA 2	ns	ns	-	-	R	ns	-	-	R	R	R	-	R	R	R	-
CHAUCA 1	B, R	ns	-	-	N/A	N/A	-	-	sr	sr	-	-	sr	sr	-	-

Abreviaturas: Inv = Invierno; Pri = Primavera; Ver = Verano; Oto = Otoño. ns = no significativo; N/A = No aplica (por bajo n muestral); sr = sin registro de ejemplares; - = sin muestreo.

Tabla 2. Preferencias por altura de percha en *Microlophus quadrivittatus*, en los distintos sectores y estaciones del año. Se indica la preferencia significativa (en base a la prueba de χ^2) por rango de altura (en cm).

SECTOR	EDAD/SEXO															
	JUVENILES				SUBADULTOS				ADULTOS				MACHOS			
	Inv	Pri	Ver	Oto	Inv	Pri	Ver	Oto	Inv	Pri	Ver	Oto	Inv	Pri	Ver	Oto
CAÑAMO	11-40	21-60	21-60	21-40	>20	>20	>40	N/A	>40	>60	>40	>20	>40	>30	N/A	N/A
PATACHE	0-20	0-20	0-20	0-10	>10	>10	>10	>10-40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40
LA SAL	11-90	0-40	0-40	21-40	>10	0-50	N/A	N/A	>70	>70	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CHAUCA 2	ns	ns	-	-	41-80	21-80	-	-	>40	>30	-	-	>50	>40	-	-

Abreviaturas: Inv = Invierno; Pri = Primavera; Ver = Verano; Oto = Otoño. ns = no significativo; N/A = No aplica (por bajo n muestral); - = sin muestreo

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Centro de Ecología Aplicada (CEA) las facilidades otorgadas para la realización del muestreo. Pamela Mella Torres y Eson Savoy Vallejos diseñaron la Figura 10. A los revisores anónimos, que mejoraron la claridad del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BÁEZ, C. y A. CORTÉS. 1990. Precisión de la termorregulación conductual del lagarto neotropical *Tropidurus quadrivittatus*. (Lacertilia: Iguanidae). Revista Chilena de Historia Natural 63: 203-209.
- DEMANGEL, D. 2016. Reptiles en Chile. Fauna Nativa Ediciones. 619 pp.
- DONOSO-BARROS, R. 1966. Reptiles de Chile. Santiago, Chile: Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago. 458 págs.
- FARIÑA, J.M., M. SEPULVEDA, M.V. REYNA, K.P. WALLEM y P.G. OSSA-ZAZZALI. 2008. Geographical variation in the use of intertidal rocky shores by the lizard *Microlophus atacamensis* in relation to changes in terrestrial productivity along the Atacama Desert coast. Journal of Animal Ecology 77: 458-468.
- IBÁÑEZ, S., M.A. VIDAL, J.C. ORTIZ y F. TORRES-PÉREZ. 2015. Geometric morphometric analysis of the head of *Microlophus atacamensis* (Tropiduridae) in a latitudinal gradient. Zoological Studies 54:24. 8 pág.
- IBARG ÜENGOYTIA, N.R. 2008. Estrategias reproductivas en reptiles. En: M. Vidal & A. Labra (eds.) Herpetología de Chile. Science Verlag Chile. 391-425.
- MARAMBIO-ALFARO, Y. 2016. *Microlophus atacamensis* en la costa del norte de Chile, su potencial como biomonitor de procesos de contaminación industrial. VII Congreso Chileno de Anfibios y Reptiles, Santiago, Libro de Resúmenes.
- MELLA, J. 2007. Reptiles del Monumento Natural El Morado, Región Metropolitana, Chile: Abundancia relativa, distribución altitudinal y preferencia por rocas de distinto tamaño. Gayana, Vol. 71:16-26.
- MELLA, J. 2017. Guía de Campo de Reptiles de Chile. Tomo 2: Zona Norte. Peñaloza APG (Ed.). Santiago, Chile. 316 páginas + XVI.
- MELLA, J. 2020. Tamaño poblacional del lagarto *Microlophus quadrivittatus* (Tschudi, 1845) (Reptilia, Squamata, Tropiduridae) en la costa de Iquique, Chile: diferencias ontogenéticas, temporales y ambientales. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, 69(2): 1-17.
- NORTHLAND, I., J. CAPETILLO, P. ITURRA y A. VELOSO. 1987. Estudios morfológicos y cromosómicos en el género *Tropidurus* (Iguanidae) del norte de Chile. Anales del Museo de Historia Natural, Valparaíso 18: 115-122.
- NÚÑEZ, H. 1996. Autoecología comparada de dos especies de lagartijas de Chile Central. Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile, N° 50: 1-60.
- ORTIZ, J.C. 1980a. Revisión taxonómica del género *Tropidurus* en Chile. I Reunión Iberoamericana de Zoología de Vertebrados, La Rábida 1977: 355-377.
- ORTIZ, J.C. 1980b. Estudios comparativos de algunas poblaciones de *Tropidurus* de la costa chilena. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso, Vol. 13: 267-277.
- REYES, F. y J. MELLA. 2018. Observación de Captura de *Mus musculus* Linnaeus, 1758 (Mammalia, Rodentia, Muridae) por *Microlophus quadrivittatus* Tschudi, 1845 (Reptilia, Squamata, Tropiduridae) en la costa del norte de Chile. Biodiversity and Natural History, Vol. 4, N°1: 8-10.
- RODRÍGUEZ, E.S. y A.V. GÓMEZ. 1983. Autoecología de *Tropidurus theresioides* (Lacertilia: Iguanidae). Tesis de Bachillerato, Universidad de Chile, Iquique. 21 pp.
- RUIZ DE GAMBOA, M. 2020. Estados de conservación y lista actualizada de los reptiles nativos de Chile. Boletín Chileno de Herpetología, 7: 1-11.
- SEGURA, B. 2014. Observaciones sobre la alimentación de *Microlophus quadrivittatus* (Tschudi 1845). Boletín Chileno de Herpetología 1: 18.

- SEPÚLVEDA, M., M.A. VIDAL, J.M. FARIÑA y P. SABAT. 2008. Seasonal and geographical variation in thermal biology of the lizard *Microlophus atacamensis* (Squamata: Tropiduridae). *Journal of Thermal Biology* 33: 141-148.
- SUFÁN-CATALÁN, J. y H. NÚÑEZ. 1993. Estudios autoecológicos en *Pristidatyplus cf. valeriae* (Squamata, Polychridae) de Chile central. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*. 44: 115-130.
- VICTORIANO, P.F., F. TORRES-PÉREZ, J.C. ORTIZ, L.E. PARRA, I. NORTHLAND y J. CAPETILLO. 2003. Variación aloenzimática y parentesco evolutivo en especies de *Microlophus* del grupo “*peruvianus*” (Squamata: Tropiduridae). *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 65-78.
- VIDAL, M. y A. LABRA. 2008. *Herpetología de Chile*. Science Verlag Chile, 593 pp.
- VIDAL, M. y J.C. ORTIZ. 2004. Análisis osteológico en dos especies de *Microlophus* (Sauria, Tropiduridae) de la costa chileno-peruana. *Gayana (Concepción)* 68(1): 9-19.
- VIDAL, M., J.C. ORTIZ y A. LABRA. 2002. Sexual and age differences in ecological variables of the lizard *Microlophus atacamensis* (Tropiduridae) from northern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 75: 283-292.
- VIDAL, M., J.C. ORTIZ, C. SÁNCHEZ, G. ESCOBAR y F. TORRES-PÉREZ. 2017. Identidad taxonómica de *Microlophus heterolepis* (Wiegmann, 1835) y *Microlophus yanezi* (Ortiz, 1980), dos buenas especies del desierto interior de Chile y Perú. *Gayana*, 81(2): 100-110.

APÉNDICE

Apéndice 1. A: Disponibilidad de altura de percha, y B) disponibilidad de tamaño de rocas en distintos sectores, Costa de Iquique.

