



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

Área académica de Biología

Análisis evolutivo del tamaño corporal asociado con el uso de sustrato en lagartijas del género *Abronia* (Squamata: Anguidae)

T E S I S

para obtener el Título de
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A:

JOEL HERNÁNDEZ GUERRERO

Bajo la dirección de

Dra. Irene Goyenechea Mayer-Goyenechea

MINERAL DE LA REFORMA, HIDALGO.

2025



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería
School of Engineering and Basic Sciences

Mineral de la Reforma, Hgo., a 27 de junio de 2025

Número de control: ICBI-D/1173/2025

Asunto: Autorización de impresión.

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH

Con Título Quinto, Capítulo II, Capítulo V, Artículo 51 Fracción IX del Estatuto General de nuestra Institución, por este medio, le comunico que el Jurado asignado al egresado de la Licenciatura en Biología **Joel Hernández Guerrero**, quien presenta el trabajo de titulación "**Análisis evolutivo del tamaño corporal asociado con el uso de sustrato en lagartijas del género Abronia (Squamata: Anguidae)**", ha decidido, después de revisar fundamento en lo dispuesto en el Título Tercero, Capítulo I, Artículo 18 Fracción IV; dicho trabajo en la reunión de sinodales, **autorizar la impresión del mismo**, una vez realizadas las correcciones acordadas.

A continuación, firman de conformidad los integrantes del Jurado:

Presidente: Dra. Norma Leticia Manríquez Morán

Secretario: Dr. Luis Fernando Rosas Pacheco

Vocal: Dra. Irene Goyenechea Mayer Goyenechea (directora)

Suplente: Dr. Leonardo Fernández Badillo

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"

Mtro. Gabriel Vergara Rodríguez
Director del ICBI

GVR/YCC

Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. C.P. 42184
Teléfono: 771 71 720 00 Ext. 40001
direccion_icbi@uaeh.edu.mx, vergara@uaeh.edu.mx

"Amor, Orden y Progreso"



2025



uaeh.edu.mx

Dedicatoria

A mis padres, Isidro y Maria Victoria, quienes me han brindado todo el amor y el apoyo del mundo a lo largo de mi vida. A mis hermanos, Saúl, Vianey y Jorge Luis, por estar siempre a mi lado, por crecer conmigo y darme ese cariño y respaldo que solo un hermano puede ofrecer. Sin ustedes y sus sacrificios no sería la persona que soy hoy, y mucho menos habría alcanzado esta meta. Cada logro en mi vida, incluido este, está dedicado con todo mi amor para ustedes. Gracias por ser mi inspiración y fortaleza. Los amo profundamente.

A las lagartijas del género *Abronia*, guardianas de los bosques de niebla, cuya existencia inspira respeto y admiración. Que su presencia en la naturaleza continúe siendo un recordatorio de la importancia de preservar nuestro entorno y las historias que lo acompañan.



Ilustración de la lagartija *Abronia graminea*.

Agradecimientos

A mi directora de tesis, la Dra. Irene Goyenechea Mayer-Goyenechea, por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo bajo su dirección. Por su apoyo académico y moral durante este proceso, así como por sus consejos, comentarios, llamados de atención y, sobre todo, por la paciencia que me brindó y que enriqueció la elaboración de esta tesis.

Al comité tutorial, conformado por la Dra. Norma Manríquez, el Dr. Leonardo Badillo y el Dr. Fernando Rosas, por enriquecer este trabajo con sus valiosos comentarios y críticas, y por resolver mis dudas, permitiéndome aprender de su experiencia.

A mi hermano, Saúl Domínguez, por su invaluable apoyo en la elaboración de este trabajo y en mi formación como biólogo: resolviendo dudas, orientándome, explicándome temas, brindándome apoyo académico y económico, pero, sobre todo, por inspirarme a adentrarme más en esta hermosa carrera y continuar preparándome profesionalmente.

A los curadores de las colecciones científicas: el Dr. Omar Hernández Ordoñez, de la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles (CNAR), y el M. en C. Edmundo Pérez Ramos, de la Colección Herpetológica del Museo de Zoología Alfonso L. Herrera, por proporcionarme los ejemplares y la información necesaria para llevar a cabo este trabajo.

Al Dr. Adrián Nieto Montes de Oca, por compartirnos la filogenia que utilizamos para la elaboración de esta Tesis.

Al Dr. Israel Solano Zavaleta, por su ayuda e interés al proporcionarme ejemplares de especies que no había encontrado en las colecciones. Gracias a su apoyo este trabajo se vio enriquecido.

A Anahí Saldívar, la primera amiga que tuve desde el día en que entré a la carrera, y a Paola Romero, la mejor amiga que esta etapa me pudo regalar. Gracias por todo el apoyo durante esta aventura académica y también fuera de ella, por las risas, los consejos y el sinfín de anécdotas que compartimos.

A mis compañeros del grupo 01 de la generación 2019-2023 de la Licenciatura en Biología, por compartir esta travesía y hacer más amena mi estancia en la universidad. A los amigos que me brindó la carrera: Alonso Velázquez, Jassiel Rojas, Jaqueline Anaya, David Campos, Emiliano Hernández y Yalletzín Contreras, por su amistad, sinceridad y por los gratos recuerdos que siempre llevaré conmigo.

Por último, agradezco a todas las personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a la culminación de esta etapa de mi vida.

Contenido

Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Antecedentes	4
<i>Género <i>Abronia</i></i>	<i>4</i>
Tamaño corporal y uso de microhábitat	5
Justificación.....	7
Hipótesis	8
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos.....	8
Materiales y métodos.....	9
Selección y separación de especies por sustrato.....	9
Búsqueda y selección de colecciones	10
Toma de datos.....	10
Análisis estadísticos.....	11
Métodos comparativos filogenéticos	11
Resultados	12
Discusión.....	23
Conclusiones.....	26
Referencias	27

Resumen

Abronia es un género de lagartijas que pertenece a la familia Anguidae, que se distribuye en México y Centroamérica en bosques templados, bosques mesófilos de montaña y bosques de pino-encino. El género *Abronia* cuenta con 39 especies descritas, 32 arbóreas y 7 terrestres. El objetivo de este trabajo fue evaluar la relación del microhábitat con el tamaño corporal para explicar si el medio en donde se desarrollan estas lagartijas, se encuentra asociado a fenotipos específicos a través de un análisis de correlación y una reconstrucción de estados ancestrales y microhábitat. Se revisaron 82 ejemplares adultos de cinco colecciones científicas que representan el 71% de las especies de interés. Se tomaron datos morfométricos respecto a siete variables (longitud hocico-cloaca, extremidades anteriores, extremidades posteriores, largo de cola, diámetro lateral, largo y ancho de cabeza). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas con relación a la longitud hocico-cloaca (LHC), el ancho de la cabeza y la longitud de las extremidades posteriores (22.3%, 50.5% y 38.5% diferencias porcentuales respectivamente). A partir de una reconstrucción de estados de carácter ancestrales de uso de sustrato, se observaron convergencias evolutivas respecto al uso del microhábitat, con cuatro orígenes independientes del uso del microhábitat terrestre al arbóreo. Se encontraron diferencias filogenéticas significativas en la LHC, así como longitudes mayores en las especies arbóreas que en las terrestres y una tendencia al aumento del tamaño corporal cada vez que ocurre la transición de uso de microhábitat terrestre-arbóreo.

Palabras clave: *Abronia*, tamaño corporal, convergencia, uso de microhábitat, evolución, sistemática.

Abstract

Abronia is a genus of lizards inside the Anguidae family, distributed in Mexico and Central America in temperate forests, mountain cloud forests and pine-oak forests. The genus *Abronia* have a total of 39 described species, 32 arboreal and 7 terrestrial. The objective in this work was to evaluate the relationship between microhabitat and body size to explain if the environment where they develop is associated with specific phenotypes through a correlation analysis and a microhabitat and ancestral state reconstruction. 82 adult specimens of five scientific collections out of 71% species of interest were reviewed and morphometric data registered. Morphometric data about seven variables (snout-vent length, forelimbs, hind limbs, tail length, lateral diameter, head length and width) were measured. Statistically significant differences concerning snout-vent length (LHC), head width and hind limb length were found (22.3%, 50.5% y 38.5% percentual differences respectively). Using an ancestral reconstruction of substrate usage, evolutionary convergences on the use of the microhabitat were observed, resulting in four independent origins of the arboreal microhabitat. There were also significant phylogenetic differences regarding LHC, indicating larger body sizes in arboreal species over terrestrial species and showing a tendency to increase body size each time the transition of terrestrial-tree microhabitat use occurs.

Keywords: *Abronia*, body size, convergence, use of microhabitat, evolution, systematic.

Introducción

El tamaño corporal es una de las características más importantes de los animales y estudiar cómo evoluciona es central para entender los procesos y patrones detrás de la gran diversidad de especies que existen sobre la Tierra (Peters, 1983). El tamaño corporal está asociado con todas las características biológicas de los animales, por ejemplo, la fecundidad, la longevidad y la tasa metabólica (Marangoni, 2016). Por ello, si conocemos cómo evoluciona el tamaño corporal de los organismos, simultáneamente podemos entender cómo evolucionan otros atributos de interés.

La evolución del tamaño corporal ha sido estudiada ampliamente en función de los factores abióticos. Se sabe, por ejemplo, que los animales endotermos (aves y mamíferos) de ambientes fríos son más grandes que sus parientes de ambientes cálidos (regla de Bergmann). Este patrón está asociado con la conservación del calor (a menor temperatura ambiental, los tamaños más grandes conservan mejor la temperatura corporal) (Meiri, 2011). En los animales ectotermos (como crustáceos, insectos, peces y escamados), la regla de Bergmann no es consistente y aún es necesario entender cuáles son las presiones de selección responsables de la evolución del tamaño corporal.

Una de las características ecológicas más importantes para entender la evolución de la longitud corporal en los animales ectotermos, ha sido el uso del sustrato (Collar, 2010; 2011). Las serpientes de hábitos arborícolas, por ejemplo, tienden a ser más largas y delgadas que las serpientes de hábitos terrestres (Alencar *et al.*, 2017). En este ejemplo, los cuerpos más largos y ligeros tienen mejor movilidad a través de las ramas. Aunque la asociación entre el tamaño corporal y el uso de sustrato en organismos ectotermos ha tomado gran interés desde un punto de vista evolutivo, aún es necesario entender si de forma recurrente ciertos sustratos promueven fenotipos convergentes (*i.e.* formas parecidas en ambientes similares).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar si el uso de sustrato está asociado con la evolución del tamaño corporal en las lagartijas del género *Abronia*. En este grupo han ocurrido transiciones independientes de uso de sustrato, lo cual las hace un modelo de estudio ideal para evaluar la posible evolución convergente del tamaño corporal asociada con uso sustrato.

Ya que los tamaños grandes suelen estar asociados con los hábitos arbóreos, en este trabajo se predice que las especies arbóreas de *Abronia* son más largas que sus contrapartes terrestres. Además, otras características correlacionadas con el tamaño corporal también suelen diferir entre los organismos con diferente uso de sustrato. Por ello, en este estudio, también se incluyeron otras variables morfológicas que podrían estar asociadas con el uso diferencial del sustrato en las lagartijas del género *Abronia*.

Antecedentes

Género *Abronia*

El género *Abronia* es un grupo de lagartijas conocido comúnmente como escorpiones o dragoncitos, el cual pertenece al orden Squamata, en la familia Anguidae. La familia Anguidae forma un grupo monofilético, que contiene además de *Abronia*, a los géneros *Anguis*, *Anniella*, *Barisia*, *Desertum*, *Dopasia*, *Elgaria*, *Gerrhonotus*, *Hyalosaurus*, *Ophisaurus* y *Pseudopus* (The Reptile Database, 2025). La familia Anguidae se encuentra distribuida en América, África, Europa y Asia, aunque se encuentra mayormente representada en América y su distribución abarca gran parte del continente (Ast, 2003; Villegas-Ruíz, 2015; The Reptile Database, 2025).

De acuerdo con The Reptile Database (2025) actualmente el género *Abronia* comprende un total de 39 especies, siete de las cuales son terrestres y 32 son arbóreas. Las especies del género *Abronia* habitan principalmente bosques mesófilos de montaña, bosque de pino, bosques de pino encino y bosque tropical perennifolio en zonas que se encuentran entre los 1305 y 3060 m s.n.m. (Sunyer y Köhler, 2007; SEMARNAT, 2018; Guerra-Centeno *et al.*, 2014). El significado etimológico de *Abronia* proviene del griego *habros* (bonito, agraciado) y del latín *ia* (perteneciente a), esto haciendo referencia a la apariencia graciosa y atractiva de estos escamados (Campbell y Frost, 1993). Las especies del género *Abronia* pueden presentar estilos de vida tanto terrestres como arborícolas, a pesar de que estos estilos de vida no se intercalan en la mayoría de especies, sino que son afines a uno en particular, existen especies como *Abronia taeniata* y *Abronia graminea* donde existen registros de ser encontrados en ambos microhábitats (Ramírez-Perez, 2008). A nivel morfológico presentan caracteres como un pliegue en el costado entre las patas traseras y delanteras (característica distintiva de la familia Anguidae), cuerpos robustos y alargados, cabezas anchas y aplanadas y colas largas (Campbell y Frost, 1993; Sánchez-Herrera *et al.*, 2017). Aunque, también hay una diversidad morfológica entre las especies con base en la preferencia de microhábitat, donde las especies con hábitos arborícolas presentan longitudes de cola mayores que las de su hocico-cloaca, cuerpos robustos con extremidades, garras largas y una cola prensil o semiprensil (Solano-Zavaleta, 2020); mientras que las especies terrestres presentan cuerpos cilíndricos con colores predominantemente moteados con escamas rugosas y quilladas, ausencia de escamas supraauriculares alargadas y espinosas (comúnmente conocidos como cuernos o alas), extremidades robustas y garras retráctiles (Martínez-Fonseca *et al.*, 2015; Solano-Zavaleta, 2016; CONABIO, 2025). Aunque el género *Abronia* se encuentra distribuido desde el sur de Tamaulipas hasta el norte de Panamá, México cuenta con la mayor parte de las especies de este género (27), 23 de las cuales, son endémicas (Gutiérrez-Rodríguez *et al.*, 2020; The Reptile Database, 2025).

El género *Abronia* fue descrito a principios del siglo XIX por el zoólogo alemán Arend Friedrich August Wiegmann con el nombre de *Gerrhonotus deppii* (especie tipo). Aunque, no fue hasta 1838, que el naturalista inglés, John Edward Gray cambió la taxonomía y separó a esta especie del género *Gerrhonotus* y la ubicó un nuevo género, *Abronia*; aunque también aparecen los géneros *Barisia*, *Elgaria* y *Gerrhonotus* (Jardine *et al.*, 1838). Después de que se usara por primera vez el género *Abronia* como un grupo monofilético, la taxonomía de la familia Anguidae no cambió sino hasta a finales de siglo, donde Cope (1877) únicamente reconoció a los géneros *Gerrhonotus*, *Barisia*, *Pterogastero* y *Mesaspis*, siendo estos últimos

dos propuestos por primera vez. Años más tarde, se hicieron cambios adicionales y Anguillidae quedó conformada por los géneros *Gerrhonotus*, *Ophisaurus*, *Diploglossus*, *Sauressia*, *Panolopus*, *Anguis* y *Ophiodes* (Boulenger, 1885). Posteriormente a mediados del siglo XX, Tihen (1949) presentó una revisión taxonómica donde se reconocían cinco géneros: *Abronia*, *Gerrhonotus*, *Elgaria*, *Barisia*, y *Coloptychon*, considerando nuevamente a *Abronia* como un género válido. Sin embargo, fue hasta a finales del siglo XX e inicios del siglo XXI que varios autores reconocieron a *Abronia* como un grupo monofilético (Campbell y Frost, 1993; Flores-Villela y McCoy, 1993; Flores-Villela y Sánchez-Herrera, 2003). La propuesta taxonómica más reciente surgió en 2020, cuando Gutiérrez-Rodríguez *et al.* realizaron una investigación en la que documentaron que los géneros *Abronia* y *Mesaspis* no son monofiléticos, sino que conforman un solo grupo.

Tamaño corporal y uso de microhábitat

El tamaño corporal ha sido una de las características más relevantes cuando se estudia a los animales. El tamaño, es fundamental al evaluar aspectos como la ecología, fisiología, evolución y comportamiento de los seres vivos y sus tasas de evolución o extinción (Meiri, 2008). Asimismo, la evolución del tamaño corporal es un rasgo que ha sido estudiado debido a la importancia que tiene en las historias de vida de las especies (Pérez-Ben, 2018). En animales, la locomoción es importante desde un punto de vista ecológico y evolutivo, ya que los cambios que se presentan se encuentran asociados con alteraciones en atributos como alimentación, selección sexual, supervivencia etc. (Aerts *et al.*, 2000).

En escamados, la divergencia entre especies sobre el uso de hábitat ejerce una fuerte influencia con relación a la diversificación morfológica (Aerts *et al.*, 2000). Un ejemplo de la relevancia de este rasgo se puede observar en los organismos homeotermos (mamíferos y aves) donde, a menor temperatura ambiental (mayor latitud), mayor es el tamaño corporal de los organismos (regla de Bergmann) (Meiri, 2011). En ectotermos (por ejemplo, reptiles y anfibios) es una característica bien estudiada y que se encuentra influenciada por diversos factores, incluidos la termorregulación, la fisiología, el uso de microhábitat entre otros (Herrel *et al.*, 2002; Collar *et al.*, 2011; Claunh *et al.*, 2021).

En cuanto al microhábitat, se sabe que se encuentra asociado al tamaño corporal (Jenssen *et al.*, 1998; Jaksić *et al.*, 1980). Uno de los primeros trabajos realizados comparando el uso de microhábitat y el tamaño corporal en escamados fue hecho por Jaksić *et al.* en 1980, en este trabajo se comparó el tamaño de las extremidades y de la cola en lagartijas del género *Liolaemus* que se desarrollan en ambientes arbóreos, terrestres y saxícolas. No se encontraron diferencias en cuanto al tamaño de las extremidades, pero sí en el tamaño de la cola para algunas especies saxícolas, por lo que se sugirió que las diferencias podrían deberse a que las colas más largas proporcionan mejor equilibrio a la hora de trepar arbustos.

Uno de los ejemplos más famosos de cómo el uso de sustrato afecta la evolución morfológica en animales es el trabajo hecho por Losos *et al.* (1998), donde se comparó la morfología que presentan lagartijas del género *Anolis* que se desarrollaban en las copas de los árboles, ramas, troncos y suelo, en cuatro islas del Caribe. Este trabajo demostró que las condiciones del entorno pueden dar lugar a fenotipos convergentes sugiriendo que la adaptación más que la restricción, puede dar lugar a respuestas evolutivas predecibles (Losos *et al.*, 1998).

Otro estudio se llevó a cabo en 2011 por Collar *et al.* con lagartijas del género *Varanus*, donde compararon el tamaño corporal de las especies que ocupaban diferentes sustratos (arbóreo, terrestre y rocoso). En este trabajo se observó que las especies con hábitos terrestres presentaban los tamaños corporales más grandes, pero con colas más pequeñas, mientras que los de ambientes rocosos eran de tamaños más pequeños ya que el tamaño les ayudaba a esconderse entre las rocas. En cuanto a los arbóreos, estos tenían tamaños intermedios con mayor tendencia hacia los pequeños, pero que la cola tanto en varanos arbóreos y rocosos era de mayor tamaño, ya que proporcionaba un mejor equilibrio a la hora de escalar. Uno de los trabajos más recientes se llevó a cabo en serpientes; en ese estudio, Alencar *et al.* (2017), compararon el tamaño corporal en serpientes con hábitos terrestres y arbóreos. En este estudio se encontró que la longitud de las serpientes arbóreas se encuentra en un tamaño intermedio y que presentan circunferencias menores y tamaños de cola mayores que las de las terrestres, debido a que estas características proporcionan una mejor movilidad en las ramas y evitan que estas se rompan.

Justificación

Entender la evolución del tamaño corporal es central en ecología y biología evolutiva. La evolución del tamaño corporal se encuentra asociada ampliamente a factores climáticos (como temperatura), pero comparativamente existen pocos estudios que evalúen la evolución del tamaño corporal con relación al uso de sustrato. Por ello, el objetivo del presente estudio es realizar un análisis comparativo del tamaño corporal entre especies con diferente uso de sustrato. Las lagartijas del género *Abronia* son un excelente modelo de estudio, ya que una filogenia publicada recientemente (2020) mostró que existen transiciones independientes entre hábitos arborícolas y hábitos terrestres. Así, el presente trabajo permitirá entender de mejor manera la evolución del tamaño corporal entre especies que usan diferente uso de sustrato.

Hipótesis

El tamaño corporal suele estar relacionado con factores abióticos, desde variables como el clima en mamíferos y aves hasta modo de paridad y uso de sustrato en escamados. En serpientes y lagartijas, se ha propuesto que, en algunas especies con estilos de vida arborícolas, suelen presentar tamaños corporales más largos, colas más largas y/o cuerpos más esbeltos y ligeros que las especies con hábitos terrestres, las cuales llegan a presentar tamaños corporales más cortos en cuanto longitud hocico-cloaca y cuerpos más robustos y pesados. Por lo tanto, se espera que las especies arbóreas del género *Abronia* presenten un tamaño corporal mayor que las especies terrestres, así como diferencias en otras características morfológicas relacionadas con el diferente uso de sustrato.

Objetivo general

Evaluar la evolución del tamaño corporal entre especies arbóreas y terrestres del género *Abronia*, para explicar si el sustrato en donde habitan se encuentra asociado con su tamaño.

Objetivos específicos

Comparar el tamaño corporal entre especies arborícolas y terrestres en lagartijas del género *Abronia*, para evaluar si el uso de sustrato está asociado con fenotipos similares.

Realizar una reconstrucción evolutiva del uso de sustrato (arbóreo y terrestre) en las especies del género *Abronia*, para observar sus orígenes históricos a partir de métodos filogenéticos comparados.

Materiales y métodos

Selección y separación de especies por sustrato

Para este trabajo se utilizó la última propuesta taxonómica del género *Abronia* publicada por Gutiérrez-Rodríguez *et al.* (2020), que incluye a las subespecies de *Abronia gadovii* y *A. moreletii*. Las especies de interés fueron previamente separadas con base en el sustrato donde se desarrollan. La selección de uso de microhábitat fue determinada con base en la descripción ecológica de los grupos de especies en la propuesta de Gutiérrez-Rodríguez *et al.* (2020) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Sustratos utilizados por las especies del género *Abronia*.

Arbóreo	Terrestre
<i>Abronia bogerti</i>	<i>Abronia antauges</i>
<i>A. campbelli</i>	<i>A. cuchumatanus</i>
<i>A. chiszari</i>	<i>A. gadovii gadovii</i>
<i>A. cuetzpali</i>	<i>A. g. levigata</i>
<i>A. deppii</i>	<i>A. juarezi</i>
<i>A. fimbriata</i>	<i>A. monticola</i>
<i>A. fuscolabialis</i>	<i>A. moreletii moreletii</i>
<i>A. graminea</i>	<i>A. m. rafaeli</i>
<i>A. lythrochila</i>	<i>A. m. salvadorensis</i>
<i>A. martindelcampoi</i>	<i>A. m. temporalis</i>
<i>A. matudai</i>	<i>A. viridiflava</i>
<i>A. oaxacae</i>	
<i>A. mixteca</i>	
<i>A. ochoterenai</i>	
<i>A. smithi</i>	
<i>A. taeniata</i>	
<i>A. vasconcelosii</i>	

Búsqueda y selección de colecciones

Se revisaron ejemplares pertenecientes a cinco colecciones diferentes: la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles (CNAR) y la Colección Herpetológica del Museo de Zoología Alfonso L. Herrera (MZFC) ambas pertenecientes a la Universidad Nacional Autónoma de México y la Colección Herpetológica de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (CIB-UAEH). Durante las visitas al Museo de Zoología Alfonso L. Herrera, también se tomaron datos de ejemplares pertenecientes a las Colecciones Herpetológicas de la Universidad de Texas (UTA) y la Universidad de California-Berkeley (UC-MVZ y UC-MVZ-SMR) que se encontraban en la universidad para su estudio.

Toma de datos

La media del tamaño corporal (LHC) descrita para determinar el estado adulto en el género *Abronia* en especies arbóreas es de 74.6 mm para machos y 81.7 mm para hembras (Cruz-Elizalde *et al.*, 2021), mientras que para las especies terrestres es de 56-65 mm para machos y 56-72 mm en hembras (Solano-Zabaleta, 2016). Para la toma de datos de las especies estudiadas se consideraron solamente ejemplares adultos y que pudieran mantener una posición adecuada durante su manipulación (Fig. 1). La determinación del estado adulto de los ejemplares se hizo con base en la información de las etiquetas en los ejemplares de las colecciones correspondientes, así como con base en la experiencia de los curadores. Se incluyeron de este modo a los ejemplares de mayor tamaño corporal entre los disponibles. Se tomaron datos morfométricos de cada ejemplar con ayuda de un vernier digital Mitutoyo CD-8" CX (precisión ± 0.01 mm): longitud hocico-cloaca (LHC), longitud de cola (LC), longitud dorsoventral costilla-costilla (LDCC), extremidades derechas (mano y pata) a partir de una vista dorsal (mano, antebrazo, brazo, pata, tibia y fémur) y longitudes de la cabeza (altura, amplitud y anchura).



Figura 1. Vista lateral de un ejemplar adulto de *Abronia graminea* de la Colección Nacional de Anfibios y Reptiles.

Se midió un mínimo de un ejemplar por especie y un máximo de 11 en función de su disponibilidad. Con respecto a ejemplares o partes específicas que no podían medirse directamente debido a su posición o dificultad se utilizó un hilo cáñamo. En el caso de la cola se colocaba el hilo en la parte posterior a la cloaca en la zona media hasta llegar al final de la misma donde se notaba que la cola se estuviera regenerando, se cortaba el hilo y se media con el vernier. La parte regenerada se media posteriormente y se señalaba el organismo que la presentara. Los datos recolectados se registraron directamente en una base de datos creada en Excel (Ver. 2016).

Análisis estadísticos

Se realizó un resumen de los datos obtenidos en Excel, donde se hizo un promedio de cada parámetro por especie (en el caso de las extremidades se sumó cada parte de manera individual, se promedió y se separó en “extremidades anteriores” y “extremidades posteriores”) (López-Hernández, 2008). Para cada cociente calculado, se registró el número de ejemplares utilizado para obtener el dato. Los datos de la longitud de cola que estuviera regenerada se descartaron, así como los de partes de las extremidades anteriores y posteriores que no se tuvieran completos. Se realizaron tres cuadros de datos, uno con datos para hembras y machos en conjunto, uno para machos y otro de hembras. Los datos de ejemplares que no tenían el sexo determinado se descartaron de estos análisis (*Abronia salvadorensis*, *A. viridiflava*, *A. taeniata*, *A. moreletii temporalis*, *A. m. rafaeli*, *A. oaxacae* y *A. lythrochila*), sin embargo, esto no afectó el número final de especies registradas para el trabajo.

Para los análisis, los ejemplares se separaron por tipo de sustrato en cada cuadro y los resultados se transformaron en valores logarítmicos con las medias de los datos de las especies. En el programa Past (Ver. 4.04) se revisó la normalidad de los datos de LHC y se realizó una prueba U-Mann-Whitney (datos no normales) para los datos generales y dos pruebas t de student (datos normales) para los datos de machos y hembras (García-Bastida, 2013; García-Mares, 2013). Para comparar el resto de los parámetros se utilizó un análisis de covarianza (ANCOVA) con el fin de controlar el efecto de la LHC sobre las variables dependientes y poder reducir la variabilidad (Woolrich-Piña *et al.*, 2006). Se registraron los valores de F y de P con un $\alpha=0.5$ en cada tabla con relación a las variables: Largo de la cola (LC), diámetro (D), extremidades anteriores (EA), extremidades posteriores (EP), largo de cabeza (LCA), ancho de cabeza (AC) y altura de cabeza (ACA).

Métodos comparativos filogenéticos

Se llevaron a cabo dos análisis filogenéticos, una reconstrucción de estados ancestrales del uso de sustrato y un Anova filogenético, ambos se realizaron mediante la librería phytools (Revell, 2011) en el programa R (Ver. 4.3.1). Para llevar a cabo la reconstrucción evolutiva es necesario contar con un árbol ultramétrico (donde las especies tengan la misma distancia hacia la raíz del árbol), por lo que se “forzó” a la filogenia más actual de *Abronia* (Gutiérrez-Rodríguez *et al.*, 2020) a hacerla ultramétrica utilizando la función *force.ultrametric* en phytools (Revell, 2011). Después de ello, se realizó un mapeo estocástico del uso de sustrato a través de la filogenia utilizando la función *make.simap* y 500 simulaciones (Revell, 2011). Posteriormente, se realizó un Anova filogenético, para comparar los tamaños corporales (LHC transformada a valores logarítmicos) entre especies arborícolas y terrestres usando la función *phylANOVA* (Revell, 2024). También se comparó el largo (LC) y ancho (AC) de cabeza, el

largo de extremidades anteriores (EA) y posteriores (EP) y el diámetro (D) entre especies con diferente uso de sustrato, utilizando la misma función (*phylANOVA*). En ese caso se compararon los residuales entre LHC y las otras variables morfológicas, en lugar de usar los valores crudos ya que LC, AC, EA, EP y D están correlacionados positivamente con la LHC.

Resultados

Se midieron un total de 82 ejemplares (34 machos, 34 hembras y 14 sin determinar) correspondientes a 20 especies del género *Abronia*. Las especies incluidas representan consistentemente los ocho clados identificados en el género donde cada grupo representa al menos un grupo de las asignaciones taxonómicas de los ejemplares según su subgénero (*Abronia*, *Scopaeabronia*, *Auriculabronia* y *Mesaspis*) (Fig. 2).

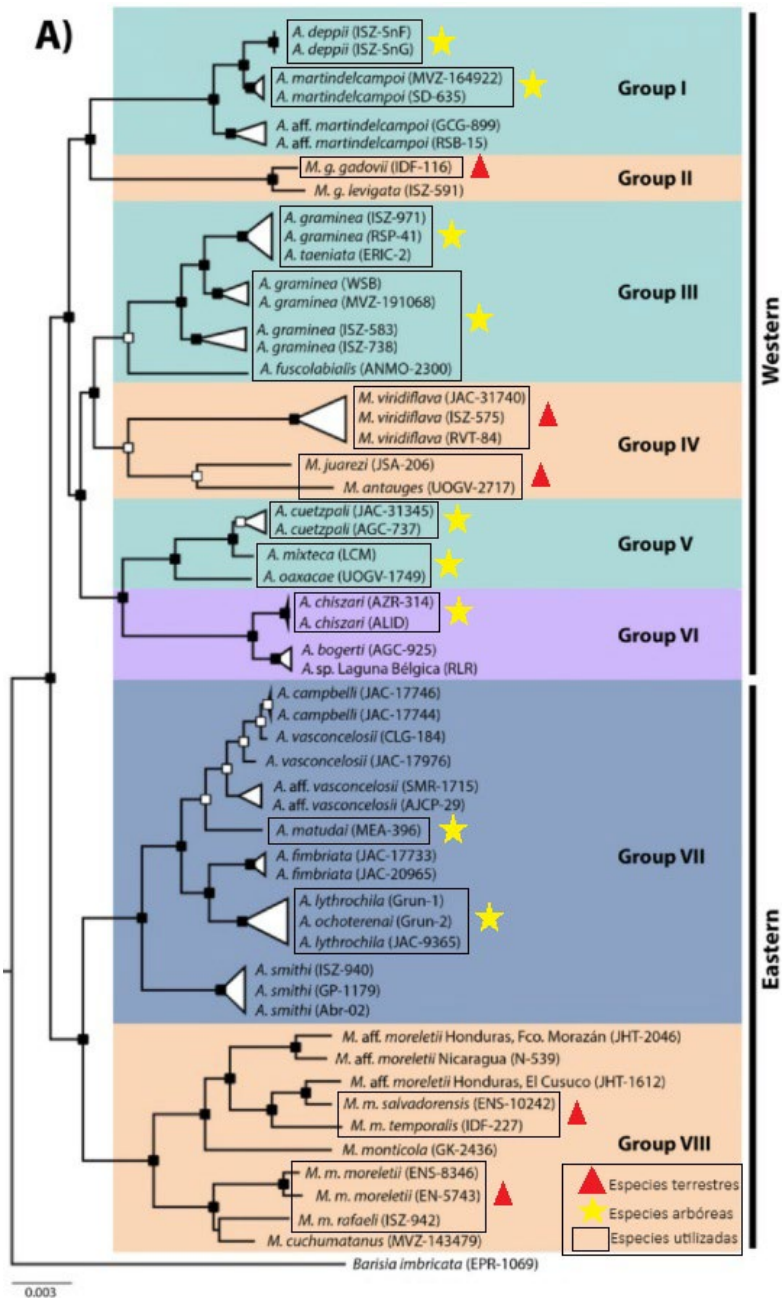


Figura 2. Especies de *Abronia* de las cuales se obtuvieron datos. Figura tomada y modificada de Gutiérrez-Rodríguez *et al.*, 2020. Especies muestreadas en recuadros negros, especies de sustrato terrestre señaladas con un triángulo rojo y especies de sustrato arbóreo señaladas con una estrella amarilla. Los colores de los cuadros representan su asignación taxonómica: subgénero *Abronia* en verde, *Scopaeabronia* en violeta, *Auriculabronia* en gris y *Mesaspis* en naranja.

Con respecto a los resultados generales (Cuadro 2), la media de LHC y LC en las especies arbóreas fue de 99.09 mm y 133.05 mm respectivamente, mientras que en el caso de las especies terrestres sus medias fueron de 78.45 mm y 101.58 mm. La especie arbórea que presentó el promedio de longitud mayor para LHC, fue *Abronia deppii* con 109.6 mm, mientras que la menor fue *A. chiszari* con 73.3 mm. En el caso de las especies terrestres, el promedio mayor fue de *Abronia gadovii* con 89.2 mm y la menor fue *A. viridiflava* con 69.8 mm. En cuanto a la LC, la especie arbórea con longitud media fue *Abronia lythrochila* (157.1 mm) y la menor *A. chiszari* con (90.2 mm). Con respecto a las especies terrestres, el promedio mayor fue de *Abronia moreletii rafaelli* (126.8 mm) y la menor de *A. m. temporalis* (70.3 mm).

Cuadro 2. Medias de LHC y LC de ambos sexos, de individuos de especies arbóreas y terrestres del género *Abronia*. Medidas expresadas en mm.

Especies arbóreas	LHC	N	LC	N	Especies terrestres	LHC	N	LC	N
<i>Abronia chiszari</i>	73.3	2	90.2	2	<i>Abronia moreletii moreletii</i>	79.6	1	NA	NA
<i>Abronia cuetzpali</i>	105.5	1	151.4	1	<i>Abronia antauges</i>	77.6	2	NA	NA
<i>Abronia deppii</i>	109.6	2	107.3	2	<i>Abronia gadovii</i>	89.2	10	120.6	6
<i>Abronia fuscolabialis</i>	93.3	1	NA	NA	<i>Abronia juarezi</i>	73.2	5	87.1	1
<i>Abronia graminea</i>	101.9	11	139.6	6	<i>Abronia moreletii rafaelli</i>	71.7	4	126.8	1
<i>Abronia lythrochila</i>	105.4	4	157.1	4	<i>Abronia moreletii temporalis</i>	77.4	5	70.3	2
<i>Abronia martindelcampoi</i>	100.3	3	127.9	1	<i>Abronia salvadorensis</i>	89.1	4	124.6	1
<i>Abronia matudai</i>	108.4	1	148.3	1	<i>Abronia viridiflava</i>	69.8	7	80.1	5
<i>Abronia mixteca</i>	107	2	140.1	2					
<i>Abronia oaxacae</i>	98.3	6	136.1	5					
<i>Abronia ochoterenai</i>	86.1	2	151.7	2					
<i>Abronia taeniata</i>	100	9	113.9	6					
Media	99.09		133.05			78.45		101.58	

En el caso de los machos (Cuadro 3), la media de LHC y LC en las especies arbóreas fue de 97.4 mm y 128.4 respectivamente; en el caso de las especies terrestres sus medias fueron de 78.2 para LHC y 104.1 para LC. Las especies arbóreas con mayores y menores medias de LHC fueron *Abronia deppii* y *A. chiszari*. Con respecto a especies terrestres, *A. salvadorensis* presentó la mayor longitud (92.8 mm) y *A. moreletii rafaelli* la menor (73.2 mm). En cuanto a la LC, la especie arbórea con mayor longitud promediada fue *A. ochoterenai* con 151.7 mm, mientras que la menor *A. chiszari* con 90.2 mm. Con relación a las especies terrestres, el promedio mayor fue de *A. gadovii* con 127.2 mm y el menor de *A. viridiflava* con 77.2 mm.

Cuadro 3. Medias de LHC y LC para machos del género *Abronia* de especies arbóreas y terrestres. Medidas expresadas en mm.

Especies arbóreas	LHC	N	LC	N	Especies terrestres	LHC	N	LC	N
<i>Abronia chiszari</i>	73.3	2	90.2	2	<i>Abronia moreletii moreletii</i>	79.6	1	NA	NA
<i>Abronia cuetzpali</i>	105.5	1	151.4	1	<i>Abronia antauges</i>	73.6	1	NA	NA
<i>Abronia deppii</i>	109.6	2	107.3	2	<i>Abronia gadovii</i>	92.2	5	127.2	2
<i>Abronia fuscolabialis</i>	93.1	1	NA	NA	<i>Abronia juarezi</i>	72.3	2	87.1	1
<i>Abronia graminea</i>	102	5	145.7	4	<i>Abronia moreletii rafaelli</i>	73.2	2	NA	NA
<i>Abronia martindelcampoi</i>	104.1	2	127.9	1	<i>Abronia moreletii temporalis</i>	66.2	1	NA	NA
<i>Abronia mixteca</i>	107	2	140.1	2	<i>Abronia salvadorensis</i>	92.8	1	124.6	1
<i>Abronia ochoterenai</i>	88.3	1	151.7	1	<i>Abronia viridiflava</i>	75.6	2	77.6	2
<i>Abronia taeniata</i>	94	3	113.2	3					
Media	97.4		128.4			78.2		104.1	

Para las hembras (Cuadro 4), el promedio de LHC y LC para especies arbóreas fue de 98.3 mm y 139 mm respectivamente; mientras que las especies terrestres, tuvieron una media de 79.9 mm en LHC y 85.5 mm en LC. La especie arbórea que registró un mayor tamaño en LHC, fue *Abronia matudai* con 108.4 mm y la menor fue *A. ochoterenai* con 83.9 mm. En el caso de las especies terrestres, el mayor tamaño lo presentó *A. salvadorensis* (88.4 mm) y el menor *A. viridiflava* (69.3 mm). Para la LC, las especies arbóreas con mayor y menor longitud fueron *A. ochoterenai* y *A. martindelcampoi* (151.2 mm y 119.3 mm, respectivamente). En cuanto a las especies terrestres, *A. gadovii* presentó mayor longitud (120.3 mm) y *A. viridiflava* menor (62.9 mm).

Cuadro 4. Medias de LHC y LC de hembras del género *Abronia* para especies arbóreas y terrestres. Medidas expresadas en mm.

Especies arbóreas	LHC	N	LC	N	Especies terrestres	LHC	N	LC	N
<i>Abronia graminea</i>	100.9	6	127.5	2	<i>Abronia antauges</i>	81.7	1	NA	NA
<i>Abronia lythrochila</i>	99.7	3	150.5	3	<i>Abronia gadovii</i>	86.1	5	120.3	5
<i>Abronia martindelcampoi</i>	92.8	1	119.3	1	<i>Abronia juarezi</i>	73.8	3	76	2
<i>Abronia matudai</i>	108.4	1	148.3	1	<i>Abronia moreletii temporalis</i>	80	2	82.9	1
<i>Abronia oaxacae</i>	100.9	4	143.1	3	<i>Abronia salvadorensis</i>	88.4	2	NA	NA
<i>Abronia ochoterenai</i>	83.9	1	151.2	1	<i>Abronia viridiflava</i>	69.3	2	62.9	2
<i>Abronia taeniata</i>	101.8	3	133.0	2					
Media	98.3		139			79.9		85.5	

Se compararon los datos generales (Cuadro 5) de LHC mediante una prueba de U-Mann-Whitney, se obtuvieron diferencias significativas con relación al tamaño corporal, siendo las especies arbóreas más largas que las especies terrestres ($U=7$, $p<0.01$). Para el caso de LC, los resultados del análisis de covarianza (ANCOVA) señalaron que no hay diferencias significativas y que los tamaños de cola tanto en especies arbóreas como terrestres son similares ($F_{1,14}=0.3$, $p=0.59$). Se observaron diferencias significativas entre las especies arbóreas sobre las terrestres en dos parámetros más: extremidades posteriores y ancho de cabeza ($F_{1,17}=6.43$, $p=0.02$ y $F_{1,17}=8.6$, $p=0.01$, respectivamente). Con respecto a las medidas de diámetro, extremidades anteriores, longitud y altura de cabeza comparativamente, no hubo diferencias significativas entre las especies de ambos sustratos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resultados de los análisis estadísticos de las características morfológicas entre especies arbóreas (A) y terrestres (T) del género *Abronia*. Los datos de hembras y machos dentro de cada especie se analizaron en conjunto. Con asterisco se señalan los resultados con diferencias significativas.

Caracter	Estadístico	<i>p</i>	Factor (Media $\pm$ DE)
Longitud hocico-cloaca*	U= 7	<0.01	A=99.09 $\pm$ 10.52 T=78.45 $\pm$ 7.36
Diámetro	F= 0.17	0.59	A=19.2 $\pm$ 3.28 T=13.58 $\pm$ 2.31
Longitud de cola	F= 0.3	0.59	A=133.1 $\pm$ 21.18 T=101.58 $\pm$ 25.20
Extremidades anteriores	F= 0.94	0.35	A=25.51 $\pm$ 4.97 T=18.7 $\pm$ 3.34
Extremidades posteriores*	F= 6.43	0.02	A=35.63 $\pm$ 4.15 T=24.05 $\pm$ 3.66
Ancho de cabeza*	F= 8.6	0.01	A=18.55 $\pm$ 3.09 T=11.13 $\pm$ 1.36
Largo de cabeza	F= 2.9	0.17	A=25.39 $\pm$ 4.39 T=17.05 $\pm$ 1.83
Alto de cabeza	F= 0.55	0.45	A=12.30 $\pm$ 2.03 T=8.33 $\pm$ 1.23

En el caso de los machos (Cuadro 6) se mantuvo la tendencia en dos parámetros, las medidas de LHC y EP en las especies arbóreas sobre las terrestres ($t_{15}=3.66$, $p<0.02$ y $F_{1,14}=6.15$, $p=0.03$, respectivamente); sin embargo, para este caso, el ancho de la cabeza resultó ser similar entre las especies de ambos sustratos ($F_{1,14}=2.33$, $p=0.15$). El resto de los criterios comparados no presentó diferencias significativas.

Cuadro 6. Comparación estadística de características morfológicas entre los machos de especies arbóreas (A) y terrestres (T) del género *Abronia*. Con asterisco se señalan los resultados con diferencias significativas.

Caracter	Estadístico	<i>p</i>	Factor (Media $\pm$ DE)
Longitud hocico-cloaca*	$t=3.66$	<0.02	A=97.43 $\pm$ 11.54 T=78.18 $\pm$ 9.58
Diámetro	$F=0.77$	0.39	A=18.35 $\pm$ 3.22 T=13.22 $\pm$ 2.13
Longitud de cola	$F= 0.17$	0.69	A=128.43 $\pm$ 22.81 T=104.12 $\pm$ 25.46
Extremidades anteriores	$F= 0.63$	0.44	A=26.77 $\pm$ 3.96 T=19.2 $\pm$ 4.47
Extremidades posteriores*	$F= 6.15$	0.03	A=35.26 $\pm$ 4.22 T=25.77 $\pm$ 3.24
Ancho de cabeza	$F= 2.33$	0.15	A=18.73 $\pm$ 3.52 T=12.3 $\pm$ 1.93
Largo de cabeza	$F= 0.01$	0.92	A=25.22 $\pm$ 5.18 T=18.43 $\pm$ 2.46
Alto de cabeza	$F= 0.41$	0.53	A=12.41 $\pm$ 2.41 T=9.12 $\pm$ 1.52

Para las hembras (Cuadro 7), se observaron diferencias significativas en cinco de ocho parámetros comparados. Se observó un tamaño mayor de LHC, EP y ACA ($t_{11}=4.30$, $p<0.01$, $F_{1,10}=7.54$, $p=0.02$ y $F_{1,10}=26.25$, $p<0.01$, respectivamente) en las especies arbóreas sobre las terrestres. Sin embargo, dos parámetros más resultaron estadísticamente diferentes: la longitud de la cabeza y el tamaño de las extremidades anteriores ($F_{1,10}=13.66$, $p<0.01$ y $F_{1,9}=15.59$, $p<0.01$, respectivamente); las especies con hábitos arbóreos presentan tamaños de cabeza y de extremidades anteriores más grandes. El resto de los parámetros comparados (LC, ACA y D) no presentó diferencias significativas.

Cuadro 7. Comparación estadística de características morfológicas entre las hembras de especies arbóreas (A) y terrestres (T) del género *Abronia*. Con asterisco se señalan los resultados con diferencias significativas.

Carácter	Estadístico	<i>p</i>	Factor (Media $\pm$ DE)
Longitud hocico-cloaca*	$t=4.30$	<0.01	A= 98.34 ± 7.82 T= 79.88 ± 7.25
Diámetro	$F= 1.7$	0.22	A= 2.15 ± 2.05 T= 13.78 ± 2.98
Longitud de cola	$F= 2.2$	0.19	A= 138.98 ± 12.52 T= 85.52 ± 24.62
Extremidades anteriores*	$F= 15.59$	<0.01	A= 28.06 ± 2.03 T= 17.53 ± 2.15
Extremidades posteriores*	$F= 7.54$	0.02	A= 35.45 ± 4.07 T= 23.3 ± 2.74
Ancho de cabeza*	$F= 26.25$	<0.01	A= 18.3 ± 1.63 T= 10.06 ± 1.38
Largo de cabeza*	$F= 13.66$	<0.01	A= 24.75 ± 2.15 T= 15.85 ± 1.88
Alto de cabeza	$F= 4.8$	0.53	A= 11.82 ± 1.39 T= 8.01 ± 1

Se obtuvo una reconstrucción evolutiva del uso de sustrato en las lagartijas del género *Abronia* (Fig. 3). Se encontró que el estado ancestral de uso de sustrato en *Abronia* era el terrestre y de forma independiente ocurrieron cuatro transiciones al uso de sustrato arbóreo (Fig. 3).

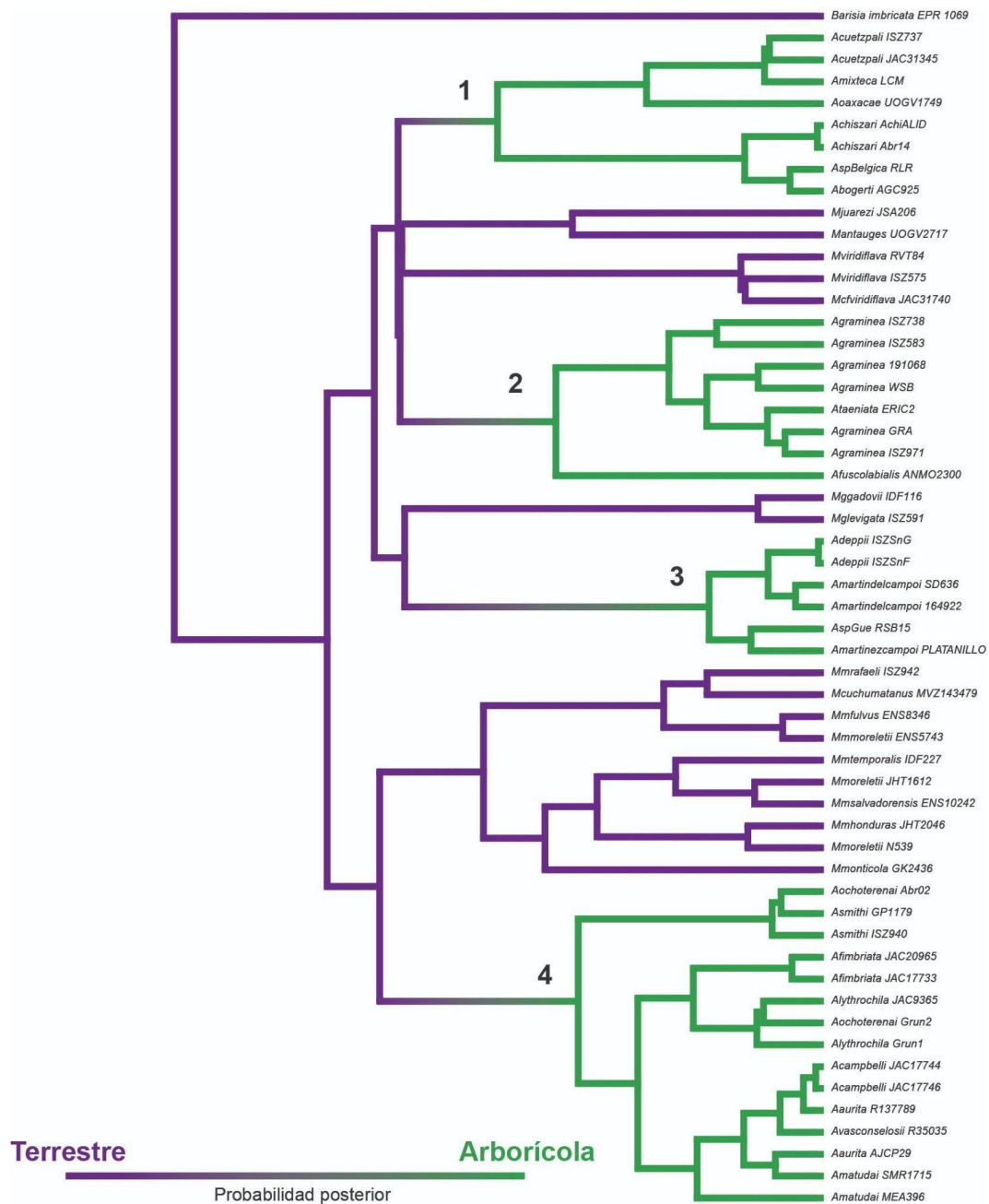


Figura 3. Reconstrucción evolutiva de uso de sustrato en especies del género *Abronia*. En morado se señalan las especies con hábitos terrestres y en verde aquellas con arbóreos.

Con respecto a los análisis filogenéticos, se observaron diferencias significativas solo para el parámetro de longitud hocico-cloaca (Fig. 4) donde se obtuvieron valores de $F_{1,18}=27.9$ y $P=0.006$. Estos valores concuerdan con los análisis estadísticos convencionales, los cuales muestran un aumento del tamaño corporal con base en el uso de sustrato arbóreo.

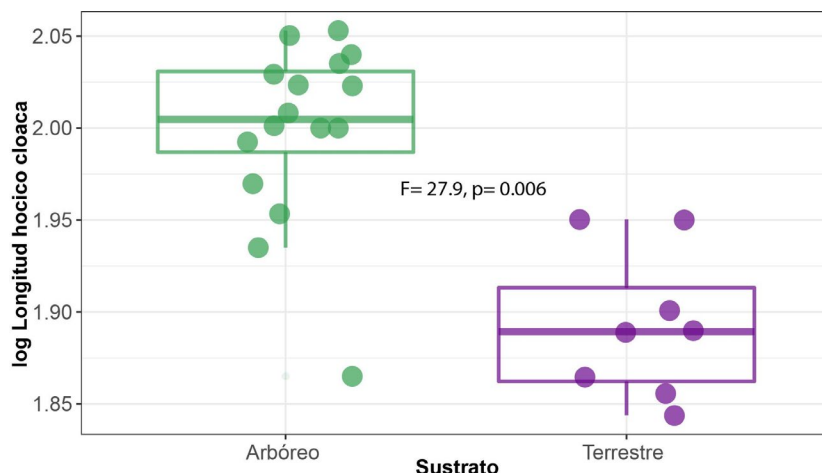


Figura 4. Anova filogenética de uso de sustrato contra tamaño corporal en dos sustratos diferentes. En morado se señalan las especies con hábitos terrestres y en verde aquellas con arbóreos.

Para el resto de los parámetros: diámetro, longitud de cola, extremidades anteriores, extremidades posteriores y ancho de cabeza no se observaron diferencias significativas (Fig. 5 y Fig 6).

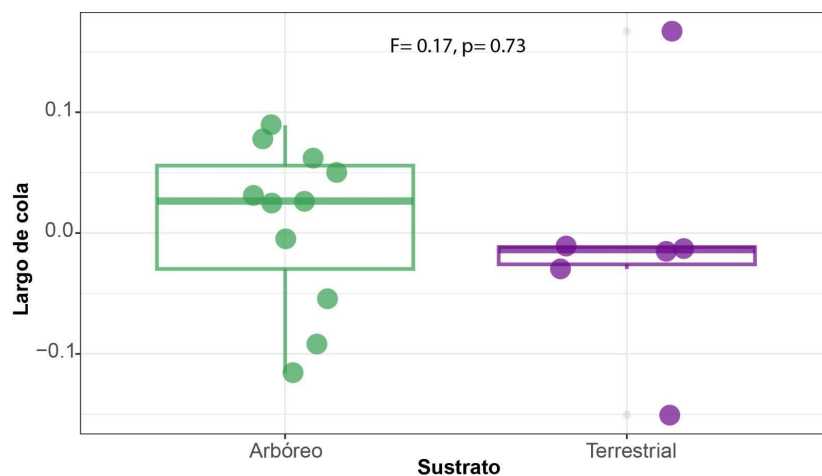


Figura 5. Anova filogenética de uso de sustrato contra largo de cola en dos sustratos diferentes. En morado se señalan las especies con hábitos terrestres y en verde aquellas con arbóreos.

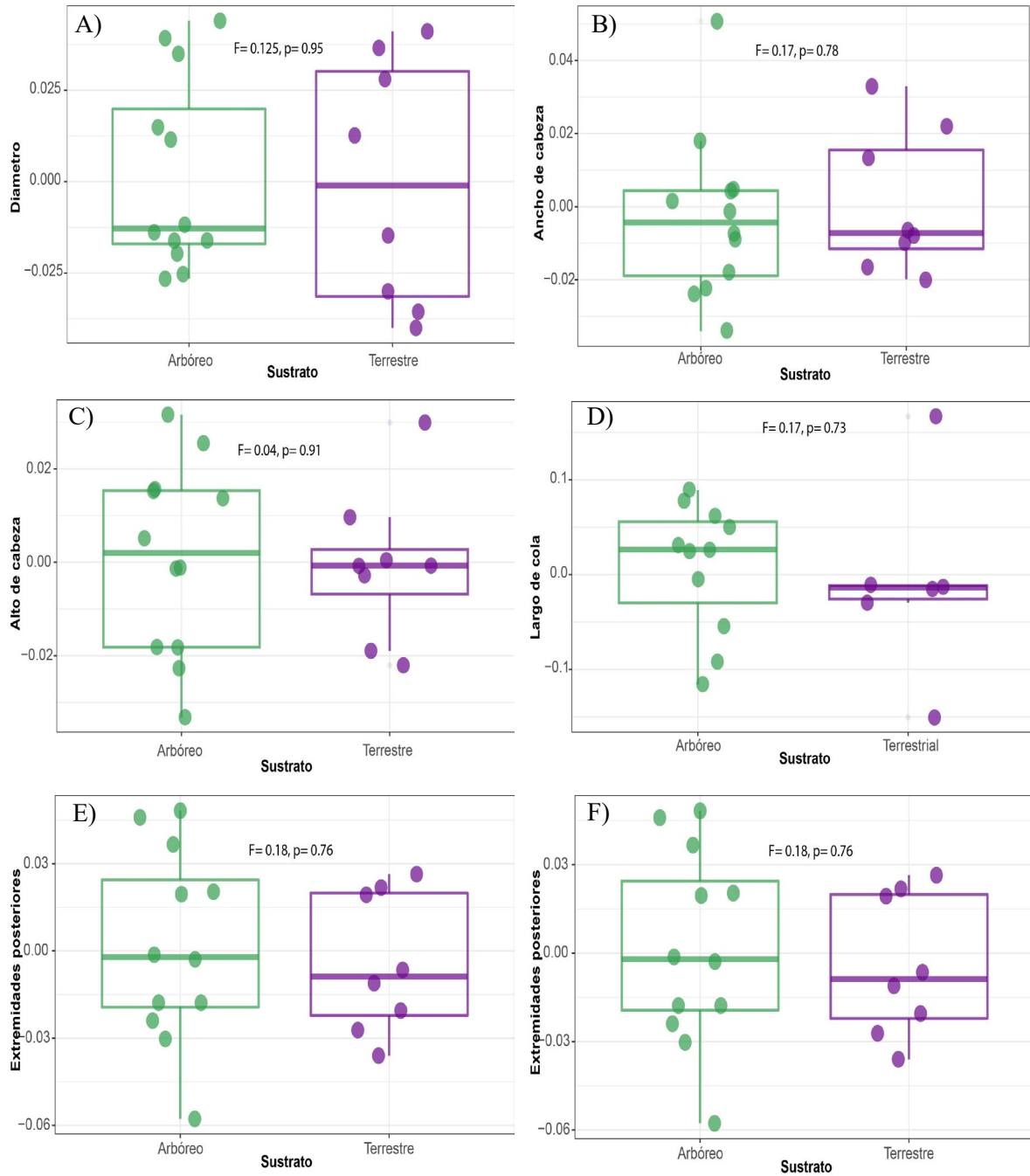


Figura 6. Comparación de Anovas filogenéticos de los parámetros de diámetro (A), ancho de cabeza (B), alto de cabeza (C), largo de cabeza (D), extremidades anteriores (E) y extremidades posteriores (F). En morado se señalan las especies con hábitos terrestres y en verde aquellas con arbóreos.

Discusión

El tamaño corporal en animales está relacionado con otros factores morfológicos, fisiológicos y ecológicos, además de influir en las tasas de evolución y especiación (Meiri, 2008). En este trabajo se encontró que en el género *Abronia*, existen diferencias estadísticamente significativas en el tamaño corporal entre especies con diferentes usos de microhábitat (arbóreo y terrestre). Con relación al tamaño corporal, las especies arbóreas son 22.3% más largas que las terrestres (99.09mm vs 78.45 mm, respectivamente). El aumento del tamaño corporal en especies arbóreas no es exclusivo de *Abronia*, ya que también ha sido documentado en otros grupos de escamados. Por ejemplo, en *Anolis*, existe un aumento en el tamaño corporal y longitud de las extremidades en especies que viven en los sitios más altos en los árboles, así como el uso de ramas gruesas, en comparación con especies que se suelen perchar cerca del suelo (Losos, 1998). Diferentes fenotipos relacionados con uso de sustrato indican que estos cambios morfológicos proveen ventajas en aspectos como supervivencia, alimentación y locomoción (Moreno, 2014).

Este patrón se repite en algunos estudios como el de Alencar *et al.* (2017) realizado con serpientes, donde señalan que longitudes mayores de LHC en especies arbóreas proporcionan un mejor agarre y desplazamiento entre las ramas de los árboles que las especies terrestres. De igual manera, esta relación con respecto al uso de microhábitat y el tamaño corporal ha sido documentada en otros grupos, por ejemplo, en las lagartijas del género *Cyrtodactylus*, las especies con hábitos arbóreos y saxícolas presentan una LHC más grande así como extremidades más largas que las especies que tienen una preferencia en hábitats terrestres (Riedel *et al.*, 2024).

En el presente estudio, las especies con mayor tamaño, por ejemplo, *Abronia deppii* y *A. matudai* con longitudes de 109.6 mm y 108.4 mm respectivamente, son arborícolas. Debido a que las especies arbóreas en *Abronia* son más largas que su contraparte terrestre, la presencia de longitudes pequeñas en las especies arbóreas podría ser resultado de procesos de selección. En escamados, los cuerpos más largos son más comunes en especies arbóreas que en las terrestres (Moreno, 2014; Alencar *et al.*, 2017; Riedel *et al.*, 2024). Además, una cola larga y prensil puede ayudar a que los organismos no caigan de los árboles e inclusive puede permitirles desplazarse a mayores distancias y velocidades para poder cazar y obtener su alimento (Ballinger, 1973).

En cuanto a las diferencias de longitudes entre los sexos, estas pueden deberse al dimorfismo sexual que se encuentra representado en varios clados de escamados (García-Bastida *et al.*, 2013). En anguidos este patrón es variable, ya que existen especies donde los machos son más grandes y otras donde lo son las hembras (Cruz-Elizalde *et al.*, 2021). En *Abronia* el patrón más común, indica que machos y hembras presenten tamaños de LHC similares, aunque estos resultados también se han encontrado en otros anguidos como *Barisia imbricata* (Dashevsky *et al.*, 2013; Cruz-Elizalde *et al.*, 2021). Sin embargo, en este trabajo las medias de las hembras suelen ser mayores que la de los machos en cuanto a LHC. Esto podría deberse a ventajas reproductivas, como tamaños más grandes de camada, tamaños corporales de las crías mayores y aumento de la tasa de supervivencia, como ha sido sugerido en grupos como *Sceloporus*, *Paroedura* y *Zootoca* (Jiménez-Arcos & Ramírez-Bautista, 2017; Meter *et al.*, 2024; Roitberg *et al.*, 2024).

Por otro lado, con relación al tamaño de la cabeza, los machos presentan en promedio longitudes mayores en el tamaño de la cabeza que las hembras, esto concuerda con el estudio de Cruz-

Elizalde *et al.* (2021), donde se analiza el dimorfismo de *Abronia taeniata* y se encuentra que los tamaños de las cabezas en los machos resultan ser mayores, esto con el fin de proveer una ventaja en la selección sexual, alimentación y competencia intraespecífica.

Las diferencias en las extremidades posteriores entre las especies de ambos microhábitats pueden deberse a la necesidad de un mejor agarre, así como el desplazamiento en los árboles de una mejor manera. Extremidades posteriores más largas podrían ofrecer un mejor agarre que extremidades cortas al trepar árboles (Hagey *et al.*, 2017). La importancia de las extremidades posteriores no es exclusiva de *Abronia*, también es relevante en otros escamados. En algunos casos, por ejemplo, las patas traseras relativamente más largas proporcionan ventajas de rendimiento en hábitats abiertos, donde la velocidad de carrera es importante para escapar de los depredadores o capturar a las presas (Vitt *et al.*, 1997).

Por otra parte, la reconstrucción del uso de sustrato de *Abronia*, muestra una correspondencia en el cambio de uso de microhábitat y el tamaño corporal a través de la historia evolutiva del género, con un aumento del tamaño corporal cada vez que se presenta la transición de vida terrestre a arbórea. La colonización de nuevos hábitats reduce la depredación, así como la competencia interespecífica, lo cual puede favorecer tamaños largos (Domínguez-Guerrero *et al.*, 2024). El cambio de uso de sustrato (terrestre-arbóreo) que se presentó en cuatro ocasiones, indica que las especies de *Abronia* han colonizado hábitats similares de forma independiente, produciendo tamaños largos (de manera convergente).

Existen otros casos donde también se han encontrado convergencias evolutivas en el tamaño corporal en lagartijas. Por ejemplo, un estudio realizado por Melville *et al.* (2006) con escamados de hábitos desérticos en Australia y América del Norte, donde se identificaron patrones morfológicos convergentes (longitud de cuerpo, extremidades, cola y cabeza) en tres pares de especies con relación al uso del microhábitat. Además del uso de sustrato, factores como el uso de paridad también suelen influir en la evolución del tamaño corporal. Por ejemplo, Domínguez-Guerrero *et al.* (2022), encontraron que, en cinco transiciones de oviparidad a viviparidad en Phrynosomatidae, las especies vivíparas tienden a alcanzar un mayor tamaño corporal. Una comparación del modo de paridad no es plausible en *Abronia* debido a que todas las especies son vivíparas, de tal manera que el uso de sustrato podría ser la principal presión de selección para la evolución morfológica.

Aunque es difícil determinar con claridad cuáles fueron las razones por las cuales se dio el cambio de uso de sustrato de terrestre a arbóreo en *Abronia*, se pueden considerar diferentes causas. En escamados, se ha propuesto que los cambios de uso de sustrato se pueden originar debido a múltiples causas; incluidas la competencia, la disponibilidad de alimento, la selectividad del sustrato, la supervivencia y la temperatura (Smith *et al.*, 2001; Johnson *et al.*, 2006; Herrmann, 2017), entre otras. En *Abronia* no se ha propuesto un factor específico, aunque con base en los resultados obtenidos se pueden sugerir tres hipótesis. La primera es que la capacidad de regular la temperatura corporal podría verse influida por el tipo de sustrato utilizado. La transición de uso de sustrato en *Abronia* podría haber ocurrido como una ventaja de mantener un intervalo de temperatura corporal constante, teniendo en cuenta que las temperaturas en los árboles resultan ser más homogéneas que en el suelo (Scheffers *et al.*, 2014). Esto implicaría un menor gasto energético al termorregular, permitiendo destinar más energía a otras actividades como alimentación o reproducción (Hertz *et al.*, 1994; Smith *et al.*,

2001; Woolrich-Piña *et al.*, 2006). Por ejemplo, *Anolis cristatellus*, regula su temperatura activamente en sitios abiertos, mientras que lo hace de forma pasiva en lugares cerrados con temperaturas más bajas (Huey, 1974).

La segunda hipótesis está relacionada con la disponibilidad y selección del sustrato. La transición de uso de sustrato de un ambiente terrestre, donde las condiciones pueden ser más variables (temperatura, disponibilidad de recursos, depredadores) a uno más particular como el microhábitat arbóreo, podría haber surgido como consecuencia de las condiciones del hábitat. Es posible que la abundancia de árboles haya sido mayor que la cobertura del suelo, lo que ofrecería diferentes oportunidades ecológicas, aunque también se debe considerar que los microhábitats arbóreos pueden extenderse en cuestión de altura decenas de metros (Bars-Closel *et al.*, 2017). Por ejemplo, los troncos de los árboles al ser sitios más altos y anchos, podrían volverse un lugar óptimo para realizar perchas, conseguir alimento, reproducirse o evitar la presencia diferencial de depredadores o competidores (Johnson *et al.*, 2006 y Herrmann, 2017).

La tercera está relacionada con la supervivencia, las interacciones entre depredadores y presas podrían encontrarse relacionados con el uso de microhábitats. En escamados, existen especies que llegan a utilizar temporalmente diferentes hábitats a los que comúnmente utilizan con el fin de utilizarlos como refugios y evitar la depredación (Smith *et al.*, 2001). Por ejemplo, *Plestiodon laticeps*: esta lagartija de hábitos semi arbóreos utiliza el suelo como sitio de forrajeo, pero en caso de estar amenazadas por algún depredador, pueden optar por refugiarse en los troncos de los árboles o en menor medida debajo de las hojas secas del suelo (Cooper, 1997). Para las especies con hábitos arborícolas de *Abronia*, los árboles con agujeros o con un alto grado de vegetación podrían servir como sitios de refugio ante depredadores potenciales o inclusive como sitios de anidación (Cooper, 1993).

En conjunto, diferentes factores podrían afectar la evolución del tamaño corporal en el género *Abronia*. Sin embargo, se puede considerar que la transición hacia un microhábitat arbóreo ha podido desempeñar un papel importante en este proceso. La selección de sustratos con temperaturas más estables y ventajas ecológicas diversas, también podría favorecer aspectos como la termorregulación, además de también influir en la disponibilidad de recursos, oportunidades reproductivas y reducción del riesgo de depredación.

Conclusiones

El uso diferencial de microhábitats arbóreos y terrestres donde se desarrollan las lagartijas del género *Abronia* se encuentra relacionado con su tamaño corporal; las especies arbóreas presentan tamaños más largos que sus contrapartes terrestres.

Las especies arbóreas son de mayor tamaño que las de su contraparte terrestre en cuanto a longitud hocico-cloaca, longitud de extremidades posteriores y ancho de cabeza.

El uso de sustrato ancestral en *Abronia* es terrestre y ocurrieron cuatro transiciones independientes hacia un uso de sustrato arbóreo.

Referencias

- Aerts, P., Van Damme, R., Vanhooydonck, B., Zaaf, A., & Herrel, A. (2000). Lizard locomotion: How morphology meets ecology. *Netherlands Journal of Zoology*, 50(2), 261–277. <https://doi.org/10.1163/156854200X00126>
- Alencar, L. R. V., Martins, M., Burin, G., & Quental, T. B. (2017). Arboreality constrains morphological evolution but not species diversification in vipers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1860), 20171775. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.1775>
- Ast, J. C. (2003). *Anguidae*. Animal Diversity Web. University of Michigan Museum of Zoology. <https://animaldiversity.org/accounts/Anguidae/>
- Ballinger, R. E. (1973). Experimental evidence of the tail as a balancing organ in the lizard *Anolis carolinensis*. *Herpetologica*, 29(1), 65–66.
- Bars-Closel, M., Kohlsdorf, T., Moen, D. S., & Wiens, J. J. (2017). Diversification rates are more strongly related to microhabitat than climate in squamate reptiles (lizards and snakes). *Evolution*, 71(9), 2243–2261. <https://doi.org/10.1111/evo.13305>
- Boulenger, G. A. (1885). *Catalogue of the lizards in the British Museum (Natural History): Iguanidae, Xenosauridae, Zonuridae, Anguidae, Anniellidae, Helodermatidae, Varanidae, Xantusiidae, Teiidae, Amphisbaenidae* (Vol. 2). Order of the Trustees. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.53974>
- Campbell, J. A., & Frost, D. R. (1993). Anguid lizards of the genus *Abronia*: Revisionary notes, descriptions of four new species, a phylogenetic analysis, and key. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 216, 1–121.
- Claunch, N. M., Nix, E., Royal, A. E., Burgos, L. P., Corn, M., DuBois, P. M., & Taylor, E. N. (2021). Body size impacts critical thermal maximum measurements in lizards. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological and Integrative Physiology*, 335(1), 96–107. <https://doi.org/10.1002/jez.2410>
- Collar, D. C., Schulte, J. A., II, O'Meara, B. C., & Losos, J. B. (2010). Habitat use affects morphological diversification in dragon lizards (Agamidae). *Journal of Evolutionary Biology*, 23(5), 1033–1049. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2010.01971.x>
- Collar, D. C., Schulte, J. A., II, & Losos, J. B. (2011). Evolution of extreme body size disparity in monitor lizards (*Varanus*). *Evolution*, 65(9), 2664–2680. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2011.01335.x>
- CONABIO. (2025, mayo 30). *Abronia moreletii*. EncicloVida. <https://enciclovida.mx/especies/278325-abronia-moreletii>

- Cooper, W. E. (1993). Tree selection by the broad-headed skink, *Eumeces laticeps*: Size, holes, and cover. *Amphibia-Reptilia*, 14(3), 285–294. <https://doi.org/10.1163/156853893X00480>
- Cooper, W. E., Jr. (1997). Threat factors affecting antipredatory behavior in the broad-headed skink (*Eumeces laticeps*): Repeated approach, change in predator path, and predator's field of view. *Copeia*, 1997(3), 613–619.
- Cope, E. D. (1877). Tenth contribution to the herpetology of tropical America. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 17, 85–98.
- Cruz-Elizalde, R., Villamar-Duque, T. E., & Ramírez-Bautista, A. (2021). Sexual dimorphism in size and shape in the viviparous lizard *Abronia taeniata* (Squamata: Anguidae) in central Mexico. *Acta Zoológica*, 102(2), 220–226.
- Dashevsky, D., Meik, J. M., Mociño-Deloya, E., Setser, K., & Schaack, S. (2013). Patterns of sexual dimorphism in Mexican alligator lizards, *Barisia imbricata*. *Ecology and Evolution*, 3(2), 255–261. <https://doi.org/10.1002/ece3.455>
- Domínguez-Guerrero, S. F., Méndez-de la Cruz, F. R., Manríquez-Morán, N. L., Olson, M. E., Galina-Tessaro, P., Arenas-Moreno, D. M., & Muñoz, M. M. (2022). Exceptional parallelisms characterize the evolutionary transition to live birth in phrynosomatid lizards. *Nature Communications*, 13, 2881. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-30535-w>
- Domínguez-Guerrero, S. F., Esquerré, D., Burress, E. D., Maciel-Mata, C. A., Alencar, L. R. V., & Muñoz, M. M. (2024). Viviparity imparts a macroevolutionary signature of ecological opportunity in the body size of female *Liolaemus* lizards. *Nature Communications*, 15, 4966. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-49464-x>
- Flores-Villela, O., & McCoy, C. J. (1993). Herpetofauna mexicana: lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies = Annotated list of the species of amphibians and reptiles of Mexico, recent taxonomic changes, and new species. En *Special publication*. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.123676>
- Flores-Villela, O., & Sánchez-Herrera, O. (2003). A new species of *Abronia* (Squamata: Anguidae) from the Sierra Madre del Sur of Guerrero, México, with comments on *Abronia deppii*. *Herpetologica*, 59(4), 524–532.
- García-Bastida, M. (2013). *Aspectos ecológicos de Gerrhonotus infernalis* (Sauria: Anguidae) en el Parque Ecológico Chipinque, San Pedro Garza García, Nuevo León, México [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio Institucional UANL. <https://cd.dgb.uanl.mx/handle/201504211/16312>
- García-Bastida, M., Lazcano, D., McBrayer, L. D., & Mercado-Hernández, R. (2013). Sexual dimorphism in the alligator lizard *Gerrhonotus infernalis* (Sauria: Anguidae):

- Implications for sexual selection. *The Southwestern Naturalist*, 58(2), 202–208.
<https://doi.org/10.1894/0038-4909-58.2.202>
- García-Mares, R. A. (2013). *Aspectos ecológicos y dimorfismo sexual de la lagartija vivípara Sceloporus formosus (Squamata: Phrynosomatidae) en la parte centro-este del estado de Puebla* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional UNAM.
<https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000691077>
- Guerra-Centeno, D., Morán-Villatoro, D., Fuentes-Rousselin, H., Meoño-Sánchez, E., & Valdez-Sandoval, C. (2014). Riqueza de herpetofauna de la reserva natural privada Los Tarrales, Cuenca del Lago Atitlán, Guatemala. *Anales de Biología*, (36), 23–31.
- Gutiérrez-Rodríguez, J., Zaldívar-Riverón, A., Solano-Zavaleta, I., Campbell, J. A., Meza-Lázaro, R. N., Flores-Villela, O., & Nieto-Montes de Oca, A. (2020). Phylogenomics of the Mesoamerican alligator-lizard genera *Abronia* and *Mesaspis* (Anguidae: Gerrhonotinae) reveals multiple independent clades of arboreal and terrestrial species. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 154, 106963.
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2020.106963>
- Hagey, T. J., Harte, S., Vickers, M., Harmon, L. J. & Schwarzkopf, L. (2017). There's more than one way to climb a tree: Limb length and microhabitat use in lizards with toe pads. *PLoS ONE*, 12(9), e0184641. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0184641>
- Herrel, A., Meyers, J. J., & Vanhooydonck, B. (2002). Relations between microhabitat use and limb shape in phrynosomatid lizards. *Biological Journal of the Linnean Society*, 77(1), 149–163. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8312.2002.00101.x>
- Herrmann, N. C. (2017). Substrate availability and selectivity contribute to microhabitat specialization in two Central American semiaquatic anoles. *Breviora*, 555(1), 1–13.
<https://doi.org/10.3099/MCZ33.1>
- Hertz, P. E., Fleishman, L. J., & Armsby, C. (1994). The influence of light intensity and temperature on microhabitat selection in two *Anolis* lizards. *Functional Ecology*, 8(6), 720–729. <https://doi.org/10.2307/2390231>
- Huey, R. B. (1974). Behavioral thermoregulation in lizards: Importance of associated costs. *Science*, 184(4140), 1001–1003. <https://doi.org/10.1126/science.184.4140.1001>
- Jaksić, F. M., Núñez, H., & Ojeda, F. P. (1980). Body proportions, microhabitat selection, and adaptive radiation of *Liolaemus* lizards in central Chile. *Oecologia*, 45(2), 178–181.
<https://doi.org/10.1007/BF00346457>

- Jardine, W., Selby, P. J., Johnson, W., & Hooker, W. J. (Eds.). (1838). *The Annals and Magazine of Natural History: Including Zoology, Botany, and Geology*. Taylor & Francis.
- Jenssen, T. A., Hovde, K. A., & Taney, K. G. (1998). Size-related habitat use by nonbreeding *Anolis carolinensis* lizards. *Copeia*, 1998(3), 774-779.
- Jiménez-Arcos, V. H., & Ramírez-Bautista, A. (2017). The interplay between natural and sexual selection in the evolution of sexual size dimorphism in *Sceloporus* lizards (Squamata: Phrynosomatidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 121(2), 341-352.
- Johnson, M. A., Kirby, R., Wang, S., & Losos, J. B. (2006). What drives variation in habitat use by *Anolis* lizards: Habitat availability or selectivity? *Canadian Journal of Zoology*, 84(6), 877-886. <https://doi.org/10.1139/z06-068>
- López-Hernández, I. D., Feria-Ortiz, M., & Martínez-Coronel, M. (2008). Tamaño de camada en *Plestiodon brevirostris*. *Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*, 16(1), 15-17.
- Losos, J. B., Jackman, T. R., Larson, A., de Queiroz, K., & Rodríguez-Schettino, L. (1998). Contingency and determinism in replicated adaptive radiations of island lizards. *Science*, 279(5359), 2115-2118. <https://doi.org/10.1126/science.279.5359.2115>
- Marangoni, F. (2016). Importancia del tamaño corporal de los anuros. *Instituto Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (IMIT)*. <https://imit.conicet.gov.ar/importancia-del-tamano-corporal-en-un-organismo/>
- Martínez-Fonseca, J. G., Fernández, M., Loza, J., Salazar, M., López-Guevara, H., Gonzales, E., Delgado, G., Salgado, H., Ruiz, A., Sunyer, J., & Olivas, M. F. (2015). *Guía ilustrada de los anfibios y reptiles de Nicaragua (HerpetoNica)*. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA).
- Meiri, S. (2008). Evolution and ecology of lizard body sizes. *Global Ecology and Biogeography*, 17(6), 724-734. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2008.00414.x>
- Meiri, S. (2011). Bergmann's Rule—what's in a name? *Global Ecology and Biogeography*, 106, 203-207.
- Melville, J., Harmon, L. J., & Losos, J. B. (2006). Intercontinental community convergence of ecology and morphology in desert lizards. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1586), 557-563. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3328>

- Meter, B., Kratochvíl, L., Starostová, Z., Kučera, T., & Kubička, L. (2024). Complex ontogeny of sexual size dimorphism in a female-larger gecko: Implications of determinate growth for lizard body size and life-history evolution. *Evolution & Development*, 26(5), e12490.
- Moreno, R. A. (2014). *Diversificación ecomorfológica de lagartijas Anolis en bosques húmedos tropicales de Colombia* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54540>
- Pérez-Ben, C. M. (2018). *Evolución morfológica y ontogenia: Un enfoque paleobiológico* [Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales]. Biblioteca Digital FCEN-UBA. https://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n6360_PerezBen
- Peters, R. H. (1983). *The ecological implications of body size*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511608551>
- Ramírez-Pérez, A. (2008). *Herpetofauna del Parque Nacional El Chico y su zona de influencia, Hidalgo, México* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. Repositorio Institucional UA EH. <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/handle/231104/219>
- Revell, L. J. (2011). *phytools*: An R package for phylogenetic comparative biology (and other things). *Methods in Ecology and Evolution*, 3(2), 217–223. <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2011.00169.x>
- Revell, L. J. (2024). *phytools 2.0*: An updated R ecosystem for phylogenetic comparative methods (and other things). *PeerJ*, 12, e16505. <https://doi.org/10.7717/peerj.16505>
- Riedel, J., Grismer, L. L., Higham, T., Wu, J., Do, Q. H., Nguyen, T. Q., Meneses, C. G., Brown, R. M., Campbell, P. D., Ziegler, T., Russell, A. P., & Rödder, D. (2024). Ecomorphology of the locomotor apparatus in the genus *Cyrtodactylus* (Gekkota, Squamata). *Evolutionary Biology*, 51(1), 106-123. <https://doi.org/10.1007/s11692-023-09622-3>
- Roitberg, E., Head, J., & Sinervo, B. (2024). Viviparity is associated with larger female size and higher sexual size dimorphism in a reproductively bimodal lizard. *Evolution*, 78(1), 123-135.
- Sánchez-Herrera, O., Solano-Zavaleta, I., & Rivera-Téllez, E. (2017). *Guía de identificación de los dragoncitos (lagartijas arborícolas, Abronia spp.) regulados por la CITES* [PDF navegable]. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

- Scheffers, B. R., Evans, T. A., Williams, S. E., & Edwards, D. P. (2014). Microhabitats in the tropics buffer temperature in a globally coherent manner. *Biology Letters*, 10(12), 20140819. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2014.0819>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018). *Programa de acción para la conservación de las especies Abronia (Abronia spp.) en México*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).
- Smith, G. R., & Ballinger, R. E. (2001). The ecological consequences of habitat and microhabitat use in lizards: A review. *Contemporary Herpetology*, 2001(3), 1–28.
- Solano-Zavaleta, I., Nieto-Montes de Oca, A., & Campbell, J. A. (2016). A new species of *Mesaspis* (Squamata: Anguidae) from the high Cuchumatanes of Guatemala. *Journal of Herpetology*, 50(2), 327–336. <http://dx.doi.org/10.1670/15-024>
- Solano-Zavaleta, I. (2020). *Sistemática molecular y descripción de especies nuevas de los géneros Abronia y Mesaspis (Squamata: Anguidae: Gerrhonotinae)* [Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio UNAM. <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000800190>
- Sunyer, J., & Köhler, G. (2007). Nuevos registros nacionales y departamentales de herpetofauna en Nicaragua. *Salamandra*, 43(1), 57–62.
- Tihen, J. A. (1949). The genera of gerrhonotine lizards. *The American Midland Naturalist*, 41(3), 580–601. <https://doi.org/10.2307/2421775>
- The Reptile Database. (2025, mayo 13). *Abronia*. Reptarium. <https://reptile-database.reptarium.cz/search?search=Abronia>
- Villegas-Ruiz, J., Hernández-Árciga, R., López-Vidal, J. C., & Elizalde-Arellano, C. (2015). Ampliación de la distribución de *Gerrhonotus infernalis* (Squamata: Anguidae) para la región noreste del estado de Guanajuato. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 31(1), 135–137. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57537094024>
- Vitt, L. J., Caldwell, J. P., Zani, P. A., & Titus, T. A. (1997). The role of habitat shift in the evolution of lizard morphology: evidence from tropical *Tropidurus*. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, 94(8), 3828–3832. <https://doi.org/10.1073/pnas.94.8.3828>
- Woolrich-Piña, G. A., Lemos-Espinal, J. A., Oliver-López, L., Calderón Méndez, M. E., González-Espinoza, J. E., Correa-Sánchez, F., & Montoya Ayala, R. (2006). Ecología térmica de una población de la lagartija *Sceloporus grammicus* (Iguanidae: Phrynosomatidae) que ocurre en la zona centro-oriente de la Ciudad de México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 22(2), 137–150. <https://doi.org/10.21829/azm.2006.2222017>