

## Ámbito hogareño de *Aspidoscelis cozumela* (Squamata, Teiidae): una lagartija partenogenética microendémica de Isla Cozumel, México

Oswaldo Hernández-Gallegos<sup>1</sup>, Ana Esthela López-Moreno<sup>1</sup>, José Fernando Méndez-Sánchez<sup>1</sup>, Justin Lloyd Rheubert<sup>2</sup> & Fausto Roberto Méndez-de la Cruz<sup>3</sup>

1. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Literario N° 100, Colonia Centro, C.P. 50000, Toluca, Estado de México, México; ohg@uaemex.mx, anath\_elm@yahoo.com.mx, fms@uaemex.mx
2. College of Sciences, The University of Findlay, 1000 N. Main St., C.P. 45840, Findlay, Ohio, USA; rheubert@findlay.edu
3. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, A.P. 70-173, C.P. 04510, Distrito Federal, México; faustor@ibiologia.unam.mx

Recibido 16-IX-2014. Corregido 02-II-2015. Aceptado 09-III-2015.

**Abstract: Home range of *Aspidoscelis cozumela* (Squamata: Teiidae): a parthenogenetic lizard microendemic to Cozumel Island, México.** Home range is defined as the area within which an individual moves to acquire resources necessary to increase their fitness and may vary inter and intra-specifically with biotic and abiotic factors. This study details the home range of the parthenogenetic lizard, *Aspidoscelis cozumela*, an active forager microendemic to Cozumel Island, México, with high preference for open sand beaches. The home range of *A. cozumela* was compared with other species of *Aspidoscelis* (gonochoric and parthenogenetic) and other lizards that occupy coastal habitats. Furthermore, the biotic and abiotic factors that may influence home range were analyzed. This study was conducted in the beach located on the East side of the island (area of 4 000 m<sup>2</sup>) that is composed primarily of halophyte vegetation with high levels of sunlight. From 1999 to 2001, nine samples were taken which included the dry, rainy, “nortes”, and breeding seasons. During each sampling, capture-mark-recapture techniques were conducted and the date, time of day, and snout-vent length (SVL) were recorded to the nearest millimeter. Individuals were located in the study area using a bi-coordinate reference using 10 x 10 m subdivisions of the habitat. Home range and home range overlap were calculated using the convex polygon method in McPaal and home range/SVL correlation was tested using Pearson’s correlation. To calculate females home range, three or more recaptures were considered. A total of 20 home ranges that averaged 45.1 ± 14.0 m<sup>2</sup> were obtained and no correlation between SVL and home range size was detected ( $p = 0.9229$ ,  $n = 20$ ). However, removing individuals with outlier home ranges (females with home ranges > 100 m<sup>2</sup>,  $n = 2$ ) resulted in a positive correlation with SVL ( $r = 0.61$ ,  $p = 0.0072$ ,  $n = 18$ ). A 22.9 ± 5.7% overlap in home range was also detected. The small home range of *A. cozumela* represents the smallest home range within the *Aspidoscelis* genus recorded to date (including both parthenogenetic and gonochoric species) and contrasts the theoretical predictions of broad home ranges for widely foraging species. Thermoregulatory benefits and a high population density may explain the small home range of *A. cozumela*. Although this species is highly adapted to the environmental conditions present on the open sand beaches, anthropogenic effects on these habitats by the development of tourism infrastructure may jeopardize their existence on Cozumel Island. Rev. Biol. Trop. 63 (3): 771-781. Epub 2015 September 01.

**Key words:** Squamata, Teiidae, *Aspidoscelis cozumela*, parthenogenesis, home range.

El ámbito hogareño es el área dentro de la cual un individuo se mueve (Rose, 1982), con la finalidad de adquirir recursos que incrementen su supervivencia y reproducción, entre ellos: alimento, refugio, apareamiento, sitios de percha y anidación (Hirth, 1963; Gutiérrez

& Ortega, 1985). Se ha documentado que, debido a factores bióticos y abióticos, el ámbito hogareño en lagartijas puede variar inter e intraespecíficamente.

Los estudios intraespecíficos indican que el tamaño del ámbito hogareño puede variar



de acuerdo al sexo y a la condición reproductora. En este contexto los machos incrementan el tamaño de su ámbito hogareño durante la estación de reproducción (Ruby, 1978). El ámbito hogareño también puede disminuir si la densidad poblacional o la cantidad de alimento aumenta (Stamps, 1983; Ruby & Dunham, 1987). También se ha registrado variación interanual e interpoblacional en el tamaño del ámbito hogareño (Hulse, 1981; Ruby & Dunham, 1987). En este sentido, debido a restricciones fisiológicas, los individuos disminuyen su ámbito hogareño cuando el año o el hábitat son extremos (Hulse, 1981; Ruby & Dunham, 1987). Los estudios entre especies con el uso de métodos comparativos, sugieren que el tamaño del ámbito hogareño está relacionado con el tamaño corporal y el sexo (Perry & Garland, 2002), donde las especies de mayor tamaño y los machos tienen ámbitos hogareños más amplios (respecto a las especies pequeñas y a las hembras). El tamaño del ámbito hogareño también se puede relacionar con el nivel de actividad de los individuos, debido a que las especies más activas necesitan ámbitos hogareños más amplios para satisfacer demandas energéticas mayores (Verwajen & Van Damme, 2008). Adicionalmente, diversos estudios han documentado que el ámbito hogareño también se relaciona con el modo de forrajeo. Se considera que las especies de forrajeo amplio tienen un ámbito hogareño amplio (McCoy, 1965; Hulse, 1981; Rowland, 1992; Verwajen & Van Damme, 2008).

En México existen diez especies partenogenéticas (Flores-Villela, 1993) del género *Aspidoscelis* (Reeder, Cole, & Dessauer, 2002), tres de ellas son endémicas de la Península de Yucatán y son conocidas colectivamente como grupo *A. cozumela* (Wright, 1993). Un híbrido entre un macho de *Aspidoscelis deppii* Wiegmann, 1834 y una hembra de *Aspidoscelis angusticeps* Cope, 1878 originó a la lagartija partenogenética *Aspidoscelis maslini* Taylor & Cooley, 1995. Cambios morfológicos y citogenéticos en una hembra de *A. maslini* originaron a la lagartija partenogenética *Aspidoscelis cozumela* Gadow, 1906 (Taylor & Cooley, 1995;

Manríquez-Morán, Villagrán-Santa Cruz, & Méndez-de la Cruz, 2000; Manríquez-Morán, 2002; Elizalde-Rocha, 2007).

La lagartija *A. cozumela* es microendémica de Isla Cozumel, es ovípara, de forrajeo amplio, insectívora, con valores bajos en supervivencia, tamaño de nidada y variación genética (Lee, 1996; Hernández-Gallegos, 2004; Manríquez-Morán, Villagrán-Santa Cruz, & Méndez-de la Cruz, 2005; Manríquez-Morán & Méndez-de la Cruz, 2008; Manríquez-Morán, Méndez-de la Cruz, & Murphy, 2014). Diversos estudios han documentado que *A. cozumela* tiene elevada dependencia por las playas arenosas, donde se ha registrado el mayor número de individuos y poblaciones (Lee, 1996; Hernández-Gallegos, Manríquez-Morán, Méndez, Villagrán, & Cuellar, 1998; Manríquez-Morán, 2002; Hernández-Gallegos, 2004; Díaz de la Vega-Pérez, Jiménez-Arcos, Manríquez-Morán, & Méndez-de la Cruz, 2013). La IUCN cataloga a *A. cozumela* en la categoría de preocupación menor. Sin embargo, la información ecológica y biogeográfica disponible indica que esta lagartija se encuentra amenazada en la isla (López-González & González-Romero, 1997; Manríquez-Morán & Méndez-de la Cruz, 2008). En este trabajo se describe el ámbito hogareño de *A. cozumela*, con el objeto de: 1) saber si esta especie partenogenética presenta un ámbito hogareño amplio (típico en especies de forrajeo amplio), 2) evaluar el solapamiento intraespecífico, 3) comparar con otras especies de *Aspidoscelis* (gonocóricas y partenogenéticas) y con otras lagartijas que ocupan hábitats costeros, y 4) discutir los factores bióticos y abióticos que moldean su tamaño. Adicionalmente, la información del ámbito hogareño de *A. cozumela* se incorpora desde una perspectiva de conservación, ya que los hábitats costeros en Isla Cozumel se encuentran severamente amenazados.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Zona de estudio:** La zona de estudio para el análisis del ámbito hogareño de *A. cozumela* fue una playa que se localizó a 14

km al sureste de San Miguel en Isla Cozumel (20°24'33" N - 86°51'31" W). La isla está localizada a 17.5 km de la costa Noreste de Quintana Roo en la Península de Yucatán. La temperatura promedio de Isla Cozumel es de 25.5 °C y su precipitación anual acumulada es de 1607.1 mm (García, 2004). Con base en los datos climatológicos de la zona de estudio y de acuerdo con trabajos previos (Yáñez-Arancibia & Day, 1988; Lee, 1996; Gómez-Ramírez & Reséndiz-Espinosa, 2002), en la Península de Yucatán pueden identificarse tres estaciones: sequía (finales de marzo-abril), lluvias (mayo-septiembre) y "nortes" (octubre-principios de marzo). Es común que de agosto a octubre se presenten huracanes de gran magnitud que modifican los ecosistemas y el entorno costero (Gómez-Ramírez, 1998). La vegetación en la playa es halófila típica de duna costera, la cual esta compuesta de plantas de forma de vida erecta o postrada (arbusivas y herbáceas), que se desarrollan en altos niveles de insolación y salinidad y fuertes vientos (Téllez-Valdez, Cabrera-Cano, Linares-Mazari, & Bye, 1989). Cabe señalar que en Isla Cozumel existen diferentes vertebrados endémicos, entre ellos mamíferos (Wilson & Reeder, 1993), aves (Howell & Webb, 1995) y la lagartija partenogenética *A. cozumela* (Taylor & Cooley, 1995).

**Dimensión del área de estudio y censos realizados:** El área de estudio fue de 4000 m<sup>2</sup> (20 x 200 m) y se delimitó en subcuadrantes de 10 x 10 m a través de estacas marcadas con diferente número y letra cada una. El esfuerzo de muestreo consistió en nueve censos que involucraron un método de captura-marcaje-recaptura. Cada censo duró de dos a cuatro días y se realizaron entre las 09:00 h y las 18:00 h durante 1999 (marzo 15-16, mayo 16-17, julio 28-29 y octubre 4-5), 2000 (marzo 18-20, julio 19-21, octubre 17-19) y 2001 (abril 17-20 y septiembre 18-20). Los muestreos fueron realizados sistemáticamente (Sánchez, 2011) y la consideración de aspectos bióticos y abióticos relevantes al momento de evaluar el ámbito hogareño en lagartijas (Rose, 1982), contribuyeron en la detección de tendencias y

denotaron un esfuerzo de muestreo adecuado (Sánchez, 2011). En este sentido, los censos realizados cubrieron las épocas de sequía, lluvias y "nortes" que existen en Isla Cozumel, la temporada de reproducción registrada en *A. cozumela* (marzo-agosto) y dos generaciones completas en la población.

**Captura de individuos y registro de información:** En cada censo, la zona de estudio fue recorrida sistemáticamente cuadrante por cuadrante durante varias ocasiones, hasta cubrirla por completo. Todas las lagartijas encontradas fueron capturadas con una trampa de malla de alambre, marcadas permanentemente por ectomización de falanges (Tinkle, 1967) y liberadas en el sitio de captura. Es importante resaltar que la ectomización no afecta el desempeño de los individuos (Paulissen & Meyer, 2000; Borges-Landáez & Shine, 2003). Con el fin de minimizar las capturas repetidas dentro de cada censo, cada individuo se marcó con un punto de pintura indeleble en la base de la cola. De cada hembra se registraron los siguientes datos: fecha, hora del día, longitud hocico-cloaca (LHC) al milímetro más cercano (utilizando una regla plástica) y su localización en el área de estudio por bi-coordenadas.

**Ámbito hogareño:** Para el cálculo del ámbito hogareño de *A. cozumela* se consideraron a las hembras con tres o más recapturas. El ámbito hogareño se calculó con el método del polígono convexo (Rose, 1982) mediante el programa McPaal (Stüwe & Blohowiak, 1985). El método del polígono convexo es uno de los métodos más utilizados para evaluar el ámbito hogareño en lagartijas (Rose, 1982) y se ha utilizado para obtener el ámbito hogareño de diferentes especies de *Aspidoscelis* (Perry & Garland, 2002). Para realizar comparaciones con el ámbito hogareño de *A. cozumela*, de estudios previos se obtuvieron los ámbitos hogareños de especies gonocóricas y partenogenéticas de lagartijas del género *Aspidoscelis*.

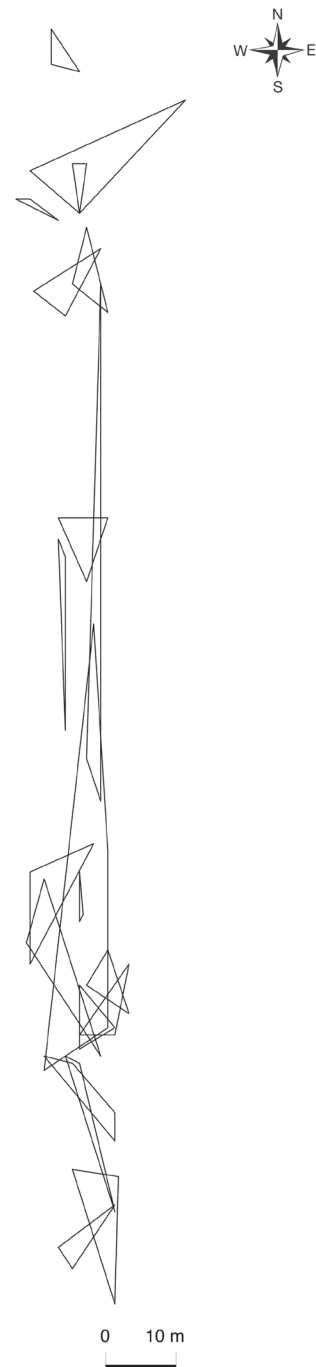
**Solapamiento del ámbito hogareño:** Para el cálculo del solapamiento del ámbito

hogareño (Haenel, Smith, & John Alder, 2003) se consideró: 1) el número de hembras que se solapaban, 2) el número de hembras cuyo ámbito hogareño se solapaba con determinado ámbito hogareño, 3) el área del ámbito hogareño que se solapaba con la(s) hembra(s) circundante(s) y 4) la proporción que se solapaba con respecto al ámbito hogareño total.

Adicionalmente, se correlacionó la LHC promedio de las hembras con su ámbito hogareño usando el coeficiente de correlación de Pearson. La LHC promedio se obtuvo al promediar las diferentes LHC registradas para cada hembra. Los análisis se realizaron en Statgraphics Plus 5.0 y se utilizó un alfa de 0.05.

## RESULTADOS

**Ámbito hogareño:** Todas las hembras capturadas durante su último censo fueron adultas, lo anterior con base en la talla a la madurez sexual registrada previamente (56 mm de LHC). De acuerdo con el intervalo entre la primera y la última captura, 14 hembras se capturaron por un período no mayor a un año, cinco hembras por un período de 1-1.5 años y una hembra por un período de 1.5-2 años. El intervalo entre la primera y la última captura tuvo un promedio de 303.3 días (EE = 33.2 días, intervalo = 134 - 715 días, n = 20). Se obtuvieron un total de 20 ámbitos hogareños (Fig. 1), 14 de ellos fueron de tres recapturas, cinco de cuatro recapturas y uno de seis recapturas. No se encontró diferencia en el ámbito hogareño entre las hembras con tres y cuatro recapturas (t de student,  $p = 0.0578$ ). El ámbito hogareño tuvo un promedio de 45.1 m<sup>2</sup> (EE = 14 m<sup>2</sup>, intervalo = 1.5-287.5 m<sup>2</sup>, n = 20). No se encontró relación entre la LHC promedio de las hembras y el tamaño de su ámbito hogareño ( $p = 0.9229$ , n = 20). Sin embargo, se encontró relación cuando no se consideraron los individuos con valores extremos (i. e., hembras con ámbito hogareño > 100 m<sup>2</sup>, n = 2), las hembras más grandes tuvieron ámbitos hogareños más amplios ( $r = 0.61$ ,  $p = 0.0072$ , n = 18, Fig. 2). Los resultados del ámbito hogareño de *A. cozumela*, indican que su área es la más pequeña



**Fig. 1.** Ámbitos hogareños de la lagartija partenogenética *Aspidoscelis cozumela* en Isla Cozumel. Cada polígono representa el área utilizada por una hembra (n = 20).

**Fig. 1.** Home ranges of the parthenogenetic lizard *Aspidoscelis cozumela* from Cozumel Island. Each polygon represents one female (n = 20).

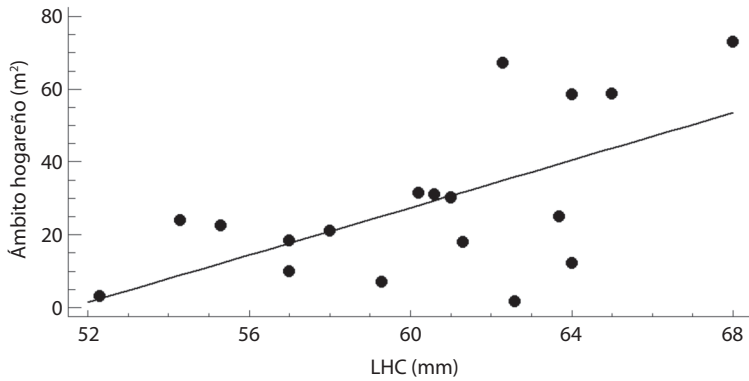


Fig. 2. Relación de la LHC con el tamaño del ámbito hogareño en la lagartija partenogenética *Aspidoscelis cozumela* en Isla Cozumel.

Fig. 2. Home range as function of SVL of the parthenogenetic lizard *Aspidoscelis cozumela* from Cozumel Island.

cuando se consideran trabajos publicados con especies partenogénicas y gonocóricas de *Aspidoscelis* (Cuadro 1).

#### Solapamiento del ámbito hogareño:

Durante los censos realizados se registró que 14 hembras mantuvieron un solapamiento espacial con al menos una hembra. El ámbito hogareño de estas hembras se solapó con 1.6 hembras (EE = 0.2 hembras, intervalo = 1 - 4 hembras, n = 14). Cada hembra se solapó en promedio 8.0 m<sup>2</sup> (EE = 1.4 m<sup>2</sup>, intervalo = 1.1 - 19.7 m<sup>2</sup>, n = 22), que representó el 22.9% (EE = 5.7%, intervalo = 0.37 - 100%, n = 22) de su ámbito hogareño.

## DISCUSIÓN

La evidencia del estudio de captura-marcaje-recaptura indica que la lagartija partenogénica *A. cozumela* es marcadamente residente en los hábitats de playa de Isla Cozumel. Las hembras mantienen ámbitos hogareños significativamente reducidos, ya que el 90% de ellas presentaron ámbitos hogareños que fueron  $\leq 73$  m<sup>2</sup>. El ámbito hogareño de *A. cozumela* es el más pequeño que se ha publicado en el género *Aspidoscelis* y difiere de lo registrado en otras especies partenogénicas y gonocóricas de *Aspidoscelis*, donde se han registrado ámbitos hogareños relativamente más amplios.

CUADRO 1

Ámbito hogareño de hembras de especies partenogénicas y gonocóricas del género *Aspidoscelis*

TABLE 1  
Home ranges of parthenogenetic and gonochoristic species of genus *Aspidoscelis*

Especie	Tipo de Reproducción	LHC (mm)	Ámbito hogareño (m <sup>2</sup> )	Método	Fuente
<i>A. cozumela</i>	partenogénica	60.1	45.1	1	Este estudio
<i>A. maslini</i>	partenogénica	63.7	34.9	1	López-Moreno, 2008
<i>A. uniparens</i>	partenogénica	65.5	417	1	Hulse, 1981
<i>A. uniparens</i>	partenogénica	65.5	815	1	Hulse, 1981
<i>A. uniparens</i>	partenogénica	59.2	515	2	Eifler, 1996
<i>A. hyperythra</i>	gonocórica	60.9	306	1	Rowland, 1992
<i>A. tigris</i>	gonocórica	130.2	400	1	Jorgensen & Tanner, 1963
<i>A. tigris</i>	gonocórica	87	964.5	2	McCoy, 1965

Los ámbitos hogareños se obtuvieron con el método del polígono convexo (1) y con el método del polígono mínimo (2).  
Home ranges were obtained via the convex polygon (1) and minimum polygon method (2).



Ámbitos hogareños reducidos en hábitats de playa o costeros, también han sido registrados en especies de forrajeo amplio como la lagartija partenogénica *A. maslini* (34.9 m<sup>2</sup>, López-Moreno, 2008) y en hembras de *Ameiva quadrilineata* Hallowell, 1861 (187.7 m<sup>2</sup>, Teiidae, Hirth, 1963), así como en especies de forrajeo pasivo como en hembras de *Liolaemus lutzae* Mertens, 1938 (22.3 m<sup>2</sup>, Liolemidae, Rocha, 1999) y *Liolaemus multimaculatus* Duméril & Bibron, 1837 (21.31 m<sup>2</sup>, Liolemidae, Kacoliris, Williams, Ruiz-De Arcaute, & Cassino, 2009). Un ámbito hogareño reducido en hábitats de playa o costeros, puede ser producto de una amplia similitud en las características ambientales que imperan en estos hábitats. En el caso particular de *A. cozumela*, puede ser adicionalmente una herencia de *A. maslini*, con quien también comparte amplia semejanza en características de historia de vida (Hernández-Gallegos, 2004).

El ámbito hogareño puede variar de acuerdo con diferentes características bióticas y abióticas (Ruby, 1978; Hulse, 1981; Stamps, 1983; Ruby & Dunham, 1987; Perry & Garland, 2002; Verwajen & Van Damme, 2008), entre ellas el tamaño corporal y el modo de forrajeo han resultado buenos estimadores del tamaño del ámbito hogareño (Perry & Garland, 2002; Haenel et al., 2003; Verwajen & Van Damme, 2008). Como se ha registrado en hembras de diversas especies de lagartijas (Schoener & Schoener, 1982; Morales-Mávil, Vogt, & Gadsden-Esparza, 2007), el ámbito hogareño de *A. cozumela* se incrementa con la LHC. Para el caso de *A. cozumela*, esta tendencia se presenta en la mayor parte de la población, excepto en las hembras con los dos ámbitos hogareños más grandes (101 m<sup>2</sup> y 287.5 m<sup>2</sup>). Cabe señalar que, para obtener valores más precisos, la exclusión de datos extremos en ámbitos hogareños se ha realizado previamente (Kacoliris et al., 2009). Un tamaño corporal mayor involucra una demanda mayor de recursos que pueden cubrirse con un ámbito hogareño más grande (Haenel et al., 2003). Desde la concepción inicial de los dos modos de forrajeo (Pianka, 1966), las especies del

género *Aspidoscelis* se han considerado como especies de forrajeo amplio (Pianka, 1966; Vitt & Breitenbach, 1993), que activamente buscan a sus presas y que presentan ámbitos hogareños relativamente amplios (McCoy, 1965; Hulse, 1981; Rowland, 1992). La lagartija partenogénica *A. cozumela* es de forrajeo amplio (Lee, 1996) y los resultados de este estudio se contraponen con las predicciones teóricas que establecen que las especies de forrajeo amplio tendrán ámbitos hogareños amplios que cubran su alta energía metabólica, alto nivel de actividad y requerimientos nutricionales (Verwajen & Van Damme, 2008).

El ámbito hogareño reducido de *A. cozumela* puede ser explicado por los beneficios de la calidad térmica de las playas que parecen favorecer la densidad poblacional elevada en esta especie. Se ha registrado que *A. cozumela* ocupa una variedad de hábitats en Isla Cozumel (López-González & González-Romero, 1997; Manríquez-Morán & Méndez-de la Cruz, 2008), entre ellos: playas, matorral costero, plantaciones de coco y bosque tropical semideciduo (López-González & González-Romero, 1997). Los datos actuales indican que el hábitat óptimo para *A. cozumela* son las playas, ya que es en donde se ha registrado la mayor densidad y el mayor número de poblaciones (Lee, 1996; Hernández-Gallegos et al., 1998; Manríquez-Morán, 2002; Hernández-Gallegos, 2004; Díaz de la Vega-Pérez et al., 2013). Algunos autores proponen que la presencia de una especie en un hábitat depende en gran medida de la adquisición de recursos (Rose, 1982; Gutiérrez & Ortega, 1985; Perry & Garland, 2002). Por ello, los atributos bióticos y abióticos de un hábitat son relevantes en la frecuencia de uso de un sitio. Las características bióticas y abióticas de las playas donde se encuentra *A. cozumela* son: vegetación arbustiva y herbácea (generalmente no más de un metro de altura) que crea hábitats abiertos con elevada insolación. Estos ambientes en Isla Cozumel presentan la mejor calidad térmica entre 13 ambientes (principalmente playas) de la Península de Yucatán, donde se encuentran las tres especies partenogénicas del grupo *A. cozumela* y sus especies parentales

(Díaz de la Vega-Pérez et al., 2013). Debido a estas características, posiblemente las playas ofrezcan a la lagartija *A. cozumela* los microhábitats más propicios para termorregular y obtener la temperatura corporal elevada necesaria para realizar las diferentes actividades (38 °C, Díaz de la Vega-Pérez et al., 2013). Una situación similar ha sido registrada en otras especies de la familia Teiidae, donde los individuos alcanzan una temperatura corporal elevada en las playas (Hirth, 1963; Vitt, Zani, Caldwell, & Durtsche, 1993). Es posible que al centro del continente o la isla los individuos no obtengan los requerimientos de termorregulación y alimento necesarios, por ello los individuos prefieren permanecer en las playas aún bajo condiciones climáticas severas (Hirth, 1963).

Los huracanes modifican (entre agosto y octubre) los ecosistemas y el entorno costero de la Península de Yucatán (Gómez-Ramírez, 1998). Se ha registrado que estos eventos tienen su mayor incidencia en la región noreste de la península (Escobar-Nava, 1986; Konrad, 1996), donde se encuentra Isla Cozumel. Estos fenómenos naturales remueven la arena y la vegetación de las playas (Hernández-Gallegos et al., 1998) y al ser recurrentes, pueden no sólo promover grandes cambios ambientales sino también cambios en la biota terrestre de la región. Se desconoce si *A. cozumela* usa otros hábitats como refugio durante los huracanes, si este fuera el caso, las hembras que ocupan playas en Isla Cozumel deberían modificar su ámbito hogareño significativamente, ya que en playas son altamente sedentarias.

Como se ha registrado en hembras de diferentes especies (Stamps, 1983), la densidad poblacional influye inversamente en el tamaño del ámbito hogareño (Ruby & Dunham, 1987; Haenel et al., 2003). Menezes y Rocha (2013) estudiaron diferentes poblaciones costeras de cinco especies de la familia Teiidae y propusieron tres tipos de poblaciones de acuerdo con su densidad: poblaciones con densidad poblacional baja (hasta cinco individuos/hectárea), poblaciones con densidad poblacional intermedia (entre cinco y diez individuos/hectárea) y poblaciones con densidad poblacional alta (más

de diez individuos/hectárea). El grado de conservación del hábitat se relacionó directamente con la densidad poblacional. Mitchell (1979) estudió la densidad poblacional en cuatro especies de *Aspidoscelis* (dos partenogenéticas: *Aspidoscelis uniparens* Wright & Lowe, 1965 y *Aspidoscelis sonora* Lowe & Wright, 1964 y dos gonocóricas: *Aspidoscelis inornata* Baird, 1858 y *Aspidoscelis tigris* Baird & Girard, 1852) y registró densidades poblacionales de menos de 20 individuos por hectárea. Cabe resaltar que las densidades registradas en *A. uniparens* y en *A. tigris* (Mitchell, 1979) y su ámbito hogareño relativamente amplio (de 415 a 815 m<sup>2</sup> y de 400 a 964.5 m<sup>2</sup>, respectivamente), contrastan con los valores registrados en *A. cozumela* (45.1 m<sup>2</sup> de ámbito hogareño y 122 hembras por hectárea, Hernández-Gallegos, 2004). En este sentido, la densidad poblacional marcadamente elevada en una lagartija de forrajeo amplio como *A. cozumela* en las playas de Isla Cozumel, puede influir en la reducción significativa de su ámbito hogareño. Probablemente, las hembras de *A. cozumela* en un ámbito hogareño reducido (ligeramente solapado con otras hembras), encuentren los recursos bióticos y abióticos necesarios para sobrevivir y reproducirse.

De acuerdo con estudios previos el grado de solapamiento en lagartijas puede variar inter e intrasexualmente (Lewis & Saliva, 1987; Rocha, 1999; Haenel et al., 2003). El solapamiento registrado en *A. cozumela* (22.9%) fue similar al registrado en las hembras de *Ameiva exsul* Cope, 1862 (22.4%, Lewis & Saliva, 1987). Sin embargo, los resultados de solapamiento en *A. cozumela* difieren cuando se comparan con la lagartija partenogenética *Darevskia armeniaca* Meheli, 1909, donde se registró solapamiento marcadamente elevado del ámbito hogareño entre las hembras (solapamiento con 6-7 hembras, involucrando más del 93% del ámbito hogareño, Galoyan, 2013). Una agresividad y competencia bajas (producto de su origen monoclonal y similitud genética) pueden explicar el solapamiento elevado en *D. armeniaca* (Galoyan, 2013). Cabe señalar que en *D. armeniaca* las hembras adultas

catalogadas como residentes temporales, usan el mismo ámbito hogareño (104.8 m<sup>2</sup>) por 1-2 años y posteriormente lo cambian (su longevidad es > a cinco años, Galoyan, 2013). En el caso de *A. cozumela*, a diferencia de lo que sucede en *D. armeniaca*, la información indica que las hembras usan el mismo ámbito hogareño durante toda su vida. Lo anterior, se apoya en el hecho de que *A. cozumela* es anual en Isla Cozumel (4.5% de las hembras sobrevive un segundo año, Hernández-Gallegos, 2004) y que las hembras tienen una longevidad no mayor a dos años.

Dirzo et al. (2014) propusieron que las siguientes características pueden ser indicadores de riesgo de extinción en vertebrados: distribución geográfica restringida, tasa reproductora baja, ámbito hogareño amplio y tamaño corporal grande. En este sentido la lagartija partenogenética *A. cozumela* tendría un riesgo de extinción intermedio, ya que cumpliría con los primeros dos criterios: es microendémica de Isla Cozumel y presenta el tamaño de nidada más bajo del género *Aspidoscelis* (Lee, 1996; Manríquez-Morán et al., 2005). Bajo condiciones naturales, el ámbito hogareño y tamaño corporal pequeños y otras características biológicas (i. e., doble potencial reproductor, madurez sexual temprana y tiempos generacionales cortos, Hernández-Gallegos, 2004), pueden promover su prevalencia en las playas y colateralmente disminuirían su riesgo de extinción. Sin embargo, las actividades antropogénicas en Isla Cozumel pueden incrementar significativamente dicho riesgo. En Isla Cozumel, las playas y su vegetación nativa se encuentran altamente amenazadas por el desarrollo de la infraestructura turística, de hecho por esta actividad la mayoría de las poblaciones del lado Oeste de la isla han sido extirpadas (Manríquez-Morán & Méndez-de la Cruz, 2008). Cabe señalar que, por actividades humanas, otros grupos de vertebrados como mamíferos y aves enfrentan severas problemáticas de conservación en Isla Cozumel (Martínez-Morales, 1999; Cuarón, Martínez-Morales, McFadden, Valenzuela, & Gompper, 2004). Es importante mencionar que solo la infraestructura turística (que elimina el

componente vegetal) ha provocado la extirpación local de poblaciones en las playas, ya que *A. cozumela* parece estar bien adaptada a fenómenos naturales de gran magnitud como son los huracanes (Hernández-Gallegos, 2004), los cuales no promueven extirpaciones locales (Hernández Gallegos et al., 1998; Hernández-Gallegos, 2004).

Una situación similar a la que experimenta *A. cozumela* se ha registrado en la lagartija partenogenética *Aspidoscelis rodecki* McCoy y Maslin, 1962, donde las actividades turísticas y el desarrollo urbano han provocado extirpación local de poblaciones (Hernández-Gallegos, 2004; Elizalde-Rocha, Méndez-de la Cruz, Méndez-Sánchez, Granados-González, & Hernández-Gallegos, 2008). Es necesaria y urgente una regulación estricta de las playas en Isla Cozumel (y en el resto de la Península de Yucatán), que si bien promueva su aprovechamiento también procure la conservación de la flora y fauna nativas (Hernández-Gallegos, 2004). Resulta importante proteger la costa Este de la isla, que presenta una diversidad importante de vertebrados y constituiría el único refugio para especies microendémicas (como *A. cozumela*) que habitan preferentemente hábitats costeros.

## AGRADECIMIENTOS

A los proyectos UAEMéx 3587/2013CHT por el apoyo financiero para Oswaldo Hernández-Gallegos durante la redacción de este trabajo. A PAPIIT 215011-3 y a la Theodore Roosevelt Memorial Fund, American Museum of Natural History por el apoyo financiero para realizar el trabajo de campo. A Felipe Rodríguez, Felipe Hernández y Jorge Hernández por su ayuda en el campo.

## RESUMEN

El ámbito hogareño es el área dentro de la cual un individuo se mueve para adquirir recursos que incrementen su supervivencia. El ámbito hogareño puede variar, intra e interespecificamente, por factores bióticos y abióticos. En este trabajo se estudió el ámbito hogareño de la lagartija partenogenética *Aspidoscelis cozumela*, una especie de forrajeo amplio, con alta preferencia por las playas



y microendémica de Isla Cozumel, México. El ámbito hogareño de *A. cozumela* se comparó con otras especies de *Aspidoscelis* (gonocóricas y partenogenéticas) y con otras lagartijas que ocupan hábitats costeros. Además, se discuten los factores bióticos y abióticos que lo moldean. La zona de estudio fue una playa (con un área de 4 000 m<sup>2</sup>), que se encuentra al Este de la isla y que presenta vegetación halófila (expuesta a altos niveles de insolación). De 1999 al 2001 se realizaron nueve censos que cubrieron la época de sequía, de lluvias y la época de “nortes” de la zona y la temporada de reproducción de *A. cozumela*. Durante cada censo, se realizó captura-marcaje-recaptura y se registró: fecha, hora del día, longitud hocico-cloaca (LHC) al milímetro más cercano. Los individuos fueron ubicados en el área de estudio por bi-coordenadas usando estacas como referencia. El ámbito hogareño se calculó con el método del polígono convexo con el programa McPaal, adicionalmente se calculó el solapamiento del ámbito hogareño. Se relacionó la LHC con el ámbito hogareño. Para el cálculo del ámbito hogareño se consideraron las hembras con tres o más recapturas. Se obtuvieron 20 ámbitos hogareños, que promediaron 45.1 ± 14.0 m<sup>2</sup>. No se encontró relación de la LHC con el ámbito hogareño ( $p = 0.9229$ ,  $n = 20$ ). Sin embargo, un análisis que excluyó los individuos con los ámbitos hogareños extremos, mostró que el ámbito hogareño de *A. cozumela* se relacionó de manera positiva con la LHC ( $p = 0.0072$ ,  $n = 18$ ), las hembras más grandes tuvieron ámbitos hogareños más amplios. El solapamiento del ámbito hogareño fue de 22.9 ± 5.7%. El ámbito hogareño de *A. cozumela* es el más pequeño que se ha documentado en el género *Aspidoscelis* (incluyendo especies partenogenéticas y gonocóricas) y se contraponen con las predicciones teóricas que establecen ámbitos hogareños amplios para especies de forrajeo amplio. Beneficios térmicos y una elevada densidad poblacional pueden explicar la marcada residencia en las playas y ámbito hogareño reducido de *A. cozumela*. La lagartija partenogenética *A. cozumela* está bien adaptada a las condiciones ambientales en las playas, sin embargo las afectaciones severas en las playas por el desarrollo de la infraestructura turística pueden poner en riesgo su existencia en Isla Cozumel.

**Palabras clave:** Squamata, Teiidae, *Aspidoscelis cozumela*, partenogénesis, ámbito hogareño.

## REFERENCIAS

- Borges-Landáez, P., & Shine, R. (2003). Influence of toe-clipping on running speed in *Eulamprus quoyii*, an Australian scincid lizard. *Journal of Herpetology*, 37, 592-595.
- Cuarón, A. D., Martínez-Morales, M. A., McFadden, K. W., Valenzuela, D., & Gompper, M. E. (2004). The status of dwarf carnivores on Cozumel Island, Mexico. *Biodiversity and Conservation*, 13, 317-331.
- Díaz de la Vega-Pérez, A. H., Jiménez-Arcos, V. H., Manríquez-Morán, N. L., & Méndez-de la Cruz, F. R. (2013). Conservatism of thermal preferences between parthenogenetic *Aspidoscelis cozumela* complex (Squamata: Teiidae) and their parental species. *Herpetological Journal*, 23, 93-104.
- Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J. B., & Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345, 401-406.
- Eifler, D. A. (1996). Experimental manipulation of spacing patterns in the widely foraging lizard *Cnemidophorus uniparens*. *Herpetologica*, 52, 477-486.
- Elizalde-Rocha, S. P. (2007). *Evolución y sistemática de las lagartijas partenogenéticas del género Aspidoscelis (Squamata: Teiidae) de la Península de Yucatán*. (Tesis inédita de licenciatura). Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México, México.
- Elizalde-Rocha, S. P., Méndez-de la Cruz, F. M., Méndez-Sánchez, J. F., Granados-González, G., & Hernández-Gallegos, O. (2008). Variación morfológica de la lagartija partenogenética *Aspidoscelis rodecki* (Squamata: Teiidae): Implicaciones evolutivas y de conservación. *Revista de Biología Tropical*, 56, 1871-1881.
- Escobar-Nava, A. (1986). *Geografía general del estado de Quintana Roo*. México: Estado de Quintana Roo.
- Flores-Villela, O. (1993). Herpetofauna Mexicana. *Carnege Museum of Natural History*, 17, 1-73.
- Galoyan, E. (2013). Joint space use in a parthenogenetic Armenian rock lizard (*Darevskia armeniaca*) suggests weak competition among monoclonal females. *Journal of Herpetology*, 47, 97-104.
- García, E. (2004). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gómez-Ramírez, M. (1998). Ciclones tropicales que entraron a la Península de Yucatán de 1970 a 1995. *Revista Geográfica*, 124, 153-171.
- Gómez-Ramírez, M. & Reséndiz-Espinosa, I. N. (2002). Seguimiento de nortes en el litoral del Golfo de México en la temporada 1999-2000. *Revista Geográfica*, 131, 5-19.
- Gutiérrez, A. & Ortega, A. (1985). Comparación de métodos para calcular el área de actividad de *Sceloporus scalaris*. *Acta Zoológica Mexicana*, 12, 1-12.
- Haenel, G. J., Smith, L. C., & John Alder, H. B. (2003). Home-range analysis in *Sceloporus undulatus* (Eastern Fence Lizard). I. Spacing patterns and the context of territorial behavior. *Copeia*, 99-112.
- Hernández-Gallegos, O., Manríquez-Morán, N., Méndez, F. R., Villagrán, M., & Cuellar, O. (1998). Histocompatibility in parthenogenetic lizards of the *Cnemidophorus cozumela* complex from the Yucatán Peninsula of Mexico. *Biogeographica*, 74, 117-124.



- Hernández-Gallegos, O. (2004). *Demografía de los lacertilios del complejo Aspidoscelis (Cnemidophorus) cozumela (Sauria: Teiidae) y sus especies parentales, en la Península de Yucatán, México.* (Tesis inédita de doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Hirth, H. F. (1963). The ecology of two lizards on a tropical beach. *Ecological Monographs*, 33, 83-112.
- Howell, S., & Webb, S. (1995). *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America.* New York, USA: Oxford University Press.
- Hulse, A. C. (1981). Ecology and reproduction of the parthenogenetic lizard *Cnemidophorus uniparens* (Teiidae). *Annals of the Carnegie Museum of Natural History*, 50, 353-369.
- Jorgensen, C. D., & Tanner, W. W. (1963). The application of the density probability function to determine the home ranges of *Uta stansburiana stansburiana* and *Cnemidophorus tigris tigris*. *Herpetologica*, 19, 105-115.
- Kacoliris, F. P., Williams, J. D., Ruiz-De Arcaute, C., & Cassino, C. (2009). Home range size and overlap in *Liolaemus multimaculatus* (Squamata: Liolamidae) in Pampean coastal dunes of Argentina. *South American Journal of Herpetology*, 4, 229-234.
- Konrad, H. W. (1996). Caribbean tropical storms: Ecological implications for prehispanic and contemporary Maya subsistence practice on the Yucatán Peninsula. *Revista Mexicana del Caribe*, 1, 98-130.
- Lee, J. C. (1996). *The amphibians and reptiles of the Yucatán Peninsula.* Ithaca, USA: Cornell University Press.
- Lewis, A. R., & Saliva, J. E. (1987). Effects of sex and size on home range, dominance and activity budgets in *Ameiva exsul* (Lacertilia: Teiidae). *Herpetologica*, 43, 374-383.
- López-González, C. A., & González-Romero, A. (1997). The lizard community from Cozumel Island, Quintana Roo, Mexico. *Acta Zoologica Mexicana*, 72, 27-39.
- López-Moreno, A. E. (2008). *Ámbito hogareño de dos lagartijas partenogenéticas de la Península de Yucatán.* (Tesis inédita de licenciatura). Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México.
- Manríquez-Morán, N. L., Villagrán-Santa Cruz, M., & Méndez-de la Cruz, F. R. (2000). Origin and evolution of the parthenogenetic lizards, *Cnemidophorus maslini* and *C. cozumela*. *Journal of Herpetology*, 34, 634-637.
- Manríquez-Morán, N. L. (2002). *Origen y diversidad clonal en las especies de lagartijas partenogenéticas del complejo Cnemidophorus cozumela (Reptilia: Teiidae).* (Tesis inédita de doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.
- Manríquez-Morán, N. L., Villagrán-Santa Cruz, M., & Méndez-de la Cruz, F. R. (2005). Reproductive biology of the parthenogenetic lizard, *Aspidoscelis cozumela*. *Herpetologica*, 61, 435-439.
- Manríquez-Morán, N. L., & Méndez-de la Cruz, F. R. (2008). Genetic homogeneity between two populations of the parthenogenetic lizard *Aspidoscelis cozumela*. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79, 421-426.
- Manríquez-Morán, N. L., Méndez-de la Cruz, F. R., & Murphy, R. W. (2014). Genetic variation and origin of parthenogenesis in the *Aspidoscelis cozumela* Complex: Evidence from mitochondrial genes. *Zoological Science*, 31, 14-19.
- Martínez-Morales, M. A. (1999). Conservation status and habitat preferences of the Cozumel Curassow. *Condor*, 101, 11-20.
- McCoy, C. J. (1965). *Life history and ecology of Cnemidophorus tigris septentrionalis.* (Ph.D. Thesis). University of Colorado, Boulder, Colorado, USA.
- Menezes, V. A., & Rocha, C. F. D. (2013). Geographic distribution, population densities and issues on conservation of whiptail lizards in restinga habitats along the eastern coast of Brazil. *North-Western Journal of Zoology*, 9, 337-344.
- Mitchell, J. C. (1979). Ecology of southeastern Arizona whiptail lizards (*Cnemidophorus*: Teiidae): population densities, resource partitioning and niche overlap. *Canadian Journal of Zoology*, 57, 1487-1499.
- Morales-Mávil, J. E., Vogt, R. C., & Gadsden-Esparza, E. (2007). Desplazamientos de la iguana verde, *Iguana iguana* (Squamata: Iguanidae) durante la estación seca en La Palma, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 55, 709-715.
- Paulissen, M. A., & Meyer, H. A. (2000). The effects of toe-clipping on the gecko *Hemidactylus turcicus*. *Journal of Herpetology*, 34, 282-285.
- Pianka, E. R. (1966). Convexity, desert lizards and spatial heterogeneity. *Ecology*, 47, 1055-1059.
- Perry, G., & Garland, T. (2002). Lizard home ranges revisited: effects of sex, body size, diet, habitat and phylogeny. *Ecology*, 83, 1870-1885.
- Reeder, T. W., Cole, C. J., & Dessauer, H. C. (2002). Phylogenetic relationships of whiptail lizards of the genus *Cnemidophorus* (Squamata: Teiidae): A test of monophyly, reevaluation of karyotypic evolution and review of hybrid origins. *American Museum Novitates*, 3365, 1-61.
- Rocha, C. F. D. (1999). Home range of the tropidurid lizard *Liolaemus lutzae*: Sexual and body size differences. *Revista Brasileira de Biologia*, 59, 125-130.
- Rose, B. (1982). Lizard home ranges: Methodology and functions. *Journal of Herpetology*, 16, 253-269.

- Rowland, S. D. (1992). *Activity, behavior, ecology and home range of the orange-throated whiptail, Cnemidophorus hyperythrus beldingi Cope*. (Master's Thesis). California State University, Fullerton, California, USA.
- Ruby, D. E. (1978). Seasonal changes in the territorial behavior of the iguanid lizard *Sceloporus jarrovi*. *Copeia*, 430-438.
- Ruby, D. E., & Dunham, A. E. (1987). Variation in home range size along an elevational gradient in the iguanid lizard *Sceloporus merriami*. *Oecologia*, 71, 473-480.
- Sánchez, O. (2011). Evaluación y monitoreo de poblaciones silvestres de reptiles. In O. Sánchez, P. Zamorano, E. Peters, & H. Moya (Eds.), *Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México* (pp. 83-120). D. F., México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Schoener, T. W., & Schoener, A. (1982). The ecological correlates of survival in some Bahamian *Anolis* lizards. *Oikos*, 39, 1-16.
- Stamps, J. A. (1983). Sexual selection, sexual dimorphism and territoriality. In R. B. Huey, E. R. Pianka, & T. W. Schoener (Eds.), *Lizard Ecology: studies of a model organism* (pp. 169-204). Massachusetts, USA: Harvard University Press.
- Stüwe, M., & Blohowiak, C. E. (1985). *Micro-computer programs for the analysis of animal locations (MACPAAL, version 1.2)*. Washington, DC, USA: Smithsonian Institution.
- Taylor, H. L., & Cooley, C. R. (1995). A multivariate analysis of morphological variation among parthenogenetic Teiid lizards of the *Cnemidophorus cozumela* complex. *Herpetologica*, 51, 67-76.
- Téllez-Valdez, O., Cabrera-Cano, E. F., Linares-Mazari, E., & Bye, R. (1989). *Las plantas de Cozumel*. México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tinkle, D. W. (1967). The life and demography of the side blotched lizard *Uta stansburiana*. *Miscellaneous Publications, Museum of Zoology, University of Michigan*, 132, 1-182.
- Verwajen, D., & Van Damme, R. (2008). Wide home ranges for widely foraging lizards. *Zoology*, 111, 37-47.
- Vitt, L. J., & Breitenbach, G. L. (1993). Life histories and reproductive tactics among lizards in the genus *Cnemidophorus* (Sauria: Teiidae). In J. W. Wright, & L. J. Vitt (Eds.), *Biology of whiptail lizards (Genus Cnemidophorus)* (pp. 211-244). Oklahoma, USA: Oklahoma Museum of Natural History.
- Vitt, L. J., Zani, P. A., Caldwell, J. P., & Durtsche, R. D. (1993). Ecology of the whiptail lizard *Cnemidophorus deppii* on a tropical beach. *Canadian Journal of Zoology*, 71, 2391-2400.
- Wilson D. E., & Reeder D. M. (1993). *Mammal species of the world: A taxonomic and geographic reference*. Washington, DC, USA: Smithsonian Institution Press.
- Wright, J. W. (1993). Evolution of whiptail lizards (Genus *Cnemidophorus*). In J. W. Wright, & L. J. Vitt (Eds.), *Biology of whiptail lizards (Genus Cnemidophorus)* (pp. 27-82). Oklahoma, USA: Oklahoma Museum of Natural History.
- Yáñez-Arancibia, A., & Day, J. W. Jr. (1988). Ecological characterization of Terminos Lagoon, a tropical lagoon-stuarine system in the southern Gulf of Mexico. In A. Yáñez-Arancibia & J. W. Day, Jr. (Eds.), *Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos* (pp. 1-40). México: Universidad Nacional Autónoma de México y Organización de los Estados Americanos.

