



**El Colegio de la Frontera Sur**

**Distribución y selección de refugio de la iguana chop *Ctenosaura defensor*  
(Cope, 1866) en la Península de Yucatán, México**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para optar al grado de Maestría en  
Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural**

**Por  
Luis Adel Leyva Ramírez**

**2015**



EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR

San Cristóbal de las Casas, Chiapas a 29 de Junio de 2015

Las personas abajo firmantes, integrantes del jurado examinador de: Luis Adel Leyva Ramírez, hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada: Distribución y selección de refugio de la iguana chop *Ctenosaura defensor* (Cope, 1866) en la Península de Yucatán, México.

Para obtener el grado de **Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural**.

Nombre	Firma
Director: Dra. Consuelo Lorenzo Monterrubio	_____
Asesor: Dr. José Rogelio Cedeño Vázquez	_____
Asesor: M. en C. Holger Weissenberger	_____
Sinodal adicional: Dr. Eduardo Jorge Naranjo Piñera	_____
Sinodal adicional: Dr. David González Solís	_____
Sinodal suplente: M. en C. Benigno Gómez y Gómez	_____

## **Dedicatoria**

**A mi Familia que siempre ha estado conmigo en todo momento, gracias por su comprensión, tiempo, paciencia y apoyo, por creer en mí, les dedico con mucho orgullo este trabajo...son mis maestros de vida gracias por ser y estar. En especial a mis padres: María Luisa Ramírez Serrano y Juvencio Leyva Báez.**

**Dedicado especialmente a Metzli Marian Leyva Medina. Eres lo mejor que me ha pasado y espero que en todos tus proyectos muestres la misma pasión y entusiasmo, que hasta los pocos años de vida que tienes has mostrado, te amo inmenso mi hija.**

## **Agradecimientos**

A El Colegio de la Frontera Sur unidades San Cristóbal de Las Casas y Chetumal, por la oportunidad otorgada para realizar y concluir mis estudios de posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca de maestría (No. 288500) otorgada en el periodo 2013-2014.

A la Dra. Consuelo Lorenzo Monterrubio, por su confianza, su paciencia, sus consejos y apoyo durante toda la realización de este proyecto.

Al Dr. José Rogelio Cedeño Vázquez, por su amistad, sugerencias, confianza, apoyo y comentarios, tanto en el trabajo de campo, como para el escrito y las facilidades otorgadas para los muestreos, por el equipo facilitado.

Al M. en C. Holger Weissenberger por su paciencia y apoyo para la realización del mapa de distribución de *C. defensor*, así como sus sugerencias y comentarios para este escrito.

Al Dr. Jorge Castellanos Albores por su asesoría y gran apoyo y colaboración en la parte de estadística del presente estudio.

Al Dr. David González Solís por su amistad, apoyo y confianza para facilitar mi estancia en el estado de Yucatán.

A mi familia por su apoyo incondicional: Juvencio, María Luisa (Q.E.P.D.), Irina Fabiola, Emmil Alejandro, Karlo Vinicio, Dolores Carolina, Sigrid Alejandra, Carmen y Silvia Sarmiento y en especial a Jossie Ixchel Medina Sarmiento mil gracias por tu apoyo: dedicado para mi hija Metzli Marian Leyva Medina.

A Cristian Kraker y Joanna Klys por sus aportaciones al manuscrito en inglés del artículo sometido; a los sinodales: Dr. David González Solís, Dr. Eduardo Jorge Naranjo Piñera y M. en C. Benigno Gómez y Gómez; igualmente al Dr. José Luis Rangel Salazar por sus sugerencias y en especial a Giselle Flores por su tiempo, aportaciones y sugerencias

A Alicia Elena Arrona Rivera por todo su apoyo en campo y el interés mostrado por este proyecto, por tu ayuda, sugerencias, consejos, por todo, gracias mil gracias por ser y estar.

A Alejandro Antonio Aragón Moreno por el apoyo en la edición de las figuras con imágenes fotográficas.

Al personal que labora en el SIBE unidades San Cristóbal de las Casas y Chetumal

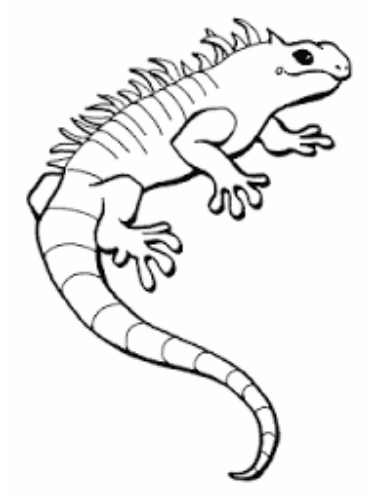
A mis compañeros y amigos de generación de la unidad Chetumal (Vanessa, Elva, Juan Carlos, Tulio, Nicolás, Elizabeth, Ashanti, Julio, Maloni, Isabel, Tlaloc y Alex) y San Cristóbal (Alicia, Mireya, Samuel, Fabián, Omar, Amairani, Ximena, Elma, Laila, Daniela y Elizabeth) y en especial a Arturo y Ana Luisa.

A todos los guías de campo que trabajaron arduamente conmigo en búsqueda de la iguana chop en la Península de Yucatán, en especial a Armando Borges, mi guía inseparable y a Flavio Aveytia.

A las iguanas chop: *Ctenosaura defensor* y *Ctenosaura alfredschmitdi*, sin duda reptiles únicos y bellos, gracias por estar y por existir.

## ÍNDICE

Introducción _____	7
<i>Antecedentes de la herpetofauna en la Península de Yucatán</i> _____	7
<i>Distribución de género Ctenosaura y de C. defensor</i> _____	9
<i>Importancia biológica y hábitat</i> _____	10
<i>Descripción de Ctenosaura defensor</i> _____	11
<i>Selección de refugio</i> _____	12
<i>Amenazas</i> _____	14
<i>Conservación</i> _____	15
Artículo enviado a Acta Herpetologica _____	17
Conclusiones _____	54
Literatura citada _____	61
ANEXOS _____	69



## Introducción

### *Antecedentes de la herpetofauna en la Península de Yucatán*

Los reptiles representan casi el 71% del total de especies de herpetofauna en México, por lo tanto, son un grupo ideal para el estudio de la biogeografía en México, debido a su riqueza y endemismo (Flores-Villela, 1993). Actualmente se desconocen los patrones de distribución y origen evolutivo de muchas especies de reptiles en México, en específico de las iguanas como *Ctenosaura defensor*, endémica de la Península de Yucatán. El registro pleistocénico de reptiles en México es muy pobre, consta de 88 registros publicados, en sólo 14 estados (Tovar-Liceaga y Montellano-Ballesteros, 2005). Suárez-Morales *et al.* (2004) mencionan que la Península de Yucatán se mantuvo sumergida por transgresiones marinas (evento geológico por el cual el mar ocupa un terreno continental) durante diferentes periodos geológicos, argumentando que su biota es básicamente de distribución y dispersión relativamente reciente (post-pliocénica - hace 5 millones de años aproximadamente). La Península de Yucatán ofrece una excelente oportunidad para estudiar los patrones de distribución de los reptiles y evaluar las contribuciones relativas de varios factores (clima, latitud, altitud, vegetación, orografía, edafología, humedad, precipitación) que se consideran importantes en el establecimiento de los límites de distribución y hábitat de muchas especies, así como en la selección de refugio (Lee, 1980).

En la Península de Yucatán, diversos autores han reconocido esta zona biogeográfica como un área de unidades menores, que podrían ser tratadas como distritos de flora y fauna (Smith, 1941; Barrera, 1962; Casas-Andreu y Reyna-

Trujillo, 1990). Peña-Chocarro *et al.*, (2011) mencionan al menos 12 unidades o tipos de hábitat: dunas costeras, manglares, pinares, sabanas, selva alta/mediana perennifolia y subperennifolia, selva baja caducifolia y espinosa, selva baja perennifolia y mediana subcaducifolia, vegetación secundaria y huertos familiares o de cultivo. La Península de Yucatán puede ser delineada utilizando objetivamente características naturales, como la topografía, humedad, precipitación, temperatura y vegetación, mismas que constituyen barreras para la dispersión de muchos reptiles (Lee, 1980).

Aunque el centro de origen para muchos reptiles que habitan en la Península de Yucatán no es conocido, la mayoría debió haber llegado desde el sur del continente y se extendió hacia el norte como si fuera un callejón sin salida (Lee, 1980). Vázquez-Domínguez y Arita (2010) confirman esta teoría mencionando una dispersión de la fauna de vertebrados (entre ellos los reptiles) desde la base de la Península (Petén guatemalteco y áreas adyacentes) hacia la porción norte; igualmente, mencionan que la fauna actual del extremo norte de dicha península es relativamente joven geológicamente, con un origen reciente (< 2.8 millones de años). Esta área proporciona una oportunidad para evaluar los efectos del tiempo en la formación de patrones de distribución y densidad de la herpetofauna (Lee, 1980). Debido a su aislamiento, composición y gran variedad de hábitats (Peña-Chocarro *et al.*, 2011), la Península de Yucatán es una zona de muchos endemismos recientes de reptiles, entre los que se encuentran *Ctenosaura defensor* y *C. alfredschmitdi* (Espadas-Manrique *et al.*, 2003. Lee (1980) menciona que al menos cinco especies de anfibios y reptiles tienen sus parientes vivos más



cercanos distribuidos en la vertiente del Pacífico de México. Duellman (1965b) menciona que la iguana *C. defensor*, anteriormente conocida como *Enyaliosaurus defensor* está estrechamente relacionada con *E. clarki* del Valle de Tepalcatepec en Michoacán, actualmente conocida como *Ctenosaura clarki*.

Debido a que *C. defensor* al igual que *C. clarki* estaban considerados dentro del género *Enyaliosaurus*, de Queiroz (1987) determinó mediante un análisis filogenético con 20 caracteres morfológicos que las especies de género *Enyaliosaurus* son un subgrupo derivado de *Ctenosaura* y que como tal no debe de ser reconocido como un género. Por otro lado, *C. alfredschmitdi* fue considerada como *C. defensor* hasta que la primera fue descrita como especie a parte por Köhler (1995b). Actualmente existe confusión en la distribución de ambas iguanas, localmente llamadas chop. Debido a la separación y descubrimiento de *C. alfredschmitdi* se han emitido registros erróneos de distribución para *C. defensor*, por lo que existe la necesidad de delimitar el área de distribución de cada una en la Península de Yucatán.

#### *Distribución de género Ctenosaura y de C. defensor*

En la familia Iguanidae se agrupan ocho géneros y aproximadamente 40 especies, entre ellas el género *Ctenosaura*, al cual pertenece actualmente *C. defensor*. En México se han registrado 20 especies de iguanas pertenecientes a los géneros *Ctenosaura*, *Iguana*, *Dipsosaurus* y *Sauromalus* (Reynoso, 2008). Las iguanas del género *Ctenosaura* se encuentran distribuidas en los trópicos de América, desde México hasta Colombia (Buckley y Flores-Villela, 2007; Fig. 1). Se reconocen 18 especies (Pasachnik *et al.*, 2012) y la mayoría viven en zonas bajas

áridas y subhúmedas de México y Centroamérica, desde el nivel del mar hasta los 1,200 msnm (Burghardt y Rand, 1982). En México habitan 11 especies, de las cuales nueve son endémicas (Liner, 2007) y *C. alfredschmitdi*, *C. defensor* y *C. similis* habitan en la Península de Yucatán (Köhler, 1995b; Lee, 1996; Dundee et al., 1986), las dos primeras son endémicas de dicha península.

La distribución conocida de *Ctenosaura defensor* comprende la porción suroeste y norte de Campeche, noroeste y centro de Yucatán y centro de Quintana Roo (Köhler, 1996, 2008; Lee, 1996, 2000; Calderón-Mandujano et al., 2005); sin embargo, se desconoce el área de distribución total y el tamaño de la población (IUCN, 2014) y los mapas de distribución publicados en la literatura no están actualizados, de acuerdo con los registros recientes (Köhler, 1996, 2008; Lee, 1996, 2000; GBIF, 2013).

#### *Importancia biológica y hábitat*

Las iguanas del género *Ctenosaura* juegan un papel importante en los ambientes que ocupan, ya que se constituyen como presas importantes para carnívoros mayores (serpientes, aves rapaces y mamíferos carnívoros grandes) (Belamendia, 2010; L. A. Leyva, obs. pers.), incluyendo a los seres humanos. Además, las iguanas son controladoras de plagas de insectos y pueden contribuir a la regeneración de la vegetación mediante la dispersión de semillas (Traveset, 1990; Benítez-Malvido et al., 2003). Todas las especies de *Ctenosaura* son de hábitos diurnos, terrestres y arborícolas (Lee, 2000). *Ctenosaura defensor* vive principalmente en los bosques espinosos xéricos de la porción noroeste de la Península de Yucatán, aunque también se encuentra en árboles de hoja perenne

tropical en bosques de la zona norte de Campeche (Duellman, 1965a; Lee, 1996). Actualmente la IUCN (2014) menciona que su hábitat típico es el bosque tropical seco.

#### *Descripción de Ctenosaura defensor*

La iguana chop, *Ctenosaura defensor* se caracteriza por ser corpulenta, de cabeza ancha y el hocico redondeado en vista lateral y dorsal, las extremidades están bien desarrolladas y los dedos tienen uñas fuertes. La cola representa cerca del 85% de la longitud corporal, es ligeramente aplanada y está cubierta por espinas largas y fuertes (Calderón-Mandujano *et al.*, 2005). Los machos son robustos y alcanzan un tamaño longitud hocico-cloaca (LHC) de 12 a 14 cm, mientras que las hembras son de talla más pequeña, pero la diferencia de talla no ha sido cuantificada (Lee, 1996). Los ojos se caracterizan por tener una pupila redonda y el iris es de color rojo-naranja. Las escamas del cuerpo son lisas y ligeramente sobrepuestas. Algunas escamas de la parte dorsal de las patas son alargadas y con espinas, sobre todo en las patas traseras. Se distingue por su brillante colorido. La cabeza, nuca, cola y extremidades son ligeramente grises. La mitad anterior del cuerpo es negra en su mayor parte, con manchas negras distribuidas en bloques o bandas irregulares y esparcidas entre éstas existen manchas color gris y ocre. La mitad posterior del cuerpo es en su mayor parte rojo-naranja. Los brazos son negros o grises con líneas claras (Calderón-Mandujano *et al.*, 2005; Fig. 2).

Al igual que muchos reptiles, *C. defensor* puede cambiar la tonalidad de sus colores haciéndolos más brillantes, esto se debe a su lenguaje corporal en

respuesta a las condiciones cambiantes del ambiente y a la exposición solar (Cooper y Greenberg, 1992; Stuart-Fox *et al.*, 2006), y para la comunicación intrasexual en la época reproductiva (Martin y Forsman, 1999; Galán, 2000; Aragón, 2001).

### *Selección de refugio*

Las iguanas del género *Ctenosaura* usan pequeños refugios en oquedades de árboles y rocas (Köhler, 1995b, 1996; Lee 1996; Blázquez y Rodríguez-Estrella, 2001; Díaz, 2014). Los refugios son espacios de pequeñas dimensiones (habitáculos) ocupados para diversos propósitos (refugio, retiro, interacciones sociales, reproducción, anidación) y el microhábitat hace referencia a las características estructurales tales como la vegetación, composición y estructura del suelo (Heatwole, 1966; Morris, 1987; Blumstein, 1998; Traba *et al.*, 2009). Para las iguanas del género *Ctenosaura*, los microhábitats con refugios disponibles proveen escape de las variables ambientales tales como la lluvia, viento, temperaturas superficiales extremas y depredadores, y permiten el acceso a sitios de termorregulación favorables, áreas de alimentación y a interacciones sociales intraespecíficas (Bulova, 1994; Blázquez y Rodríguez-Estrella, 2001).

Muchos reptiles seleccionan sus refugios, incluso el tipo de sustrato del refugio (piedras, troncos caídos, hojarasca y árboles de pie), de acuerdo con sus hábitos terrestres o arborícolas (Wake y Lynch, 1976). La morfología de las iguanas del género *Ctenosaura* (forma, talla, condición corporal) ayuda a comprender mejor sus preferencias de hábitat, incluso su tipo de refugio (Pasachnik *et al.*, 2012). Algunos elementos importantes en la teoría de escape

para reptiles y evitar depredadores involucran cambios en el microhábitat y la disponibilidad de refugios cercanos al refugio ocupado para que el reptil se resguarde ante algún riesgo (Stankowich y Blumstein, 2005). Por otro lado, Cooper y Wilson (2007) mencionan que la mayor diversidad de refugios utilizados por lagartijas del género *Sceloporus* en sustratos terrestres como rocas, es una consecuencia de la fragmentación del hábitat y de la limitada disponibilidad de grietas y huecos en troncos y árboles que ofrecen mayor seguridad ante depredadores.

La selección de refugio tiene gran relevancia en la sobrevivencia de las iguanas del género *Ctenosaura*, como *C. defensor*. Köhler (1995a) menciona que esta especie usa su cuerpo en estos agujeros para llenarlo por completo bloqueando la entrada y son muy eficaces al hacerlo con su cola espinosa. Este comportamiento se ha observado también en otras especies: *C. alfredschmitdi*, *C. clarki*, *C. flavidorsalis* (Köhler y Klemmer, 1994) y *C. quinquecarinata* (Gray, 1842). En cuanto al tipo de refugio y sustrato seleccionado por *C. defensor* existen aún controversias respecto a sus hábitos; es decir, si la especie es más arborícola que terrestre (Cope, 1866; Bayley 1928; Köhler, 1995a, 1996; Lee, 1996, 2000). Algunos autores han documentado el uso de refugios por *C. defensor*. Lee (1996) menciona que esta especie suele ser predominantemente arbórea y que selecciona oquedades en las extremidades de las ramas de los árboles; sin embargo, Köhler (1996) menciona que *C. defensor* es una especie predominantemente terrestre y que usa huecos en las rocas mostrando una marcada actividad saxícola (la especie se desplaza, oculta y alimenta

primordialmente entre las grietas y huecos de las rocas) cerca de las inmediaciones de comunidades urbanas, aunque también menciona el uso de troncos huecos en árboles.

### *Amenazas*

Actualmente distintas amenazas ponen en peligro a muchos reptiles endémicos en México. Según la NOM-059-ECOL-2010 (SEMARNAT, 2010) *C. defensor* se encuentra amenazada; mientras que en la lista de especies amenazadas de la IUCN (2014) se considera vulnerable, y por lo tanto, sus poblaciones pueden estar en riesgo de desaparecer. Una de sus principales amenazas es la fragmentación del hábitat y la consecuente pérdida de los espacios reproductivos (anidación) y capacidad de camuflaje frente a depredadores (incluyendo a los seres humanos). Esto es debido a la insularidad causada por la reducción y aislamiento progresivo de los fragmentos del hábitat (Santos y Telleria, 2006).

Adicionalmente, otro riesgo que enfrenta *C. defensor* es el comercio en el mercado internacional de mascotas (IUCN, 2014). Se recomienda realizar estudios demográficos de las poblaciones de esta especie para evaluar los efectos de la degradación del hábitat y determinar el estado actual de sus poblaciones. Asimismo, es necesario realizar encuestas a los pobladores sobre la percepción, uso y conocimiento de la especie, llevar a cabo estudios sobre la genética poblacional e historia de vida, gestión y seguimiento de las poblaciones silvestres y su hábitat (IUCN, 2014). Actualmente existen muy pocos estudios sobre *C. defensor*, la mayoría se basan en observaciones y descripciones de campo y

especificaciones de su morfometría, a esto se suma que es un especie muy cauta, de hábitos crípticos y huidiza (Köhler, 1996; Lee, 1996), lo cual la hace impredecible y difícil de observar en su hábitat, a diferencia de otras iguanas del género *Ctenosaura* (L. A. Leyva, obs. pers.).

### Conservación

Generar conocimiento básico como la distribución espacial y los requerimientos ambientales de *C. defensor* a diferentes escalas de paisaje, es importante para poder elaborar planes de conservación efectivos y exitosos, ya que estos planes requieren de información biológica y ecológica que permita interpretar cómo responden las iguanas a los cambios ambientales y/o a la reducción de su hábitat (Hernández *et al.*, 2006). Igualmente, conocer el uso del hábitat y la historia natural, es fundamental en especies amenazadas o en peligro de extinción (Foerster y Vaughn, 2002; Goulart *et al.*, 2009). En la actualidad se desconocen los aspectos reproductivos de *C. defensor*, así como sus hábitos alimenticios; aunque se sabe que la mayoría de las especies del género *Ctenosaura* cuentan con una dieta omnívora. No se ha documentado ningún trabajo que aborde los requerimientos óptimos para la supervivencia de *C. defensor* en su hábitat y que devalen información más específica sobre su historia natural.

Los estudios relacionados con la herpetofauna de la Península de Yucatán son escasos. De los tres estados que la conforman, Yucatán es el que menos estudios formales registra (Chamblé-Santos, 2010). Es necesario realizar estudios sobre selección de refugio y uso de su hábitat en *C. defensor* para determinar sus

requerimientos y preferencias del hábitat con el propósito de proponer acciones para su conservación. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue ampliar el conocimiento de la distribución actual de *C. defensor* y determinar la selección de refugio, para lo cual se caracterizaron los sitios seleccionados por la especie en árboles y rocas y se consideraron 19 variables de vegetación, microambientales-horario y medidas morfométricas de la especie.

El presente estudio aporta información sobre distribución, aspectos biológicos y ecológicos de *C. defensor*, así como las bases para desarrollar investigaciones sobre ecología del paisaje, dinámica y genética de poblaciones, por citar algunos. Igualmente, ofrece un panorama más claro sobre el estado poblacional actual de la especie. Por otra parte, el conocer sus principales amenazas, permitirá proponer medidas más pertinentes para su conservación, principalmente en zonas más perturbadas, planteando la posibilidad de integrarlas a futuros planes de conservación.



**Artículo enviado a Acta Herpetologica**

**Carta:** de recibido

**Distribución y selección de refugio de la iguana Chop (*Ctenosaura defensor*) en la  
Península de Yucatán, México**

Adel Leyva:

Thank you for submitting the manuscript, "Distribution and selection of refuge by the Yucatán Spiny-tailed Iguana (*Ctenosaura defensor*) in the Yucatán Peninsula, Mexico" to Acta Herpetologica. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL: <http://www.fupress.net/index.php/ah/author/submission/16201>

Username: adelleyyva

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

1 **Distribution and selection of refuge by the Yucatán Spiny-tailed Iguana (*Ctenosaura***  
2 ***defensor*) in the Yucatán Peninsula, Mexico**

3 Luis A. Leyva-Ramírez

4 Departamento de Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad

5 San Cristóbal. Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio de María Auxiliadora.

6 San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, 29290, México. Tel. (967) 674 9000. Fax (967) 674

7 9021. E-mail: [lleyva@ecosur.edu.mx](mailto:lleyva@ecosur.edu.mx)

8 Date of submission

9 Numbers of pages of main text and figure legends

10 Numbers of figures and tables

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20 **Distribution and selection of refuge by the Yucatán Spiny-tailed Iguana (*Ctenosaura***  
21 ***defensor*) in the Yucatán Peninsula, Mexico**

22 LUIS A. LEYVA-RAMÍREZ<sup>1\*</sup>, CONSUELO LORENZO<sup>1</sup>, J. ROGELIO CEDEÑO-VÁZQUEZ<sup>2</sup>, HOLGER  
23 WEISSENBERG<sup>3</sup>, JORGE CASTELLANOS-ALBORES<sup>1</sup>

24 <sup>1</sup> *Departamento de Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur,*  
25 *Unidad San Cristóbal. Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n, Barrio de María*  
26 *Auxiliadora. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, 29290, México. Tel. (967) 674 9000.*  
27 *Fax (967) 674 9021 \*Corresponding author. E-mail: lleyva@ecosur.edu.mx*

28 <sup>2</sup> *Departamento de Sistemática y Ecología Acuática, El Colegio de la Frontera Sur, Unidad*  
29 *Chetumal. Av. Centenario Km 5.5. Chetumal, Quintana Roo, 77014, México*

30 <sup>3</sup> *Laboratorio de Análisis de Información Geográfica y Estadística, El Colegio de la*  
31 *Frontera Sur, Unidad Chetumal. Av. Centenario Km 5.5, Chetumal, Quintana Roo, 77014,*  
32 *México*

33 Short running title: Distribution and selection of refuges by *Ctenosaura defensor*

34

35

36

37

38 **Abstract.** Twenty seven new records were generated in order to determine the distribution  
39 and selection of refuges by the endemic Yucatán Spiny-tailed Iguana (*Ctenosaura*  
40 *defensor*). We propose a current distribution of the species in the Yucatán Peninsula.  
41 Furthermore, we determined the selection of refuges by *C. defensor*, and 19 variables were  
42 recorded related to the structure and composition of the habitat, micro-environmental  
43 conditions, time of observation, and morphometric data of the species. The results indicate  
44 that *C. defensor* is not widely distributed in the Yucatán Peninsula, and there are incorrect  
45 records in the GBIF data base where *C. defensor* is confused with *C. alfredschmitzi*,  
46 specifically in Campeche. ArcGIS 10 (ESRI) software was used to model the new proposed  
47 distribution of *C. defensor*. In regard to the selection of refuge we applied a principal  
48 component analysis (PCA), and the first 3 components explained the 87.6% of the total  
49 variance, and 6 variables that formed unit components were considered as response  
50 variables. With a regression analysis, we obtained 3 models that explain the selection of  
51 refuge for each individual registered in the present study. The data can be extrapolated in  
52 these models into selection of refuges. *C. defensor* selects refuges in trees and rocks, and  
53 shows preference towards preserved habitats. This species is also adapted to disturbed  
54 environments where there is availability of trunks of dead trees nearby the refuge and  
55 refuges with a depth greater than its body length.

56

57 **Keywords.** *Ctenosaura defensor*, distribution, selection of refuge, principal component  
58 analysis, regression analysis, response variables, Yucatán Peninsula.

59

## INTRODUCTION

60

61 In the Yucatán Peninsula, Mexico, the genus *Ctenosaura* is represented by three  
62 species: *C. alfredschmitdi*, *C. defensor* and *C. similis* (Dundee et al., 1986; Köhler, 1995;  
63 Lee, 1996), and *C. defensor* and *C. similis* are endemic to this area. The Yucatán Spiny-  
64 tailed Iguana (*C. defensor*) locally named Chop, is the smallest (up to 25 cm total length),  
65 yet most vividly colored (Bartlett and Barlett, 2003) (Fig. 1A, B) of the 18 spiny-tailed  
66 iguana current species (Stephen et al., 2012). Distributional records of *C. defensor* are  
67 found in northwestern Campeche, Yucatán (except the eastern and northeastern parts of the  
68 state), and center Quintana Roo (Köhler, 1996, 2008; Lee, 1996; Calderon-Mandujano et  
69 al., 2005). Currently, *C. defensor* is only known in an area less than 20,000 km<sup>2</sup>, with an  
70 area of occupancy less than 2,000 km<sup>2</sup> (Radachowsky, 2002; Köhler, 2004). According to  
71 the IUCN (2014), the populations of this species are severely fragmented.

72 This iguana inhabits primarily xeric thorny forests and rocky areas of the  
73 northwestern part of the Yucatán Peninsula and tropical forests of the northern Campeche  
74 (Duellman, 1965). *C. defensor* described as saxicolous species, uses rock crevices or tree  
75 hollows as refuge, like other species of *Ctenosaura* (*C. clarki*, *C. alfredschmitdi*, *C.*  
76 *flavidorsalis* and *C. quinquecarinata*). The species uses its spiny tail to blockade the  
77 entrance of the refuge (Köhler, 1996).

78 Habitat selection in reptiles, particularly microhabitats (i.e., refuges), depends on  
79 many properties related to the structural configuration of the habitat (Blázquez and  
80 Rodríguez-Estrella, 2001). For iguanas, refuges provide escape from extreme temperatures  
81 and predators, and allow access to favorable sites for thermoregulation, feeding and  
82 intraspecific social interactions (Bulova, 1994; Blázquez and Rodríguez-Estrella, 2001).

83           Studies of habitat selection allow to predict behavior and refuge preference in reptile  
84 populations, and establish causal factors. The right choice of a refuge has profound  
85 implications for the ecology and biology of reptiles. The determination of response  
86 variables that provide information about how the individuals select refuges, depends on  
87 their activity patterns in the habitat (Perea-Muñoz et al., 2005). Indeed, there is no doubt  
88 that the selection of refuges is the most important mechanism for an organism to persist in  
89 harsh environments (Beck and Jennings, 2003). Studies about selection of refuges in black  
90 iguanas are scarce. It has been mentioned that *C. hemilopha* uses cavities in trees and  
91 columnar cacti (Blázquez and Rodríguez-Estrella, 2001), and that *C. oaxacana* uses woody  
92 leguminous plants as refuges (Díaz, 2014).

93           Another important aspect to be considered in the selection of refuges is the  
94 temperature because *Ctenosaura* iguanas are sensible to variations of this environmental  
95 variable (González, 2005). Reptiles being classified as heliothermal, need sunlight to  
96 increase their body temperature (Savage, 2002); therefore, they avoid spaces with  
97 fluctuating environmental conditions. In terms of the selection of habitat by the *Ctenosaura*  
98 iguanas, temperature can be a determining factor in their distribution until they prefer warm  
99 climates; therefore, temperatures in temperate zones function as barriers (González, 2005).

100           Likewise, morphometric studies help to better understand habitat preferences by  
101 functional features (including refuges), and shape and size are relevant variables, which can  
102 also be considered as proxy for the effect of habitat loss and fragmentation on body  
103 condition (i.e., Amo et al., 2007; Pasachnik et al., 2012). Tree climbing reptile species show  
104 different morphological characteristics in size, body shape and length of legs compared to  
105 rock climbing species, because trees, trunks and branches provide greater friction force than

106 rocks. Therefore, the selection of refuges varies depending on different substrates (Zani,  
107 2000) as observed in previous studies on *C. defensor* (Köhler, 1996; Lee, 1996).

108         According to the Official Mexican Norm (NOM-059-ECOL-2010; SEMARNAT,  
109 2010), *C. defensor* is listed as threatened, and internationally is considered as vulnerable  
110 according to the list of threatened species of the International Union for the Conservation of  
111 Nature (IUCN, 2014). In particular, the main risks faced by *C. defensor* are associated with  
112 fragmentation, degradation and loss of habitat, and illegal trade in the international market  
113 of pets (Köhler, 2004). Moreover, the species is regarded as vulnerable because it is  
114 endemic for the Yucatán Peninsula and its distribution is limited. The purpose of this study  
115 was to update the information about the distribution of *C. defensor* in the Yucatán  
116 Peninsula, and determine factors in the selection of refuges, considering morphometric  
117 variables, micro-environmental conditions, schedule and characteristics of the surrounding  
118 vegetation. These information will contribute to establishment of the basis for conservation  
119 actions of the habitat and populations of this species.

120

## 121 MATERIAL AND METHODS

### 122 *Study area*

123         The study was conducted in the states of Campeche, Quintana Roo and Yucatán,  
124 which form the Mexican part of the Yucatán Peninsula. This region, located in southeastern  
125 Mexico, is a fairly homogeneous in topography and is formed by layers of limestone soil.  
126 There are no permanent surface water currents, and few existing are formed in the rainy  
127 season and disappear by infiltration or concentration in the subsoil or in internal lagoons. It  
128 is also notable that there occur sink holes (locally called “cenotes”), which are large

129 reservoirs of water during the dry season (Lee, 1996). This peninsula exhibits different  
130 climate types, from dry, semi- warm subhumid, and very warm to rainy season in summer  
131 and a winter period (García, 1998).

132         Predominant vegetation types are: lowland deciduous forest found almost everywhere  
133 in Yucatán; thorny deciduous forest in the north part of Yucatán, which borders the  
134 shoreline vegetation; savannas with shallow soil and poor drainage in some areas of  
135 Yucatán, southern and center of Campeche; high/medium evergreen forest in southern  
136 Campeche; high/medium semi-evergreen forest widely distributed in Campeche and  
137 Quintana Roo; lowland evergreen forest, found in small areas in southern Campeche and  
138 Quintana Roo; and medium semi-evergreen forest, found in shallow soil with limestone  
139 outcrops and secondary vegetation in areas that have suffered from natural (hurricanes and  
140 fires) or anthropogenic disturbances (i.e., agricultural activities) (Peña-Chocarro et al.,  
141 2011).

#### 142 *Field work*

143         We generated a sampling route based on 18 historical records of *C. defensor* obtained  
144 from the Global Biodiversity Information Facility-GBIF database (GBIF, 2013). This route  
145 was taken as starting point for exploring sampling sites and new routes of direct intensive  
146 search by means of visual encounter survey (VES) according to Crump and Scott (1994). A  
147 total of 45 surveys were carried out from January to September 2014 and 166 rural human  
148 settlements were visited; in these settlements, we conducted 193 interviews with key  
149 informants (i.e., hunters, loggers, “lajeros” [they extract and sell limestone rocks]) in order  
150 to obtain data on the life history of *C. defensor*, find out how local people perceive the  
151 species, and identify sites with potential presence of this species in order to generate new



152 records and to re-evaluate its distribution range through intensive search. These records and  
153 additional historical records were included in a map using the ArcGIS 10 software (ESRI,  
154 Inc.).

155 Coordinates of each record for *C. defensor* were obtained by using a GPS (TREX,  
156 Garmin). Each hollow tree with presence of iguana was registered, annotating the common  
157 name in Maya of the tree as indicated by local people, and the scientific name according to  
158 Peña-Chocarro et al. (2011). We recorded date, time of sighting, and number of individuals  
159 observed. We characterized the types of refuges used by the iguanas in terms of type of  
160 substrate, morphometric data, micro environmental variables, time of observation and  
161 characteristics of vegetation, according to Meville and Shulte (2001; Appendix 1).

162 According to Diaz (2014), we considered two age classes: juveniles (60-95 mm  
163 SVL), which are individuals without secondary sexual characteristics (hemipenis, femoral  
164 pores, dorsal crest and regulate fold developed) and they are conspicuous at reaching sexual  
165 maturity; and adults (100-160 mm SVL), which are individuals sexually mature (secondary  
166 sexual characteristics are present).

#### 167 *Statistical analysis*

168 To determine the variables that explain the selection of refuge, we applied an  
169 exploratory principal component analysis (PCA) considering 19 variables, in order to  
170 reduce the dimensionality of the database; 13 variables formed 3 groups in a meaningful  
171 way and 6 variables were not grouped and formed independent components (Table 1).

172 A second PCA that was carried out, considered 13 variables that showed significance  
173 and allowed to determine the main variables that influence the selection of refuges by *C.*  
174 *defensor*. Subsequently, a correlation matrix was generated and a rotation of

175 standardization Varimax of Kaiser was carried out to explore a better fit and interpretation  
176 of the components (Quinn and Keough, 2002). New values for the variables obtained in the  
177 matrix of components were represented in 3 axes to simplify its interpretation.

178 Finally, we generated a model of regression of the 6 response variables; we  
179 determined significance level ( $P < 0.05$ ) through an analysis of variance (ANOVA),  
180 considering only the significant variables. All statistical analyses were performed using the  
181 statistical program SPSS v.15.0 (SPSS, 2006).

182

## 183 RESULTS

### 184 *Distribution*

185 We obtained 26 new records of *C. defensor* and considered one more housed in the  
186 Herpetological Collection of ECOSUR-Chetumal (ECO-CH-H1321). These records were  
187 obtained from 14 human settlements in the study area (11 from Yucatán, two from  
188 Campeche and one from Quintana Roo), and were located in four types of vegetation:  
189 deciduous forest (DF), deciduous tropical forest (DTF), thorny deciduous forest (TDF) and  
190 secondary vegetation (SV) (Table 2). The record from Quintana Roo had been reported as  
191 *C. alfredschmitdi* (Cedeño-Vázquez et al., 2003). In addition, we obtained 18 historical  
192 records (obtained from the GBIF database), including the voucher specimens of the  
193 herpetological collection of ECOSUR, campus Chetumal (ECO-CH-H). We propose a new  
194 distribution range for this species based on marginal records, which includes the  
195 northwestern part of the Yucatán Peninsula (Campeche and Yucatán) and the central part of  
196 Quintana Roo (Fig. 2).

### 197 *Selection of refuge*

198 The three first principal components explained 87.6% of the total variance (Table 3).  
199 Of the 13 variables that formed groups in this analysis SVL, TL, FL, HiL, HL, HW, and W  
200 were grouped into a first component (morphometric) explaining the 50.43% of the variance.  
201 The second component (microenvironmental and observation time) grouped variables AT,  
202 RT, OT, explaining 23.85% of the variance. Finally, a third component (vegetation)  
203 grouped the SVE, TVE, DBH variables with the 13.3% of variance (Table 3). The PCA  
204 analysis showed a reduction of dimensions of the 13 variables considered (Fig. 3).  
205 Grouping variables had an order of importance ranging from morphometric > micro-  
206 environmental and time of observation > vegetation.

207 Through the regression analysis for the response variables we generated a model  
208 statistically significant for the variables RD ( $F_{3, 22} = 7.149$ ;  $P = 0.002$ ), DNR ( $F_{3, 22} = 3.570$ ;  
209  $P = 0.030$ ) and DTE ( $F_{3, 22} = 11.84$ ;  $P < 0.0001$ ). In the PCA new values were obtained for  
210 each individual-site of observation, which are summarized in 3 components (Table 4).  
211 These values may be substituted in the regression models obtained to extrapolate values  
212 and determine how the 3 response variables behave (RD, DNR and DTE), explaining the  
213 selection of refuge by *C. defensor* (Table 5).

214 The regression models for the three response variables showed: 1) for the variable RD  
215 a correlation of 0.703 and the factor with greatest effect to this variable was the component  
216 1 (morphometric) ( $t = 4.391$ ;  $P = 0.000$ ); 2) for the DNR variable a correlation of 0.572 and  
217 the factor with greatest effect was the component 3 (vegetation) ( $t = 3.050$ ;  $P = 0.006$ ); and  
218 3) for the variable DTE a correlation of 0.786 and the factor that showed greater effect was  
219 again the component 3 (vegetation) ( $t = 5.903$ ;  $P < 0.0001$ ).

220 Finally, the composition of two types of substrate used as refuge by *C. defensor* was  
221 identified. The 57.7% ( $n = 15$ ) of the registered individuals, used dead and standing tree  
222 species belonging to the family Fabaceae. Among the tree species with presence of refuges,  
223 we registered the following, including common name in Maya with the number of records  
224 and state in parenthesis: *Acacia gaumeri* or “Boxkatsim” (1, Campeche; 4, Yucatán);  
225 *Hardavia albicans* or “Chukum” (1, Campeche; 2, Yucatán); *Prosopis juliflora* or “Katsin”  
226 (3, Yucatán); *Leucaena leucocephala* or “Huatsin” (1, Yucatán); *Lysiloma latisiliquum*  
227 or “Salam” (1, Yucatán); *Platymiscium yucatanum* or “Sibinche” (1, Yucatán);  
228 *Phithecellobium dulce* or “Ts’uni’che” (1, Yucatán). On the other hand, 42.3% ( $n = 11$ )  
229 were observed in limestone rock refuges in form of mounds and rock fences locally known  
230 as “albarradas”.

231

## 232 DISCUSSION

233 Of the 26 new records of *C. defensor*, one corresponds to Quintana Roo in the  
234 community Dzulá, municipality of Felipe Carrillo Puerto, which is a specimen collected in  
235 2003 (ECO-CH-H1321). The distribution of *C. defensor* suggested by Lee (1996, 2000),  
236 Köhler (1996, 2008), and the historical records of the GBIF data have recorded the  
237 presence of *C. defensor* in the northeastern of the Chenes region in Dzibalchén and  
238 Hopelchén, Campeche, as well as according to the historical record, the species have been  
239 found in Balchacaj in the southwestern coast of Campeche. We had no records of *C.*  
240 *defensor* in these regions; however, records of *C. alfredschmitdi* (an iguana with external  
241 characteristics very similar to *C. defensor*) were obtained. *C. alfredschmitdi* was described  
242 by Köhler in 1995 and is also called Chop by local people. This species uses hollows in

243 living trees in savannas or forests of “tintal” (*Hematoxylon campechianum*), high/medium  
244 evergreen forest and high/medium semi-evergreen forest, which have a much higher  
245 canopy (maximum tree height, MTH) than the vegetation on the habitats used by *C.*  
246 *defensor*. Two new records of *C. defensor* were obtained in northern Campeche, in the  
247 municipality of Calkiní, specifically in Concepción and San Antonio Sabbaché villages,  
248 within Yucatán, in deciduous forest (DF) and deciduous tropical forest (DTF), respectively.  
249 These records are inconsistent with historical records of *C. defensor*, considered this  
250 species as being widely distributed in Campeche.

251 In the locations where *C. alfredschmidti* was registered, we observed the existence of  
252 few dead standing trees and very few mounds of rock that are suitable elements for refuge  
253 of *C. defensor*. Height and structure of vegetation, temperature, composition and structure  
254 of soil in high/medium evergreen, semi-evergreen forests, as well as the savannas that are  
255 inhabited by *C. alfredschmidti*, are different from features characterized environments that  
256 are occupied by *C. defensor*. Savannas, for instance, remain flooded during the rainy season  
257 (Köhler, 1995; Radachowsky et al., 2003), with a consequent fast decomposition of dead  
258 trees. Probably, the distribution of *C. defensor* in the Yucatán Peninsula is limited and  
259 determined by the difference between types of vegetation and the variation of these factors.

260 Based on our records, we propose a new distribution map for *C. defensor* in the three  
261 states that comprises the Yucatán Peninsula (Fig. 2), since the previous information  
262 (Köhler, 1996, 2008; Lee, 1996; Lee, 2000; GBIF, 2013) was not updated. It is evident that:  
263 1) in many areas where *C. defensor* is thought to occur, it has been confused with *C.*  
264 *alfredschmidti*, and 2) there is a reduction of the distribution range of *C. defensor*,

265 especially in the center and south of Campeche, according to that proposed previously (Lee,  
266 1996; Köhler, 2008).

267 On the other hand, *C. defensor* was observed in four types of vegetation: deciduous  
268 forest (DF), deciduous tropical forest (DTF), thorny deciduous forest (TDF) and secondary  
269 vegetation (SV). The records were obtained at elevations ranging from 3 to 73 m a.s.l.,  
270 which coincides with Köhler (2008) considering that this species inhabits areas with a  
271 maximum altitude of 100 m a.s.l. It should be noted that the majority of the people of the  
272 rural Mayan human settlements, which subsist on the extraction of wood and rock, are  
273 familiar with this species, even in areas where we did not registered it and where it has not  
274 been observed.

275 With respect to the selection of refuge, the three components obtained in regression  
276 models, play an important role for *C. defensor* in the selection of refuge. For the variable  
277 response RD (refuge depth), the morphometric measurements were identified as the  
278 components with greater influence, indicating that these determine the selection of suitable  
279 RD.

280 Reptiles, especially lizards such as iguanas, are subject to great pressure from  
281 predators in their habitat (Martín and López, 1990). Lee (1996) reported, based on  
282 observations of *C. defensor* specimens held captive, that the specimens entered refuge and  
283 blockaded it with their spiny tail; we confirm this behavior through our direct observations,  
284 and associate this behavior with predator avoidance. Additional information provided by  
285 local people indicates that these iguanas suffer attacks at the entrance of the refuges by  
286 birds and snakes. Similarly, this occurs in rocks where the species shows a marked

287 saxicolous activity (Köhler, 1996). There are no studies addressing the relation  
288 morphometry-depth of refuge for the genus *Ctenosaura*.

289         Furthermore, vegetation was the most significant component for the response variable  
290 DNR (distance to the nearest refuge). The DNR varied among various types of vegetation  
291 from 13 cm to 13.03 m. Gómez-Mora et al. (2012) studied the black iguana (*C. pectinata*)  
292 in Buenavista, Michoacán; these authors mentioned that the DNR that was selected by this  
293 iguana in four forest types, had a range from 2.9 to 3.5 m, which was less than observed in  
294 this study. The DNR variable is relevant, since it is related to the accessibility to nearby  
295 refuges to avoid predators (Martín, 2002). We observed that if DNR is higher, there is a  
296 greater amount of shrubs (SVE), trees (TVE) or both, allowing the iguana to hide in these  
297 strata during its explorations outside of refuge.

298         In some reptiles, it has been found that when the distance to the nearest refuge is too  
299 long and when there are no nearby refuges available, the likelihood of being predated  
300 increases (Dill and Houtman, 1989). *C. defensor* prefers sites with high abundance of  
301 nearby refuges, which can be used immediately during risk of predation or destruction of its  
302 refuge. In preserved environments, *C. defensor* shows a relationship with the availability of  
303 refuges, which is also linked to the abundance of dead timber; therefore, vegetation was the  
304 component that showed the greatest influence on the variable DTE (dead timber  
305 estimation). Holes in timber within the iguana's habitat, where the crust is strong enough,  
306 offer protection to the iguanas from terrestrial predators (Blázquez and Rodríguez-Estrella,  
307 2001).

308 On the other hand, micro-environmental and observation time components (AT, RT  
309 and OT) did not show any influence as a component unit on any of the three regression  
310 models.

311 This could be due to the fact that AT and RT variables depend on the OT and were  
312 measured at different times (8:00 to 18:00 h), which causes a large variation in AT and RT  
313 data and the presence of extreme values obtained during the field sampling. It is  
314 recommended to standardize the time of measurement of these variables to avoid this  
315 variation; however it was virtually impossible in this study by logistical constraints,  
316 specifically, measuring simultaneously the individuals at the same time.

317 The refuges are particularly important for reptiles because body temperatures and  
318 metabolic rates of these animals are related to their rest, are determined by the  
319 microenvironment (Huey, 1991; Zimmerman et al., 1994; Christian et al., 1995). The  
320 interior temperature is one of the factors by which reptiles select refuges (Schlesinger and  
321 Shine, 1994). Warm temperatures can facilitate physiological processes, such as gonadal  
322 maturation (Huey, 1982). With respect to the foregoing, Diaz (2014) conducted a study of  
323 *C. oaxacana* in Nizanda, Oaxaca and showed a correlation between the environmental  
324 temperature and body temperature of the iguana inside its refuge (hollow tree), finding just  
325 1°C difference between these temperatures. This similarity between both temperatures  
326 allows the iguana to carry out metabolic activities using temperature changes during the  
327 day, without leaving the refuge. We did not measure body temperature of the individuals of  
328 *C. defensor*; however, the inside temperature (RT) and outside temperature (AT) variations  
329 of the refuge were measured at different light times (8:00 to 18:00 h) of the day (OT). It  
330 was determined a minimum variation between both variables from 3°C to 6°C in the



331 refuges located in trees and rocks. Based on these observations, the low variation between  
332 both temperatures can explain that *C. defensor*, like *C. oaxacana*, also carries out its  
333 metabolic activities within the refuges without leaving them.

334 We observed that *C. defensor* is a very cautious species, and rarely abandons its  
335 refuge during the day. The species always stays and forages near to the entrance or nearby  
336 the refuge between 10:30 to 11:30 h, and carries out thermoregulation when temperatures  
337 range from 30°C to 34°C. Arcos-Garcia et al. (2005) mentioned that the optimal zone of  
338 thermoregulation in the black iguana (*C. pectinata*) is between the variation of medium and  
339 high temperatures at intervals between 30°C and 40°C.

340 The total records produced in this study showed that *C. defensor* uses refuges in two  
341 types of substrate at different heights from the ground, considering the variable height of  
342 reptile observation (HRO): in rocks (0-1.05 m) and in trees (0.5-3.60 m). There is still  
343 controversy associated with refuge and habitat preferences of *C. defensor* (Wake and  
344 Lynch, 1976), especially whether the species is more terrestrial or arboreal. Tree refuges  
345 were recorded more frequently than rock refuges based on the number of records generated  
346 in this study. Köhler (2004) suggested that *C. defensor* prefers rock formations and is  
347 primarily terrestrial.

348 Furthermore, Cope (1866) and Bailey (1928) pointed out that *C. defensor* legs are too  
349 short for an arboreal lifestyle, and that this species is predominantly terrestrial. Moreover,  
350 Lee (1996) suggested that the species is a predominantly arboreal, living in hollows of  
351 trees.

352 However, Köhler (1996) mentioned that the species prefers refuges in crevices of  
353 rocks in mounds in Yucatán, and we suggest that *C. defensor* will select the type of

354 substrate of the refuge depending on the degree of conservation of vegetation. We observed  
355 that *C. defensor* selects rocks in mounds in disturbed vegetation along with an area of bare  
356 soil (i.e., rocks and albarradas) as refuges; in contrast, it uses hollows in trees (DTE) in  
357 areas with higher degree of conservation, specifically with a suitable DBH (variable of the  
358 vegetation component) of 10-30 cm.

359         The transformation of the original vegetation into zones for cultivation of  
360 “henequenales” has been common for more than one century (Montiel et al., 2000),  
361 particularly in the north part of Yucatán. According to our records, rocks in mounds and in  
362 old albarradas along abandoned roads were used by *C. defensor* within this type of land. On  
363 the other hand, in areas where there are no henequenales, such as medium and low forest,  
364 we found this species using refuges in dead trees with hollows.

365         During our study we observed a greater tendency of this species to select refuges in  
366 trees; in the henequenales and “acahuales” (secondary forest), which age is between 10 to  
367 15 yr, old trees with cavities are scarce, but there is a great number of rocks (bare forest)  
368 and albarradas offering refuges. During the surveys in the south and east parts of Yucatán,  
369 there were not obtained any records, possibly because of an extirpation of this species in  
370 this region. We conducted 53 interviews with local people who live and work in the field  
371 (e.g. hunters, loggers, lajeros, peasants), especially of old age (60-100 yr). They claimed  
372 that knew and hunted *C. defensor* in the past in these areas because of its nutritional and  
373 medicinal values, however they have not seen it for many years, and they concluded that it  
374 has been caused by forest loss. Younger people (10-60 yr) who were also interviewed,  
375 confirmed that they have never seen this species in these regions.

376           The presence of *C. defensor* in areas that were not occupied by henequén and have  
377 high abundance of trees with cavities seems to be directly related to the presence of plant  
378 species of the Fabaceae family, which the iguana uses as refuge. It is very likely that *C.*  
379 *defensor* is a non-specialist in selection of this type of tree, but it should be noted that it  
380 would be interesting to generate more records in its distribution area to verify its preference  
381 towards some species of this type of trees.

382           In conclusion, we established a new and current distribution for *C. defensor* in the  
383 Yucatán Peninsula, with 27 new records in four types of vegetation. This species uses  
384 refuges in hollows on dead trees of the family Fabaceae, in low and medium-sized forests.  
385 In addition, one of the most important findings is that this species is adapted to the  
386 conditions of the environment with higher degree of disturbance in the absence of their  
387 natural refuges (trees) in habitats, as it was observed in field where individuals of the  
388 species were recorded in rock crevices in areas of henequenales, in secondary vegetation  
389 forests and acahuales.

390           On the other hand, hunting of *C. defensor* for human consumption and transformation  
391 of large tracts of low and medium forest into agriculture, livestock, timber extraction,  
392 human settlements, as well as the extraction of limestone by the “caleras” (companies  
393 buying rocks) in areas, where this species also finds refuge, are the major latent threats to  
394 the species. It is recommended to continue the studies on *C. defensor* to clarify the current  
395 situation of its populations within its distribution area. There is still lack of information  
396 related to natural history, landscape ecology, abundance, population dynamics and genetics,  
397 in order to establish the current conservation status of the species.

398           This study provides relevant and updated information on the distribution, biological  
399 and ecological aspects of *C. defensor* and aims to lay the groundwork for developing future  
400 research. Knowledge of the main threats will allow to propose measures for its  
401 conservation, as well as establish management programs and monitoring of populations and  
402 their habitat.

403

404

#### ACKNOWLEDGEMENTS

405           We thank authorities and people in the Yucatan Peninsula for their help in field and  
406 facilities provided for the completion of this study, especially to José Armando Borges  
407 Uicab, Flavio Abeytia Sanchez and Alicia Arrona Rivera for field assistance. This study  
408 was funded by the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT; scholarship  
409 288500 granted to LALR) and by El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). We are  
410 grateful to Cristian Kraker for the review of English in the earlier version of the manuscript.  
411 Scientific research permit was issued by the Secretaría de Medio Ambiente y Recursos  
412 Naturales (SEMARNAT), through the Dirección General de Vida Silvestre (Oficio No.  
413 SGPA/DGVS/01667/14).

414

415

416

417

418

419

420

REFERENCES

- 421
- 422 Amo, L., Lopes, P., Martin, L. (2007): Habitat deterioration affects body condition of  
423 lizards: a behavioral approach with *Iberolacerta cyreni* lizards inhabiting ski resorts.  
424 Biol. Cons. **135**: 77-85.
- 425 Arcos-García, J.L., Reynoso, V.H., Mendoza, G.D., Sánchez, F.C., Tarango, L.A., Crosby,  
426 M.M. (2005): Efecto del tipo de dieta y temperatura sobre el crecimiento y eficiencia  
427 alimenticia de la Iguana Negra (*Ctenosaura pectinata*). Revista Científica, FCV-  
428 LUZ **4**: 338-344.
- 429 Bailey, J.W. (1928): A revision of the lizards of the genus *Ctenosaura*. P. U.S. Nat. Mus.  
430 **73**: 1-58.
- 431 Bartlett, R.D., Bartlett, P. (2003): Iguanas: Everything about selection, care, nutrition,  
432 diseases, breeding and behaviour. Barron's Educational Series, New York, USA.
- 433 Beck, D.D., Jennings, R.D. (2003): Habitat Use by Gila Monsters: The importance of  
434 shelters. Herpetol. Monogr. **17**: 111-129.
- 435 Blázquez, M.C., Rodríguez-Estrella, R. (2001): Winter refuge characteristics of spiny-tailed  
436 iguanas *Ctenosaura hemilopha* in Baja California Sur, Mexico. J. Arid Environ. **49**:  
437 593-599.
- 438 Bulova, S.J. (1994): Patterns of burrow use by desert tortoises: gender differences and  
439 seasonal trends. Herpetol. Monogr. **8**: 133-143.
- 440 Calderón-Mandujano, R., Bahena Basave R., Calmé, S. (2005): Guía de los anfibios y  
441 reptiles de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y zonas aledañas. Chetumal,  
442 Quintana Roo, México: Compact, Ecosur, Conabio. Fondo para el Medio Ambiente  
443 Mundial.

- 444 Cedeño-Vázquez, J.R., Calderon, R., Pozo, C. (2003): New distributional records for  
445 amphibians and reptiles from Quintana Roo on the Yucatán Peninsula,  
446 México. *Herpetol. Rev.* **34**: 393-394.
- 447 Cope, E.D. (1866): Forth contribution to the Herpetology of tropical America. *P. Acad.*  
448 *Nat. Sci. Phila.* **18**: 123-132.
- 449 Christian, K. A., Corbett, L. K., Green, B., Weavers, B. W. (1995): Seasonal activity and  
450 energetic of two species of varanid lizards in tropical Australia. *Oecologia* **103**: 349-  
451 357.
- 452 Crump, M.L., Scott, N. (1994): Visual encounter surveys. 84-92. In: *Measuring and*  
453 *monitoring biological diversity: standard methods for amphibians*. Pp. 84-92. Heyer,  
454 W. R., Donnelly, M.A., McDiarmind, R.W., Hayek, L.C., Foster, M.S., Eds,  
455 Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- 456 Díaz, J.G. (2014): Demografía e Historia de Vida de la Iguana Nguio (*Ctenosaura*  
457 *oaxacana*), para su conservación y manejo en la región de Nizanda, Oaxaca.  
458 Unpublished Master in Science dissertation. Universidad Nacional Autónoma de  
459 México, Mexico.
- 460 Dill, L.M., Houtman, R. (1989): The influence of distance to refuge of flight initiation  
461 distance in the gray squirrel (*Sciurus carolinensis*). *Can. J. Zool.* **67**: 233-235.
- 462 Duellman, W.E. (1965): Amphibians and reptiles from the Yucatán Peninsula, México.  
463 Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist. **15**: 577-614.
- 464 Dundee, H.A., White, D.A., Rico-Gray, V. (1986): Observations on the distribution and  
465 biology of some Yucatán Peninsula amphibians and reptiles. *Bull. Maryland.*  
466 *Herpetol. Soc.* **22**: 37-50.

467 García, E. (1998): Climas (Clasificación do Köppen, Modificado por García)”. Escala 1: 1,  
468 000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad  
469 (CONABIO). México.

470 GBIF (Global Biodiversity Information Facility). (2003): *Ctenosaura defensor*. In Global  
471 Biodiversity Information Facility Database. < <http://www.gbif.org/species/2459582>>.  
472 Downloaded 11 on december 2013.

473 González, M.G. (2005): Áreas de Distribución Predictiva de la Iguana Negra (*Ctenosaura*  
474 *pectinata*) y Análisis de la Influencia de la Temperatura como Factor Limitante.  
475 Unpublished Master in Science dissertation. Universidad Nacional Autónoma de  
476 México, Mexico.

477 Gómez-Mora, A., Suazo-Orduño, I., Alvarado-Díaz, J. (2012): Distribución, abundancia y  
478 uso de hábitat de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) y de la iguana verde (*Iguana*  
479 *iguana*) en el municipio de Buenavista, Michoacán. *Biológicas* **14**: 67-74.

480 Huey, R.B. (1982): Temperature physiology and the ecology of reptiles. In: *Biology of the*  
481 *Reptilia*. Vol. 12, pp. 25-91. Gans C., Pough F. H., Eds, Academic Press, New York,  
482 USA.

483 Huey, R.B. (1991): Physiological consequences of habitat selection. *Am. Nat.* **137**: 91-  
484 115.

485 IUCN (International Union for Conservation of Nature). (2013): Red List of Threatened  
486 Species. Versión 2013.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 11 december 2013.

487 IUCN (International Union for Conservation of Nature). (2014): Red List of Threatened  
488 Species. Versión 2014.3. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 29 april 2015.

- 489 Köhler, G. (1995): Eine neue Art der Gattung *Ctenosaura* (Sauria: Iguanidae) aus dem  
490 südlichen Campeche, México. *Salamandra* **31**: 1-14.
- 491 Köhler, G. (1996): Freilanduntersuchungen zur Morphologie, Verbreitung und  
492 Lebensweise des Yucatán-Schwarzleguans (*Ctenosaura defensor*). *Salamandra* **32**:  
493 153-162.
- 494 Köhler, G. (2004): *Ctenosaura defensor*. The IUCN Red List of Threatened Species.  
495 Version 2014.3. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 05 May 2015.
- 496 Köhler, G. (2008): Reptiles of Central America. Herpeton Offenbach, Alemania. 139 -144
- 497 Lee, J.C. (1996): The Amphibians and Reptiles of the Yucatán Peninsula. Ithaca, Ney  
498 York, Cornell University Press.
- 499 Lee, J. C. (2000): A Field Guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World. The  
500 lowlands of México, Northern Guatemala and Belize. Department of Biology.  
501 University of Miami. Ney York, Cornell University Press.
- 502 Martín, J., López, P. (1990): Amphibians and reptiles as prey of birds in southwestern  
503 Europe. *Smithsonian Herpetology Information Service* **82**: 1-43.
- 504 Martín, J. (2002): Comportamiento bajo riesgo de depredación: Optimización de las  
505 decisiones de escape en lacértidos. *Rev. Esp. Herp.* 71-78.
- 506 Melville, J., Schulte II, J.A. (2001): Correlates of active body temperatures and  
507 microhabitat occupation in nine species of central Australian agamid lizards. *Austral*  
508 *Ecol.* **26**: 660-669.
- 509 Montiel, S., Arias, L.M., Dickinson, F. (2000): La cacería tradicional en el norte de  
510 Yucatán: una práctica comunitaria. *Revista de Geografía Agrícola Estudios*



511 Regionales de la Agricultura Mexicana. Universidad Autónoma Chapingo, México  
512 **29**: 43-52.

513 Pasachnik, S.A., Mongtgomery, C.E., Ruyle, L.E., Corneil, J. P., Antúñez, E.E. (2012):  
514 Morphological and demographic analyses of the black-chested spiny tailed iguana,  
515 *Ctenosaura melanosterna*, across their range: implications for population level  
516 management. *Herpetol. Conserv. Biol.* **7**: 399-406.

517 Peña-Chocarro, M., Knapp, S., Tun Garrido J., Ortiz Díaz, J.J., de McVean, A., de Pöll, E.,  
518 Bonilla, N., Brokaw, N. (2011): Árboles del Mundo Maya. Gran Bretaña, Londres.  
519 Museo de Historia Natural.

520 Perea-Muñoz, J.M., García-Martínez A., Peña-Blanco, F., Valerio-Cabrera, D., Herrera-  
521 García, M. (2005): Diseño experimental en evaluación de preferencias en la selección  
522 de hábitat (Revisión I). *Producción Animal y Gestión* **2**: 1-6

523 Quinn, G.P. and Keough, M.J. (2002). Principal components and correspondence analysis.  
524 P. 445. In: *Experimental design and data analysis for Biologists*. Cambridge  
525 University Press, New York.

526 Radachowsky, J. (2002): Endemism in the Maya Forest. Wildlife Conservation Society.

527 Radachowsky, J., García, A. R., Köhler, G. (2003). First record of *Ctenosaura*  
528 *alfredschmidti*. *Salamandra* **39**: 11-13.

529 Savage, J. (2002): The amphibians and reptiles of Costa Rica. Illinois Chicago, University  
530 of Chicago Press.

531 Schlesinger, C., Shine, R. (1994): Selection of diurnal retreat sites by the nocturnal  
532 gekkonid lizard *Oedura lesueurri*. *Herpetologica*, **5**: 156-163.

533 SEMARNAT (Secretaria de medio ambiente y Recursos Naturales). (2010): NOM 059-  
534 SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y  
535 fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o  
536 cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial, México.

537 SPSS Inc. Released (2006): SPSS for Windows, Version 15.0. Chicago, SPSS Inc.

538 Stephen, C., Pasachnik, S., Reuter, A., Mosing, P., Ruyle L., Fitzgerald, L. (2012):  
539 Evaluación del Estado, Comercio y Explotación de las Iguanas de CentroAmérica.  
540 Trans. Zepeda, N., Torrez, M. Twenty-sixth meeting of the Animals Committee.  
541 Convention on International Trade in endangered species of wild fauna and flora.  
542 Dublin, Ireland.

543 Wake, D.B., Lynch, J.F. (1976): The distribution, ecology, and evolutionary history of  
544 plethodontid salamanders in tropical America. Society. Bull. Nat. Hist. Mus. **25**: 1-  
545 65.

546 Zani, P. A. (2000): The comparative evolution of lizard claw and toe morphology and  
547 clinging performance. J. Evolution Biol. **13**: 316-325.

548 Zimmerman, L.C., O'Conner, M.P., Bulova, S.J., Spotila, J.R., Kemp, S.J., Salice, C.J.  
549 (1994): Thermal ecology of desert tortoises in the eastern mojave desert: seasonal  
550 patterns of operative and body temperatures and microhabitat utilization. Herpetol.  
551 Monogr. **8**: 45-59.

552

553

554

555

APPENDIX

556

557 **Appendix 1.** Description of vegetation, micro environmental and schedule, morphometric  
558 and response variables considered for the selection of the refuge of *Ctenosaura*  
559 *defensor* in Yucatan Peninsula, Mexico.

560 **Vegetation variables**

- 561 1) **Shrubs visual estimation (SVE):** all bushes on the ground were counted, using  
562 quadrants of 10 x 10 m around the refuge, observation site or presence of the iguana.  
563 2) **Trees visual estimation (TVE):** all live trees larger than 1 meter in height around the  
564 refuge or observation site of the iguana were counted, using quadrants of 20 x 20 m.  
565 3) **Diameter at breast height (DBH):** only was considered in substrate of wood based on  
566 the perimeter or thickness of the tree trunk that serves as refuge for the species. Tape  
567 were used to carry out the measurement.

568 **Micro environmental and schedule variables**

- 569 4) **Ambient temperature (AT):** observation of the iguana was taken at the site by using the  
570 thermometer of mercury of 0.5 ° C and scale of - 10 to 100 ° C.  
571 5) **Refuge temperature (RT):** the thermometer of mercury was placed inside the refuge for  
572 10 minutes.  
573 6) **Observation time (OT):** time of collection was determined at the time of observation of  
574 the individuals and their catches inside their refuges.

575 **Morphometric variables**

- 576 7) **Snout vent length (SVL):** body length from the distal tip of the head to the cloacal slit,  
577 in mm.  
578 8) **Tail length (TL):** from the cloacal slit to the tip of the tail, in mm.

579 9) **Foreleg length** (FL): sum of length of the femur and tibia to its limit (tarsus), in mm.

580 10) **Hindpaw length** (HiL): sum of length of the femur and tibia to its limit (tarsus), in  
581 mm.

582 11) **Head length** (HL): from the distal tip of head to the front edge of the eardrum, in mm.

583 12) **Head width** (HW): the area of the outer edge of the eye at the bottom.

584 13) **Weight** (W): weight using a specialized body mass scale specimens, in grams.

585

#### 586 **Response variables**

587 14) **Refuge depth** (RD): when the iguana was found and taken from the refuge, a metal or  
588 wooden rod was introduced to the hollow marking limits of input, and later the rod  
589 was measured using a tape measure to determine the depth of the hollow occupied by  
590 the individual (inside of the trunk or rock).

591 15) **Distance to the nearest refuge** (DNR): the distance was measured using tapes or  
592 strings from the refuge where the iguana was found to the tree or rock with the closest  
593 refuge.

594 16) **Distance to the nearest tree** (DNT): was estimated by measuring the distance of the  
595 refuge where the iguana was observed to the nearest tree, using tapes and ropes.

596 17) **Maximum tree height** (MTH): the trees were measured with strings of 10 m and  
597 supported by rods to reach the canopy at the site

598 18) **Height of reptile observation** (HRO): the height of the refuge occupied by the iguana  
599 or the site of perch was taken into account, considering the height from the ground by  
600 using cords and tape.

601 19) **Dead timbers estimation** (DTE): quadrants of 20 x 20 m were used for this  
602 measurement; counting physically all died trees standing around the refuge where the  
603 iguana was observed.

604

605

606

607

608

609

610

611

612

613

614

615

616

617

618

619

620

621

622

623 **Table 1.** Variables considered for estimation of selection of refuge by *Ctenosaura defensor*  
 624 and their symbology. Bold variables were correlated and formed into groups in the  
 625 principal component analysis (PCA).  
 626

VEGETATION VARIABLES	SIMBOLOGY
Shrubs visual estimation	<b>SVE</b>
Trees visual estimation	<b>TVE</b>
Diameter at breast height	<b>DBH</b>
MICRO-ENVIRONMENTAL VARIABLES AND OBSERVATION TIME	
Ambient temperature	<b>AT</b>
Refuge temperature	<b>RT</b>
Observation time	<b>OT</b>
MORPHOMETRIC VARIABLES	
Snout vent length	<b>SVL</b>
Tail length	<b>TL</b>
Foreleg length	<b>FL</b>
Hindpaw length	<b>HiL</b>
Head length	<b>HL</b>
Head width	<b>HW</b>
Weight	<b>W</b>
RESPONSE VARIABLES	
Distance to the nearest refuge	DNR
Distance to the nearest tree	DNT
Maximum tree height	MTH
Height of reptile observation	HRO
Dead timbers estimation	DTE
Refuge depth	RD

627

628

629

630

631

632

633

634 **Table 2.** Current records generated for *Ctenosaura defensor* in the Yucatán Peninsula,  
 635 Mexico.

No.	Human settlement	State	Vegetation type	Lat. N	Long. W	Altitude (m a.s.l.)
1	Concepción	Campeche	DF	20° 18' 50''	90° 10' 51''	7
2	San Antonio. Sabbache	Campeche	DTF	20° 19' 26''	90° 08' 27''	9
3	Dzula	Quintana Roo	SV	19° 36' 07''	89° 24' 54''	26
4, 5	Sierra Papacal	Yucatán	SV	21° 07' 38''	89° 46' 40''	3
6	Chablekal	Yucatán	TDF	21° 07' 23''	89° 35' 09''	10
7, 8, 9	Chablekal	Yucatán	TDF	21° 07' 19''	89° 34' 55''	9
10	Maxcanu	Yucatán	SV	20° 34' 26''	91° 01' 55''	73
11	Maxcanu	Yucatán	SV	20° 34' 30''	90° 00' 25''	48
12, 13	Sac Nichte	Yucatán	TDF	21° 07' 15''	89° 34' 55''	9
14	Ixchil	Yucatán	DF	21° 10' 37''	89° 29' 27''	9
15	Ixchil	Yucatán	TDF	21° 11' 52''	89° 27' 36''	8
16	Ixchil	Yucatán	SV	21° 10' 55''	89° 28' 23''	8
17	Ucu	Yucatán	TDF	21° 00' 36''	84° 44' 38''	9
18	Ochil	Yucatán	TDF	20° 39' 22''	89° 21' 29''	19
19	Pixyah	Yucatán	DTF	20° 37' 23''	89° 23' 02''	19
20	Pixyah	Yucatán	DTF	20° 37' 30''	89° 23' 24''	18
21	Pixyah	Yucatán	DTF	20° 38' 06''	89° 24' 00''	16
22	Pixyah	Yucatán	DTF	20° 38' 38''	89° 25' 22''	16
23	Cacao	Yucatán	DTF	20° 40' 51''	89° 45' 21''	12
24	San Antonio Mulix	Yucatán	DTF	20° 40' 48''	89° 45' 03''	12
25	Sierra Papacal	Yucatán	SV	21° 07' 37''	89° 46' 41''	5
26	Cuzama	Yucatán	TDF	20° 43' 26''	89° 20' 20''	18
27	San Antonio Mulix	Yucatán	DTF	20° 40' 08''	89° 46' 41''	13

636 DF = Deciduous forest; DTF = Deciduous tropical forest; TDF = Thorny deciduous forest;  
 637 SV = Secondary vegetation; m a.s.l. = Meters above sea level  
 638

639 **Table 3.** Total variance explained and rotated components matrix. Results of principal  
 640 component analysis (PCA) of the variables showed correlation and grouped into three  
 641 components for selection of the refuge.  
 642

Component (CP)	I	II	III
Explained variance	50.433	23.850	13.302
Cumulative variance	50.433	74.283	87.585
<b>Variable/ Component</b>			
<b>Morphometric</b>			
Snout vent length (mm)	<b>0.988</b>	-0.026	0.001
Tail length (mm)	<b>0.919</b>	0.044	-0.108
Foreleg length (mm)	<b>0.982</b>	-0.079	0.007
Hindpaw length (mm)	<b>0.961</b>	-0.140	-0.047
Head length (mm)	<b>0.990</b>	0.015	0.04
Head width (mm)	<b>0.986</b>	0.061	0.047
Weight (g)	<b>0.873</b>	0.141	-0.086
<b>Micro-environmental variables and OT</b>			
Ambiental temperature (°C)	0.066	<b>0.976</b>	-0.036
Refuge temperature (°C)	0.033	<b>0.991</b>	-0.021
Observación time	-0.105	<b>0.893</b>	-0.309
<b>Vegetation variables</b>			
Shrubs visual estimation (m)	0.091	-0.091	<b>0.737</b>
Trees visual estimation (m)	-0.304	-0.158	<b>0.763</b>
Diameter at breast height (cm)	0.046	-0.036	<b>0.881</b>

643 In bold variables weights that contributed significantly (correlations  $P > 0.5$ ).  
 644  
 645

646

647

648

649

650



651 **Table 4.** Results of the first three components in the principal component analysis (PCA) in  
 652 response variables.

Iguana	Component 1	Component 2	Component 3
SI 1	-2.54	-1.71	-0.85
SI 2	-2.49	0.54	0.05
SI 3	-2.45	1.54	-0.37
J 1	-0.58	-0.39	0.82
J 2	-0.36	1.41	-0.83
J 3	-0.04	0.52	0.21
J 4	-0.05	-1.75	0.80
J 5	0.08	-0.34	0.36
J 6	0.02	0.53	0.69
F 1	0.65	-1.80	-1.58
F 2	0.14	-0.16	0.91
F 3	0.05	0.28	-1.21
F 4	0.29	-1.21	-1.19
M 1	0.53	-0.61	-1.51
M 2	0.87	-0.26	0.07
M 3	-0.11	-0.18	1.01
M 4	0.68	-0.01	0.97
M 5	0.70	0.27	0.47
M 6	0.75	1.32	-0.98
M 7	0.73	1.37	-0.83
M 8	0.17	-1.69	1.08
M 9	0.52	0.20	0.99
M 10	0.27	0.94	1.64
M 11	0.36	0.31	1.35
M 12	0.81	0.68	-1.10
M 13	0.96	0.17	-1.02

\*SI = Sighted individuals; J = Juvenile; F = Female; M = Male

653  
 654

655

656

657

658

659 **Table 5.** Models of response variables for each of the individuals of *Ctenosaura defensor*  
 660 in the Yucatán Peninsula, Mexico.

661

Variable	Correlation coefficient <i>R</i>	Significance	Model
RD	0.703	0.002	$RD = - 0.821 + 2.255 \text{ (Component 1)} - 0.080 \text{ (Component 2)} + 0.752 \text{ (Component 3)}$
DNR	0.572	0.030	$DNR = 3.668 + 0.776 \text{ (Component 1)} - 0.39 \text{ (Component 2)} + 1.997 \text{ (Component 3)}$
DTE	0.786	<0.0001	$DTE = 12.808 + 0.054 \text{ (Component 1)} - 1.057 \text{ (Component 2)} + 7.700 \text{ (Component 3)}$

662 RD = Refuge depth, DNR = Distance to the nearest refuge, DTE = Dead timbers  
 663 estimation.

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

674

675

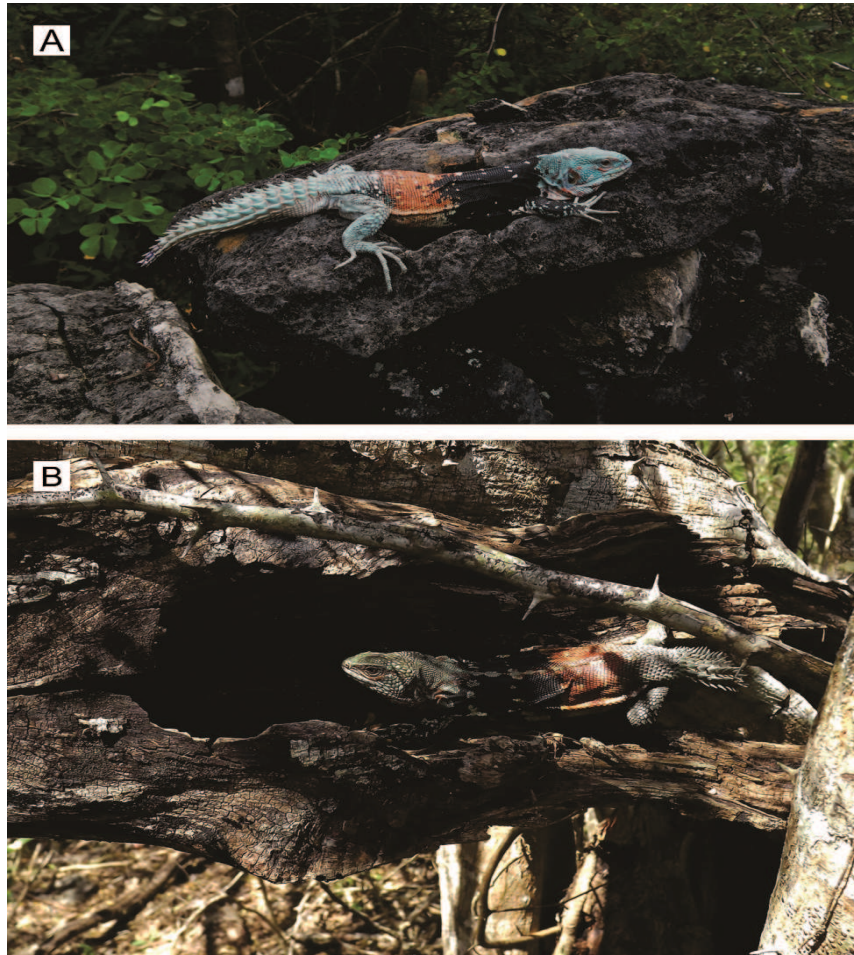
676

677

678

679 Figures

680



681

682

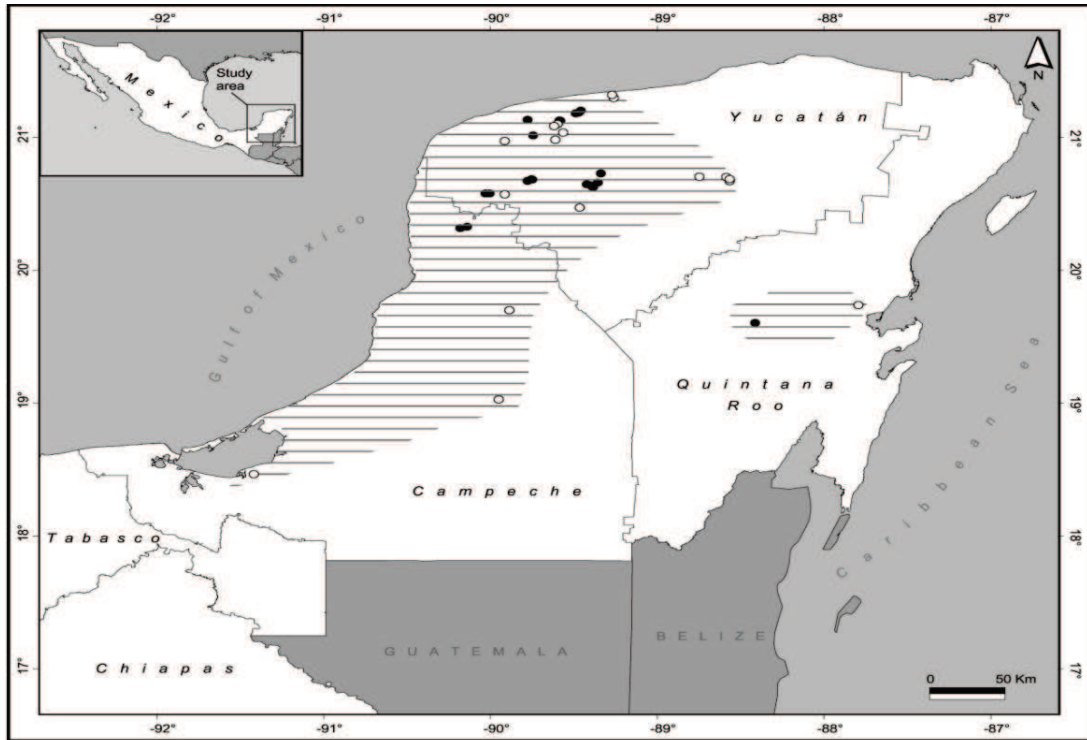
683 **Fig. 1.** Two individuals of *C. defensor* in their habitat. A) An adult male basking on a  
684 rock, near Ixchil, Yucatán. B) An adult male perching at the entrance of a hollow used  
685 as refuge in a dead tree, near Chablekal, Yucatán. Photos: L.A. Leyva Ramírez.

686

687

688

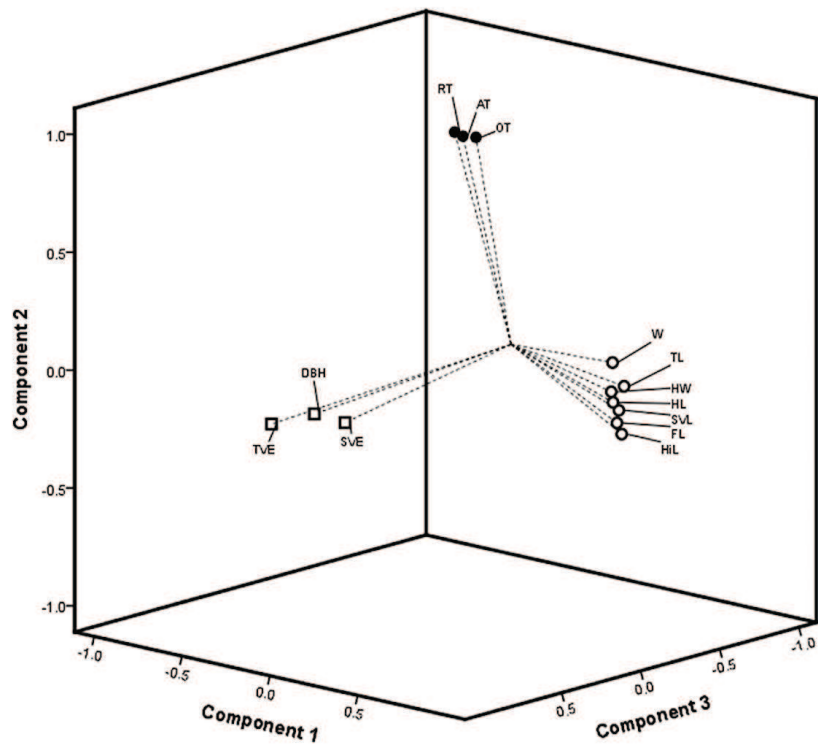
689



690

691 **Fig. 2.** Historical and current records of *Ctenosaura defensor* in the Yucatán Peninsula.  
 692 White circles = historical records from GBIF; Black circles = current records generated  
 693 during this research. The delimited area defined by horizontal lines is proposed as the  
 694 distribution range of the species.

695



696

697 **Fig. 3.** Biplot for the principal components analysis with rotation of standardization  
 698 Varimax of Kaiser: CP1= morphometric; CP2 = micro-environment and observation time;  
 699 CP3 = vegetation. The group of morphometric variables is in white circles, micro-  
 700 environmental variables in black circles, and vegetation variables in white squares.

## Conclusiones

Se establece una actualización de la distribución de la iguana chop (*C. defensor*), que incluye la porción noroeste de la Península de Yucatán (norte de Campeche y noroeste de Yucatán) y centro de Quintana Roo, con 27 nuevos registros en cuatro tipos de vegetación: selva baja caducifolia (SBC), selva baja caducifolia espinosa (SBCE), selva mediana subcaducifolia (SMS) y vegetación secundaria (VS).

Se elaboró el mapa con la distribución propuesta, considerando 18 registros establecidos en la base de datos *Global biodiversity information facility* (GBIF, 2013; Fig. 3; Tabla 1) y 26 nuevos registros generados durante el presente estudio, más un registro de la colección herpetológica de ECOSUR- Chetumal (ECO-CH-H1321).

Para la actualización de la distribución de *C. defensor* se omitieron tres registros de la base de datos GBIF procedentes del norte y suroeste del estado de Campeche (Balchacaj, Dzibalchen y Hopelchen; Fig. 3), considerados como *C. defensor*, reduciendo su área de distribución. Dicha omisión se basó en que en estas localidades no se obtuvieron registros de presencia de la especie, pero sí de *C. alfredschmitdi*, de coloración muy similar a *C. defensor* pero con diferente morfología y un tamaño más grande (Tabla 2; Fig. 4) y que habita en otros tipos de vegetación (selvas alta/mediana perennifolia y subperennifolia, sabanas) y en diferente composición y estructura del suelo (inundables, con menor cantidad de piedras, mayor cantidad de hojarasca) (L. A. Leyva, obs. pers.).

La presencia de *C. defensor* en áreas conservadas y semiconservadas donde existe abundancia de árboles con oquedades parece estar directamente relacionada con la presencia de especies de la familia Fabaceae (Tabla 3), las cuales utilizan como refugio. Es muy probable que *C. defensor* no sea especialista en un tipo de árbol que seleccione como refugio, ya que siempre y cuando tenga oquedad lo puede usar, pero cabe señalar que sería interesante generar más registros en su área de distribución para constatar la preferencia por algunas especies de árboles de esta familia.

*Ctenosaura defensor* se adapta a las condiciones del entorno a falta de sus refugios naturales (árboles), utilizando refugios en rocas dentro de hábitats con grados de perturbación como zonas de acahuales y vegetación secundaria (con suelo desnudo y pedregoso). A pesar del grado de perturbación que han sufrido la mayoría de las selvas donde habita *C. defensor*, ésta muestra una gran plasticidad para adaptarse a zonas perturbadas.

Mediante un análisis de componentes principales (ACP), 13 variables se agruparon en tres grupos y seis se mostraron independientes como componentes unitarios (no formaron grupos durante el ACP), las cuales fueron consideradas como variables de respuesta para explicar la selección de refugio.

Sólo tres variables de respuesta mediante un análisis de regresión mostraron significancia ( $P < 0.05$ ): PR (profundidad del refugio), DRC (distancia al refugio cercano) y EMM (estimación de maderas muertas).

Los análisis de regresión dieron como resultado tres modelos para las variables de respuesta y mediante el ACP se obtuvieron nuevos valores para cada

individuo-sitio de observación, que se resumen en tres componentes, los cuales se pueden sustituir en los modelos de regresión para conocer la selección de refugio de cada individuo observado en el presente estudio. De igual forma estos valores se pueden extrapolar dentro del área de estudio a individuos no muestreados y determinar cómo se comportan las tres variables de respuesta (PR, DRC y EMM) que explican la selección de refugio para ejemplares de *C. defensor* que pudieran observarse en estudios posteriores.

Se determinó que *C. defensor* selecciona refugios con una profundidad mayor a su talla corporal para su resguardo y que usa su cuerpo y sobre todo su cola espinosa para bloquear la entrada o acceso al habitáculo ocupado. Se confirma que este comportamiento es una de las principales estrategias de la especie para evitar la depredación y sobrevivir.

*Ctenosaura defensor* selecciona sitios en selvas maduras con gran abundancia de árboles huecos cercanos al refugio ocupado. Esta selección les permite escapar de depredadores en sus excursiones fuera del refugio o cuando éste es destruido por la actividad maderera de los leñadores.

Se identificó un uso muy marcado en la selección del refugio por *C. defensor* en dos tipos de sustrato. El primero en roca (42.3%) con 11 individuos en ambientes perturbados con signos de tala frecuente o intensa y suelo desnudo (zonas henequeneras ó agrícolas) donde existe una VS o de acahual. El segundo en huecos de árboles o madera (57.7%) con 15 individuos en ambientes conservados o semiconservados como SBC, SBCE y SMS.



La cacería de *C. defensor* para consumo humano y comercio, deforestación, agricultura, ganadería, extracción de madera, el crecimiento de los asentamientos humanos, donde esta especie también encuentra refugios, así como la actividad de empresas caleras (que compran rocas calizas o cercos viejos de las mismas llamados albarradas) para el aprovechamiento pétreo, son las principales amenazas para la especie en su área de distribución (L. A. Leyva, obs. pers.).

Se recomienda seguir realizando estudios sobre *C. defensor* para corroborar el tamaño total y actual de sus poblaciones dentro de su área de distribución. Así como estudios sobre historia natural, ecología del paisaje, abundancia, dinámica y genética de poblaciones.

El conocimiento de sus principales amenazas permite proponer medidas pertinentes a corto y mediano plazos, programas para su conservación, manejo y monitoreo de las poblaciones y su hábitat.

Se recomiendan las siguientes estrategias para la conservación de *C. defensor* y su hábitat:

- Desarrollar programas de educación ambiental en colaboración con los gobiernos estatales y municipales en comunidades rurales en el área de distribución de *C. defensor*, con el fin de promover el buen manejo y aprovechamiento sostenido de los ambientes con grados de conservación (SBC, SBCE y SMS) donde habita esta especie y de la importancia de preservar los mismos.

- Debido a que la especie se adapta a situaciones con grados de perturbación como VG o acahual (vegetación en estado de regeneración), al ser

una especie muy cauta, su presencia es más evidente en albarradas viejas o montículos de piedra (suelo desnudo) en ambientes alejados de comunidades o asentamientos humanos, que dentro de éstas. El desarrollo de programas de reforestación y restauración con flora endémica en sitios perturbados ubicados en las inmediaciones de estas comunidades con presencia potencial de la especie, contribuirá a la regeneración de sus poblaciones a mediano y largo plazos.

- Desarrollar un sistema informático de consulta en línea con el fin de promover el conocimiento de *C. defensor*, así como información acerca de la importancia de preservar, restaurar y conservar sus hábitats.

- Proponer a las organizaciones correspondientes dedicadas a la conservación y protección de los recursos naturales, tres reservas o áreas naturales protegidas (ANP) y planes de manejo en los tres estados que conforman la Península de Yucatán; una por cada estado, en sitios conservados donde se obtuvieron mayores registros de la especie, para que funjan como santuarios.

- Promover la constitución de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), organizando y capacitando al capital humano interesado en trabajar en beneficio de *C. defensor* en áreas de distribución de la especie. En dichas unidades de manejo, se puede realizar la reproducción, liberación y reintroducción de individuos a mediano y largo plazo en las zonas propuestas como reservas con buena capacidad de carga y requerimientos básicos para su sobrevivencia y recuperación de sus poblaciones.

- Buscar apoyo de las entidades gubernamentales para capacitar e informar de manera integral a las organizaciones encargadas de la protección y vigilancia

de los recursos naturales y a su vez sensibilizarlos de la importancia de proteger especies amenazadas y endémicas como *C. defensor*. Asimismo, promover una mayor inspección y vigilancia en sus selvas y áreas sub-urbanas, ya que durante los muestreos de campo se observó actividad de caza y venta de ejemplares en comunidades del norte de Yucatán (Fig. 5) y se sabe de la existencia de esta especie en el mercado para tráfico de mascotas, tanto en el ámbito nacional como internacional.

- Diseñar un programa de monitoreo de *C. defensor*, en el cual se actualice periódicamente en una base de datos, los ejemplares colectados y decomisados en la Península de Yucatán. De esta manera se puede conocer la procedencia, el estado actual de las poblaciones y estado de los ejemplares. Esto debe realizarse en colaboración con las principales instituciones dedicadas a la investigación, conservación y protección de fauna silvestre.

- Por medio de pláticas informativas sobre *C. defensor* y los resultados obtenidos en el presente estudio, promover la investigación científica en instituciones nacionales e internacionales para un mayor conocimiento de la especie y su hábitat, con el objetivo de generar más estudios e información específica, con el fin de establecer mejores programas de conservación y manejo para esta iguana.

En general, la conservación de especies con categoría de riesgo y endémicas como lo son las iguanas chop (*C. defensor* y *C. alfredschmitdi*) en la Península de Yucatán, constituye un esfuerzo importante para potencializar las estrategias de conservación de estas especies y del desarrollo sustentable de

todos los recursos básicos para su supervivencia. En el caso de *C. defensor* los esfuerzos de conservación permitirán determinar su categoría de riesgo. Se espera que dichos esfuerzos contribuyan a estrategias inmediatas en favor de la conservación de esta especie.

El caso de las especies prioritarias y especies endémicas con distribuciones reducidas y fragmentadas, como *C. defensor* en la Península de Yucatán, es importante no sólo mirarlas como objetos de estudio para identificar su importancia biológica y ecológica, sino que se debe considerar que algunas poseen valores estéticos y espirituales, como es el caso las percepciones de los mayas hacia estas especies.

## Literatura citada

- Aragón, P., 2001. Mecanismos para reducir los costes de los encuentros agresivos en los machos de la lagartija serrana (*Lacerta monticola*). Tesis de Doctorado, Universidad Complutense, Madrid, España.
- Bailey, J. W., 1928. A revision of the lizards of the genus *Ctenosaura*. *Proceedings of the United States National Museum* 73:1-58.
- Belamedia, G., 2010. Estudio de la comunidad de anfibios y reptiles en la cuenca de Bolintxu: propuesta para el conocimiento de la diversidad de herpetofauna, detección de especies de interés y propuestas de gestión. Diputación Foral de Bizkaia. Informe inédito, Bilbao, España.
- Benítez-Malvido, J., Tapia, E., Suazo, I., Villaseñor, E., y Alvarado, J., 2003. Germination and seed damage in tropical dry forest plants ingested by iguanas. *Journal of Herpetology* 37:301-308.
- Barrera, A., 1962. La península de Yucatán como provincia biótica. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 23:71-105.
- Blázquez, M. C., y Rodríguez-Estrella, R., 2001. Winter refuge characteristics of spiny-tailed iguanas *Ctenosaura hemilopha* in Baja California Sur, Mexico. *Journal of Arid Environments* 49:593-599.
- Blumstein, D. T., 1998. Quantifying predation risk for refuging animals: a case study with golden marmots. *Ethology* 104:501-516.
- Buckley, L. K. y Flores-Villela, O., 2007. Evolution of spiny-tailed iguanas (Genus *Ctenosaura*): how identification of species groups and their relationships can

- help with conservation priorities. *Iguana: Journal of the International Iguana Society* 14(4):248-251.
- Bulova, S. J., 1994. Patterns of burrow use by desert tortoises: gender differences and seasonal trends. *Herpetological Monographs* 8:133-143.
- Burghardt, G. M. y Rand, A. S., 1982. *Iguanas of the World: Their Behavior, Ecology and Conservation*. Editorial Noyes Publications, Park Ridge, New Jersey.
- Calderón-Mandujano, R., Bahena-Basave R. y Calmé, S., 2005. Guía de los anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y zonas aledañas. COMPACT, ECOSUR, CONABIO. Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Chetumal, Quintana Roo, México:
- Casas-Andreu, G. y Reyna-Trujillo, T., 1990. Herpetofauna (anfibios y reptiles). Mapa IV.8.6. En: Atlas nacional de México, Vol. III. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Chamblé-Santos, J., 2010. Reptiles, 4, Pp. 260-261. En: Durán, R. y Méndez, M. (eds.) *Biodiversidad y desarrollo Humano de Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. México.
- Cooper, W. E. y Greenberg, N., 1992. Reptilian coloration and behavior. In: Gans, C. y Crews D. (eds.). *Biology of the Reptilia*. University of Chicago Press Chicago/London.
- Cooper, W. E., Jr., y Wilson, D. S., 2007. Beyond optimal escape theory: microhabitats as well as predation risk affect escape and refuge use by the phrynosomatid lizard (*Sceloporus virgatus*). *Behaviour* 144(10):1235-1254.

- Cope, E. D., 1866. Forth contribution to the Herpetology of tropical America. *Proceedings Academy Natural Sciences Philadelphia* 18:123-132.
- de Queiroz, K., 1987. Phylogenetic systematics of iguanine lizards: A comparative osteological study. *University of California Publication in Zoology* 118:1-216.
- Díaz, J. G., 2014. Demografía e historia de vida de la iguana nguio (*Ctenosaura oaxacana*), para su conservación y manejo en la región de Nizanda, Oaxaca. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental). Facultad de Ciencias. UNAM, México.
- Duellman, W. E., 1965a. Amphibians and reptiles from the Yucatán Peninsula, México. *University of Kansas Publications Museum of Natural History* 15: 577-614.
- Duellman, W. E., 1965b. A biogeographic account of the herpetofauna of Michoacán, Mexico. *University of Kansas Publications Museum of Natural History* 15:627-709.
- Dundee, H. A., White, D. A. y Rico-Gray, V., 1986. Observations on the distribution and biology of some Yucatán Peninsula amphibians and reptiles. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society* 22:37-50.
- Espadas-Manrique, C., Durán R. y Argáez, J., 2003. Phylogeographic analysis of taxa endemic to the Yucatán Peninsula using geographic information systems, the domain heuristic method and parsimony analysis of endemism. *Diversity and Distributions* 9:313-330.
- Flores-Villela, O., 1993. Herpetofauna mexicana: Lista anotada de las especies de

- anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes y nuevas especies. *Carnegie Museum of Natural History Special Publication* 17. 73 p.
- Foerster, C. y Vaughan, C., 2002. Home range, habitat use, and activity of Baird's tapir in Costa Rica. Programa regional en manejo de vida silvestre para Mesoamérica y el Caribe. *Biotropica* 34:423-437.
- Galán, P., 2000. Females that imitate males. Dorsal coloration varies with reproductive stage in female *Podarcis bocagei* (Lacertidae). *Copeia* 3:819-825.
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility), 2013. *Ctenosaura defensor*. In Global Biodiversity Information Facility Database. <  
<http://www.gbif.org/species/2459582>>. Fecha de consulta: 11/12/13.
- Goulart, F. V. B., Cáceres, N. C., Graipel, M. E., Tortato, M. A., Ghizoni, Jr. I. R. y Oliveira-Santos, L. G. R., 2009. Habitat selection by large mammals in a southern Brazilian Atlantic Forest. *Mammalian Biology* 74:182-190.
- Gray, J. E. 1842. Description of some new species of Reptiles, chiefly from the British Museum collection. *Zoological Miscellany* pp. 57-59.
- Hernández, P. A., Graham, C. H., Master, L. L. y Albert, D. L., 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography* 29:773-785.
- Heatwole, H., 1966. Factors affecting orientation and habitat selection in some geckos. *Zeitschund Tierpsychology* 23:301-314.



- IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2014. Red list of threatened species. Versión 2014.3. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Fecha de consulta: 29/04/15.
- Köhler, G. y Klemmer, K., 1994. Eine neue Schwarzleguanart der Gattung *Ctenosaura* aus La Paz, Honduras. *Salamandra* 30(3):197-208.
- Köhler, G., 1995a. De soorten Zwarte Leguanen (*Ctenosaura*). *Lacerta* 54 (1):13-28.
- Köhler, G., 1995b. Eine neue Art der Gattung *Ctenosaura* (Sauria: Iguanidae) aus dem südlichen Campeche, México. *Salamandra*, 31(1):1-14.
- Köhler, G., 1996. Freilanduntersuchungen zur Morphologie, Verbreitung und Lebensweise des Yucatan-Schwarzleguans (*Ctenosaura defensor*). *Salamandra*, 32 (2):153-162.
- Köhler, G. 2008. Reptiles of Central America. Herpeton Offenbach, Alemania, pp. 139 -144
- Lee, J. C., 1980. An ecogeographic analysis of the herpetofauna of the Yucatan Peninsula. Miscellaneous publication Museum of Natural History, University of Kansas 67:1-75.
- Lee, J. C., 1996. The amphibians and reptiles of the Yucatán Peninsula. Cornell University Press. Ithaca and London.
- Lee, J. C., 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the Maya world. The lowlands of México, Northern Guatemala and Belize. Cornell University Press. Ithaca y London.

- Liner, E. A., 2007. A checklist of the Amphibians and Reptiles of Mexico. Occasional Papers of the Museum of Natural Science, Louisiana State University 80:1-60.
- Martin, J. y Forsman, A., 1999. Social costs and development of nuptial coloration in male *Psamodromus algirus* lizards: an experiment. *Behavior Ecology* 10:396-400.
- Morris, D. W., 1987. Ecological scale and habitat use. *Ecology* 68:362-369.
- Pasachnik, S. A., Mongtgomery, C. E., Ruyle, L. E., Corneil, J. P. y Antúñez, E. E., 2012. Morphological and demographic analyses of the black-chested spiny tailed iguana, *Ctenosaura melanosterna*, across their range: implications for population level management. *Herpetological Conservation and Biology* 7(3):399-406.
- Peña-Chocarro, M., Knapp, S., Tun-Garrido J., Ortiz-Díaz, J. J., de McVean, A., de Pöll, E., Bonilla, N. y Brokaw, N., 2011. Árboles del Mundo Maya. Museo de Historia Natural. Londres.
- Reynoso, V. H., 2008. Ecología, evolución y biología de las iguanas. XI Reunión Nacional Sobre Iguanas. Subcomité Técnico Consultivo para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de las iguanas en México, Colección nacional de anfibios y reptiles, programas y resúmenes en extenso, Instituto de Biología, UNAM. México.
- Santos, T. y Telleria, J. L., 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: Efecto sobre la conservación de las especies. *Revista Científica Ecosistemas* 15:3-12.

- SEMARNAT (Secretaría de medio ambiente y Recursos Naturales), 2010. NOM 059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial, segunda sección. México.
- Smith, H. M., 1941. Las provincias bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género *Sceloporus*. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 2:103-110.
- Stankowich, T. y Blumstein, D. T., 2005. Fear in animals: a meta-analysis and review of risk assessment. *Proceedings of the Royal Society of London, Service Biology, Biology Sciences* 272:2627-2634.
- Stuart-Fox, D. Whiting, M. J. y Moussalli, A., 2006. Camouflage and colour change: antipredator responses to bird and snake predators across multiple populations in a dwarf chameleon. *Biology Journal of the Linnean Society* 88:437-446.
- Suárez-Morales, E., Reid, J. W., Fiers, F. y Iliffe, T. M., 2004. Historical biogeography and distribution of the freshwater cyclopine copepods (Copepoda, Cyclopoida, Cyclopinae) of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of Biogeography* 31:1051-1063.
- Tovar-Liceaga, R. y Montellano-Ballesteros, M., 2005. Late Pleistocene fauna from Santa Cruz Nuevo, Puebla, central Mexico. *Journal of Vertebrate Paleontology* 25:123-124.

Traba, J., Acebes, P., Campos, V. y Giannoni, S. M., 2009. Habitat selection by two sympatric rodent species in the Monte desert, Argentina. First data for *Eligmodontia moreni* and *Octomis mimax*. *Journal of Arid Environments* 74:179-185.

Traveset, A., 1990. *Ctenosaura similis* Gray (Iguanidae) as a seed disperser in a Central American deciduous forest. *American Midland Naturalist* 123:402-404.

Vázquez-Domínguez, E. y Arita, H. T., 2010. The Yucatan peninsula: Biogeographical history 65 million years in the making, *Ecography* 33:212-219.

Wake, D. B. y Lynch, J. F., 1976. The distribution, ecology, and evolutionary history of plethodontid salamanders in tropical America. *Society Bulletin Natural History Museum. Los Angeles County* 25:1-65.

## ANEXOS

**Tabla 1.** Registros históricos de *Ctenosaura defensor*, en la Península de Yucatán, México. Información recabada de *Global Biodiversity Information Facility* (2013).

Número de Registro	Comunidad	Estado	Latitud N	Longitud O
1	Balchacaj	Campeche	19.748	-89.849
2	Hopelchén	Campeche	20.317	-90.050
3	Dzibalchén	Campeche	19.014	-89.910
4	Santa Teresa	Quintana R.	19.734	-87.796
5	Piste	Yucatán	20.698	-88.589
6	Chichen Itzá	Yucatán	20.667	-88.567
7	Dzibilchatun	Yucatán	21.097	-89.599
8	Dzibilchatun	Yucatán	21.033	-89.567
9	Z.A. Mayapan	Yucatán	20.467	-89.467
10	5 km. De Chichen Itzá	Yucatán	20.700	-88.750
11	Piste Pueblo	Yucatán	20.698	-88.589
12	Telchan Puerto	Yucatán	21.292	-89.263
13	7 min. Norte Telchan Puerto	Yucatán	21.315	-89.272
14	Mérida	Yucatán	20.967	-89.917
15	7 min. Norte de Mérida	Yucatán	21.080	-89.621
16	Mérida	Yucatán	20.567	-89.917
17	Z.A. Chichen Itzá	Yucatán	20.683	-89.567
18	Mérida	Yucatán	20.968	-89.622

**Tabla 2.** Características morfológicas utilizadas para diferenciar *C. alfredschmitdi* de *C. defensor* durante el trabajo de campo (según Köhler, 2008).

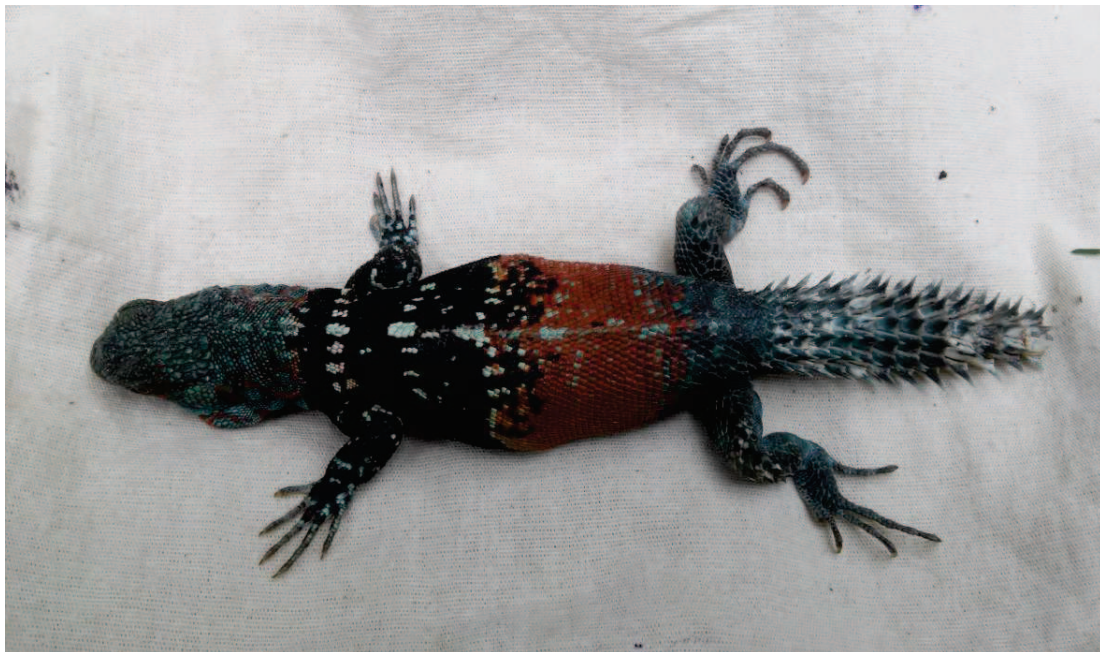
<i>Ctenosaura alfredschmitdi</i>	<i>Ctenosaura defensor</i>
27-29 verticilos caudales; proporción longitud de la cola (LC)/longitud hocicloaca (LHC): 0.79-0.85; filas de escamas del dorso medio uniformes y llegan hasta la región pélvica; parietales bien formadas, con un pequeño ojo parietal; solamente los primeros 0-3 espacios interpuestos entre los verticilos de la cola, sin filas completas de escamas planas pequeñas; hasta 179 mm de LHC.	22-24 verticilos caudales; proporción LC/LHC: 0.65-0.74; filas de escamas del dorso medio agrandadas, irregulares y reducidas; parietales reducidas, ojo parietal no distinguible; generalmente no hay filas completas de escamas puntiagudas agrandadas entre los primeras ocho verticilos caudales; hasta 145 mm de LHC.

**Tabla 3.** Especies arbóreas utilizadas como refugio o habitáculo por *Ctenosaura defensor* en la Península de Yucatán, México.

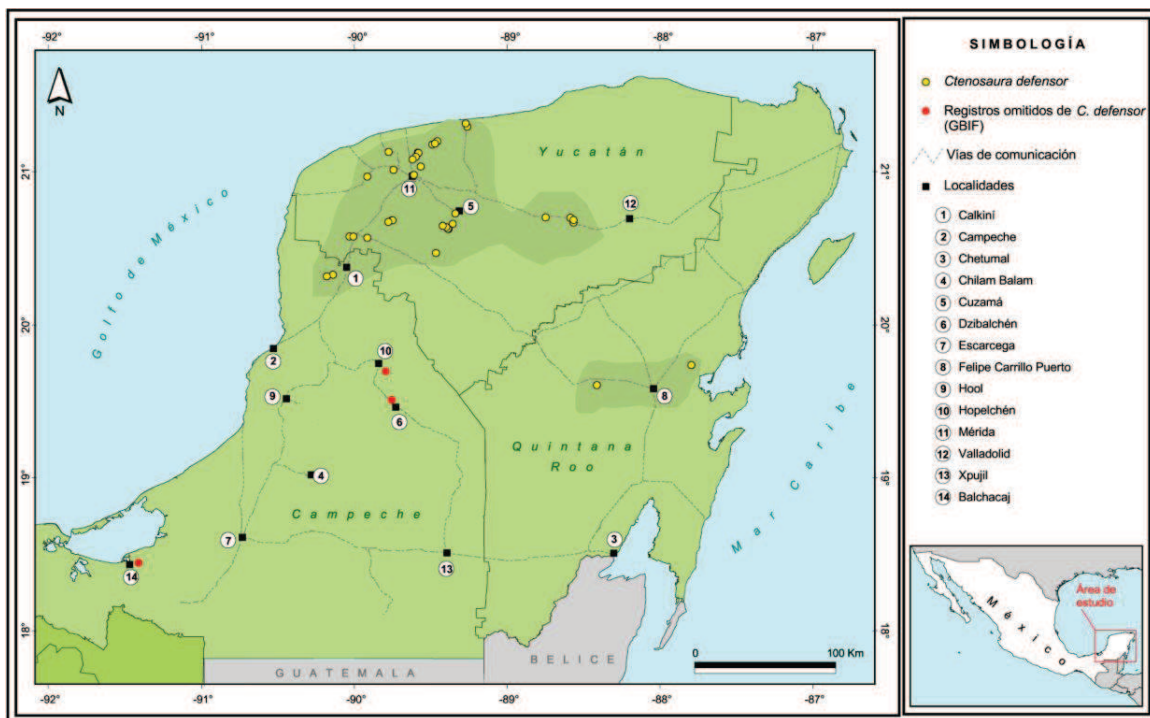
Nombre científico	Nombre maya	Comunidad	Estado	Registros
<i>Acacia gaumeri</i>	Boxkatsim	Concepción	Campeche	1
<i>Harvardia albicans</i>	Chukum	San Antonio Sabbanche	Campeche	1
<i>Acacia gaumeri</i>	Boxkatsin	Chamblekal	Yucatán	3
<i>Prosopis juliflora</i>	Katsin	Chamblekal, Pixyah, Sac Nicté	Yucatán	3
<i>Harvardia albicans</i>	Chukum	Chamblekal, Ixchil	Yucatán	2
<i>Leucaena leucocephala</i>	Huatsin	Pixyah	Yucatán	1
<i>Lysiloma latisilinquum</i>	Salam	Pixyah	Yucatán	1
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Sibinche	Pixyah	Yucatán	1
<i>Acacia gaumeri</i>	Boxkatsim	Sam Antonio Mulix	Yucatán	1
<i>Phithecellobium dulce</i>	Ts'uni'che	Ucu	Yucatán	1



**Figura 1.** Distribución de las iguanas del género *Ctenosaura* en el Continente Americano. (Según Pasachnik *et al.*, 2012).



**Figura 2.** Ejemplar macho de *Ctenosaura defensor* observado en la comunidad de Cacao, Yucatán, México. Foto: L.A. Leyva-Ramírez.



**Figura 3.** Distribución actual propuesta para *Ctenosaura defensor* en la Península de Yucatán, México. Círculos amarillos = registros de presencia de la especie; cuadros rojos = registros donde se reporta a *C. defensor* pero que en este estudio no se encontró, solo se registró la presencia de *C. alfredschmitzi*.





**Figura 4.** Ejemplares de *C. defensor* (izquierda) en Sac Nichte, Yucatán y de *C. alfredschmitdi* (derecha) en Panchen-Hopelchen, Campeche, capturados durante el trabajo de campo para llevar a cabo las mediciones morfológicas.



**Figura 5.** Cacería y venta de ejemplares de *Ctenosaura defensor* en comunidades del norte de Yucatán, México.

