



## ABUNDANCIA, CARACTERIZACIÓN Y PREDICCIÓN DE HÁBITAT DE IGUANA VERDE (*Iguana iguana* L. 1758) EN LA RESERVA DE LA MANCHA, VERACRUZ, MÉXICO<sup>†</sup>

[ABUNDANCE, CHARACTERIZATION AND HABITAT PREDICTION FOR GREEN IGUANA (*Iguana iguana* L. 1758) AT LA MANCHA RESERVE, VERACRUZ, MEXICO]

Lissette Leyequien-Abarca<sup>1</sup>, Germán David Mendoza-Martínez<sup>2</sup>,  
Fernando Clemente-Sánchez<sup>3</sup>, Fernando González-Saldivar<sup>4</sup>,  
Patricia Moreno-Casasola<sup>5</sup> and José Luis Arcos-García<sup>6\*</sup>

<sup>1</sup>Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. San Luis Potosí.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

<sup>3</sup>Colegio de Posgraduados, Campus San Luis Potosí.

<sup>4</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León.

<sup>5</sup>Instituto de Ecología, A.C.

<sup>6</sup>Ciudad Universitaria, Universidad del Mar. Campus Puerto Escondido, Puerto Escondido, Mixtepec, 71 980, Apdo. postal 208, Juquila, Oaxaca, México. Tel.: 01 (954) 113 73 06. Email: jarcos@zicatela.umar.mx o jarcos@colpos.mx

\*Corresponding author

### RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio para estimar la abundancia, caracterización y predicción del hábitat apropiado de iguana verde (*Iguana iguana*), en la reserva de la Mancha, Veracruz, México. La abundancia se estimó por medio de transectos, la caracterización del hábitat se realizó en cuadrantes en los sitios donde se observaron iguanas y el modelo de predicción de hábitat fue desarrollado con las variables de vegetación, suelo, pendiente y saturación de humedad. Para caracterizar el hábitat se estimó la altura, densidad, frecuencia relativa, cobertura basal y aérea de las especies vegetales. Las variables registradas para evaluar el hábitat en la etapa de postura fueron el tipo de suelo y grado de inclinación. El índice de predicción de hábitat se obtuvo por medio de las variables de anidación, cobertura y agua. La densidad poblacional estimada fue de 0.68 iguanas por ha. El hábitat óptimo para las iguanas comprende áreas del manglar, selva baja perennifolia inundable y la selva mediana subperennifolia. El hábitat óptimo para anidación representó el 0.22% de la reserva. Se concluye que el 5.05% del hábitat en el área estudiada es óptima para el desarrollo de la iguana verde y que la densidad poblacional de la especie es baja.

**Palabras clave:** Abundancia; hábitat; predicción; Iguana

### SUMMARY

A study was conducted to estimate the abundance of green iguana (*Iguana iguana*), to characterize and to predict appropriated habitat at the reserve of La Mancha in Veracruz, Mexico. The abundance density was estimated by linear transects, the characterization of the habitat was realized by quadrants in the sites where iguanas were observed. The model for habitat prediction was developed with variables of vegetation, ground, slope and saturation of humidity. In order to characterize the habitat were recorded height, density, relative frequency, basal and aerial cover of the vegetal species. The variables registered to evaluate the habitat for nesting stage were the ground type and slope. The index of habitat prediction was obtained through variables of nesting, cover and water. The population density estimated was 0.68 iguana per ha. The optimal habitat for iguana includes mangrove areas, easily flooded low forest evergreen and the median forest sub evergreen. The optimal habitat for nesting represented 0.22% of the reserve. It is concluded that 5.05% of the habitat in the studied area are optimal for the development of green iguana and that the population density if the specie is low.

**Keywords:** Abundance; habitat; prediction; Iguana

### INTRODUCCIÓN

A pesar de la distribución amplia de la iguana verde (*Iguana iguana*) en los bosques tropicales que abarcan desde México, América Central, Perú, el sur de Brasil,

Paraguay, las Antillas Menores y otras Islas del Caribe como San Andrés, Providencia y Curacao (NRC, 1991; Alvarado *et al.*, 1993), es una especie que está catalogada en protección especial de acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001 (DOF, 2019) y se encuentra en

<sup>†</sup> Submitted August 15, 2011 – Accepted June 7, 2019. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.

el apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2017). Las principales acciones que amenazan a la biodiversidad son tres 1) disminución de la variabilidad genética, 2) rápida desaparición de especies locales y el ambiente hostil en los países en desarrollo (Segura-Correa y Montes-Pérez, 2001). Para entender el efecto de las amenazas se han llevado a cabo investigaciones donde se describe la abundancia de iguanas en diferentes áreas, donde se registran desde 90 (Ojasti, 1993) a 40 iguanas por ha (Chapin, 1986), ésta diferencia se puede deber a la zona geográfica de estudio y el grado de acción de las amenazas.

Por otra parte, la caracterización general del hábitat de la iguana, ha sido aquella que está constituida por zonas con altura entre 500 y 1000 msnm, con ambiente xérico o méxico (Werner y Rey, 1988), se indica que la iguana verde vive en los árboles, prefiere sitios como los bordes de los bosques, cerca de ríos o agua en general, los cuales utiliza tanto para refugio como para alimentarse de las hojas, frutas y flores (Cohn, 1987).

La importancia del hábitat para las especies animales se puede entender por el comportamiento de selección de las comunidades vegetales, que provean recursos adecuados para satisfacer las necesidades de manutención, reproducción, disminución del riesgo de mortalidad por condiciones climáticas severas y depredación (Sih, 1993); el hábitat de reproducción de *I. iguana* se ha registrado en áreas de dunas y solo en esas zonas llevan a cabo la postura de sus huevos (Lara y González, 1996). De acuerdo con lo anterior, el objetivo del presente estudio fue estimar la abundancia de la iguana verde (*Iguana iguana*), así como la caracterización y predicción de hábitat en la reserva de la Mancha, Veracruz, México

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en la reserva ecológica de La Mancha, Veracruz, México; ubicada en la planicie costera sur del Golfo de México, al noroeste de Ciudad Cardel en el kilómetro 27,5 de la carretera federal número 180 Cardel-Nautla, municipio de Actopan. El clima predominante fue cálido subhúmedo (García, 1989), el rango de temperatura promedio anual fue de 22 a 26 °C, con rango de precipitación pluvial entre 1200 y 1500 mm.

La reserva está dividida en seis áreas: 1) selva mediana subperennifolia (SMSP) con 19 ha, 2) dunas 18 ha, 3) selva baja caducifolia (SBC) seis ha, 4) selva baja perennifolia inundable (SBPI) siete ha, 5) laguna, dos ha y 6) Centro de Investigaciones Costeras con 18 ha (Miranda y Hernández, 1963; Rabinowitz *et al.*, 1986; Puig, 1991).

La densidad poblacional se estimó de septiembre a octubre de 1998, por medio de un transecto lineal de 3100 m en la SMSP y otro en la SBPI (Forys, 1997), en la SBC se trazó otro transecto de 1800 m. En cada transecto se realizaron siete recorridos por un observador que se apoyó con binoculares 10 x 25 mm, para obtener la distancia perpendicular del animal al transecto (Mandrujano, 1994), se registró la distancia del observador a la iguana con una cinta métrica de 100 m, mientras que los ángulos se obtuvieron con una brújula (modelo 9020).

Entre enero y abril de 1999 se realizó la caracterización del hábitat (dónde se tomaron muestras de a vegetación para ser cotejadas con un herbario) en los sitios donde se observaron iguanas al estimar la densidad poblacional. Se establecieron seis cuadrantes de 20 x 20 m en la SMSP y seis cuadrantes de 10 x 10 m en la SBPI, en ambos casos se consideró el 10% de la superficie (Cochran y Cox, 1981), los cuadrantes se ubicaron mediante un patrón regular en la zona de estudio (Matteucci y Colma, 1982). Las especies vegetales presentes en las áreas se identificaron y cotejaron en el herbario del Instituto de Ecología AC, Xalapa, Veracruz.

Para caracterizar las áreas de anidación, de enero hasta marzo de 1999 se realizaron recorridos semanales en el área de dunas (Lara y González, 1996), se ubicaron las entradas de los túneles excavados por la iguana y se registró su ubicación mediante un sistema de posicionamiento global.

Se realizó un modelo de predicción de hábitat de iguana en la llanura costera de las Lagunas de La Mancha: El Llano y el Farallón, que se ubican en el municipio de Actopan, Veracruz, con una superficie de 13183 ha, donde se consideraron como variables los distintos tipos de vegetación, suelo, pendiente y saturación de humedad presente en el suelo (Travieso, 1998). Las variables vegetación y grado de saturación representaron las restricciones para cobertura y alimentación; las variables tipo de suelo y pendiente se utilizaron para predecir el hábitat de anidación.

Se determinó el índice de predicción de hábitat total de acuerdo con Schindler (1994) para el área de la llanura costera de las Lagunas de la Mancha, el Farallón y el llano; para ello, se usó la media geométrica de la predicción de hábitat de reproducción, cobertura y agua para la iguana, ya que requiere de una selección de hábitat estricta. La relación entre las variables y la calidad del hábitat se realizó de acuerdo con la metodología de González (1999), donde se establecieron valores óptimos o malos de acuerdo con las características de los parámetros del hábitat: 1) cobertura y alimentación, (vegetación óptima, 0.5 para media y 0.1 para mala) 2) reproducción (se consideraron dos características: a. tipo de suelo

óptimo arenosoles, medio fluvisoles y malo otros, y b. grado de inclinación óptima de 15 a 25°, media de 25 a 35° y mala de 0 a 14°) y 3) disponibilidad de agua (óptima fueron aquellos sitios con agua permanente y sitios muy húmedos, media sitios húmedos y medianamente húmedos y malos ligeramente húmedos y secos). Los cuales se relacionaron con los porcentajes de área obtenidos en el modelo mediante asignación proporcional.

### Análisis de datos

El análisis estadístico de la densidad poblacional fue analizado por medio del programa Distance (Tomas *et al.*, 1998). Para caracterizar el hábitat se estimó la altura, densidad, frecuencia relativa, cobertura basal y aérea de las especies vegetales (Matteucci y Colma, 1982). Se realizó un análisis de la biodiversidad, mediante la determinación de los índices de Shannon-Weiner, Simpson y el grado de dominancia entre especies (Ludwig y Reynolds, 1988). Las variables registradas para evaluar el hábitat en la etapa de postura fueron el tipo de suelo y grado de inclinación. El índice de predicción de hábitat (IPHT), se obtuvo por medio de la fórmula:

$$IPHT = (IPHr * IPHc * IPHa) 1/3$$

Donde: IPHr, variable de anidación; IPHc, variable de cobertura; IPHa, variable de agua. Se estableció el resultado del análisis estadístico mediante el índice Kappa, y el estadístico Cramer del programa IDRISI versión Windows (Laake *et al.*, 1996).

## RESULTADOS

### Abundancia de iguanas

En la SBPI la densidad poblacional fue de 1.49 iguanas por ha; en la SMSP el número de observaciones fue tan

pequeño que no se pudo ejecutar el análisis poblacional con el programa establecido, mientras que en la SBC no hubo avistamientos de iguanas. La densidad poblacional promedio estimada en las áreas donde se observaron las iguanas fue de 0.68 iguanas por ha (Tabla 1).

### Caracterización de hábitat

En la diversidad vegetal del estrato arbóreo y arbustivo de la SBPI, se encuentran 16 familias y 20 especies, con un promedio de altura de 9.1 m en el estrato arbóreo y 6.5 m en el arbustivo, representados por 63 y 36 individuos respectivamente (Tabla 2). La diversidad vegetal del estrato arbóreo y arbustivo de la SMSP presentó 16 familias y 19 especies con un promedio de altura del estrato arbóreo de 6.9 m y el arbustivo 3.5 m, representados por 501 y 126 individuos respectivamente (Tabla 3). El número de familias y especies encontradas en ambos tipos de vegetación analizados es similar ( $P > 0.05$ ).

En la SBPI la cobertura del área basal de las especies vegetales fue de 6.99% para el estrato arbóreo y arbustivo (Tabla 2). En el caso de la SMSP la cobertura del área basal de las especies vegetales registradas fue de 79.39% (Tabla 3). La cobertura basal fue diferente ( $P > 0.05$ ) en ambos tipos de vegetación y es posible que ello tenga una fuerte influencia en la densidad poblacional de las iguanas.

En la SBPI la cobertura basal más baja se observó en las especies *Delonix regia*, *Bursera simaruba* y *Magnifica indica*, mientras que la cobertura más alta fue en *Annona glabra*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Achatocarpus nigricans*. En el caso de la SMSP la cobertura basal más alta corresponde principalmente a las especies *Gymnantes lucida*, *Nectandra salicifolia* y *Ficus obtusifolia*, y la menor cobertura se registró en *Acacia cornígera*, *Ipomea alba* y *Psycotria erythrocarpa*.

Tabla 1. Abundancia de iguana verde (*Iguana iguana*) en la reserva de la mancha, Veracruz, México

Tipo de selva	Densidad promedio	Límite de confianza		Coeficiente de variación
		inferior	superior	
Baja perennifolia inundable	1,49	0,84	2,65	29,9
Mediana subperennifolia*	-	-	-	-
Baja caducifolia**	-	-	-	-
Promedio general	0,68	0,39	1,19	29,1

\*Se observaron dos iguanas y el programa Distance no generó resultados

\*\*No hubo observaciones

Tabla 2. Características de la selva baja perennifolia inundable de la reserva "la mancha", Veracruz, México

Familia	Especie	Altura media (m)	Individuos	Cobertura de área basal en la muestra (%)	Frecuencia de aparición (%)	Cobertura aérea (%)	Volumen de copa total (m <sup>3</sup> )
Anacardiaceae	<i>Magnifica indica</i> <sup>1</sup>	2,4	2	0,00032	17	0,11	4,20
Annonaceae	<i>Annona glabra</i> <sup>1</sup>	7,8	22	3,63133	33	20,39	2660,75
Bombacaceae	<i>Pachira aquatica</i> <sup>1</sup>	2,3	11	0,00824	17	0,30	4,27
Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i> <sup>1</sup>	7,0	1	0,19643	17	2,70	299,09
Ebenaceae	<i>Diospyros digyna</i> <sup>1</sup>	12,2	2	0,03272	17	2,06	294,72
Leguminosae	<i>Gliricidia sepium</i> <sup>1</sup>	3,7	10	0,36945	17	5,24	256,58
Leguminosae	<i>Delonix regia</i> <sup>1</sup>	9,0	1	0,00008	17	1,27	61,15
Lythraceae	<i>Ginoria nudiflora</i> <sup>1</sup>	9,8	4	0,12571	17	4,59	655,39
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> <sup>1</sup>	13,3	1	0,00825	33	4,12	668,19
Moraceae	<i>Ficus sp.</i> <sup>1</sup>	10,1	4	0,12829	17	6,03	788,13
Palmae	<i>Acrocomia mexicana</i> <sup>1</sup>	8,0	1	0,0242	17	0,92	43,41
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> <sup>1</sup>	4,2	1	0,00016	17	0,02	0,48
Lauraceae	<i>Nectandra sp</i> <sup>1</sup>	8,5	1	0,03246	17	1,72	231,37
Leguminosae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> <sup>1</sup>	30	1	0,5236	17	47,12	20171,64
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> <sup>1</sup>	9,0	1	0,00106	17	0,49	37,77
Piperaceae	<i>Piper sp.</i> <sup>2</sup>	4,6	11	0,02789	33	5,85	1434,24
Piperaceae	<i>Piper amalago</i> <sup>2</sup>	4,5	5	0,13194	17	0,93	73,81
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i> <sup>2</sup>	4,4	11	0,1493	50	4,53	659,31
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> <sup>2</sup>	12,5	2	0,27143	17	7,04	1203,67
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus nigricans</i> <sup>2</sup>	6,6	7	0,32554	17	7,12	170,85
Suma			99	6,99		122,55	29719,02

\*Forma biológica: 1: árbol, 2: arbusto.

En la SBPI la suma de la cobertura aérea total corresponde a 122.5% con un volumen promedio de copa de 29719 m<sup>3</sup>, mientras que en la SMSP el porcentaje de cobertura aérea fue de 190.6% y el promedio del volumen de copa de 22552 m<sup>3</sup> (Tablas 2 y 3). La cobertura aérea en ambas selvas SBPI y SMSP muestra gran traslape de copas que provee un dosel denso y cerrado, el traslape de copas pudo influir en la falta de registro de individuos porque las iguanas prefieren árboles grandes para descanso y huida de sus depredadores.

Los resultados de la frecuencia de especies vegetales en la SBPI son bajos (Tabla 2), lo cual indica que la gran mayoría de las especies se encuentran presentes solo en un cuadrante, la excepción es *Randia laetevirens* que se encontró presente en el 50% de los sitios. En la SMSP la frecuencia de especies es más elevada (Tabla 3), por arriba del 50% de las especies se encuentran en más de un sitio, con la excepción de *Coccoloba barbadensis* y *Nectandra coriácea* que se encuentran presentes en todos los sitios.

### Predicción de hábitat

Con respecto al índice de biodiversidad se observó diferencia ( $P < 0.05$ ,  $t = 7.11$ ,  $gl = 178$ ) entre la SBPI y la SMSP. En el área de la SBPI la dominancia entre especies es baja (0.83), que concuerda con el resultado obtenido en el índice de Shannon (2.5) y Simpson (0.099) (Tabla 4). En la SMSP el grado de dominancia entre especies es mayor (0.62), mientras que en el resultado obtenido en el índice de Shannon se observa (1.82) y el de Simpson (0.244).

La distribución de iguanas en los tipos de vegetación hizo posible la clasificación del tipo de hábitat en óptimo, bueno y malo con el 95, 5 y 0% de iguanas observadas respectivamente (Tabla 5).

El hábitat óptimo para las iguanas de acuerdo con el tipo de vegetación comprende las áreas del manglar, la SBPI y SMSP con 666,31 ha, el hábitat mediano lo constituye el acahual cuya área fue de 2756,44 ha y el hábitat malo los demás tipos de comunidades

vegetales. De acuerdo con lo anterior, el 5% del área total de estudio presenta características óptimas de vegetación, el 20% es hábitat medio y el 75% tiene malas características.

El grado de saturación de humedad corresponde a 8.9% para el hábitat óptimo, 19.6% para el medio y 71.5% para el malo (Tabla 5), lo que significa que el hábitat óptimo representa un área de 1177.7 ha, el medio tiene un área de 2578.69 ha.

El análisis del cruzamiento del tipo de vegetación y saturación de humedad proporcionan la información de cobertura total de la iguana e indican una correlación de 0.57 (Tabla 5); lo anterior indica que el hábitat óptimo de cobertura total presentó un área de 662.04 ha, el medio de 1279.48 ha y el malo 11248.87 ha. El índice Kappa fue de 0.48, lo cual sugiere que los resultados estimados se encuentran ligeramente por debajo de la media real; donde el 5.2, 9.7 y 85.3% corresponde a la cobertura total óptima, media y mala respectivamente.

Tabla 3. Características de la selva mediana subperennifolia de la reserva "la mancha", Veracruz, México

Familia	Especie	Altura Media (m)	Número de individuos	Cobertura de área basal (%)	Frecuencia de aparición (%)	Cobertura aérea (%)	Volumen de copa total (m <sup>3</sup> )
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> <sup>1</sup>	4,2	8	0,513	50	1,31	76.0
Lauraceae	<i>Nectandra sp</i> <sup>1</sup>	3,3	192	115,077	100	35,38	1499.0
Leguminosae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> <sup>1</sup>	27,0	1	1,478	17	13,35	4358.0
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> <sup>1</sup>	6,3	4	0,279	33	1,25	208.0
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> <sup>1</sup>	2,9	23	0,919	50		
Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i> <sup>1</sup>	4,3	2	0,947	17	0,90	39.2
Convolvulaceae	<i>Ipomoea alba</i> <sup>1</sup>	4,0	1	0,0	17	0,55	19.4
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i> <sup>1</sup>	3,9	231	119,228	50	41,01	2319.0
Rubiaceae	<i>Psychotria erythrocarpa</i> <sup>1</sup>	2,4	2	0,001	33	0,29	7.9
Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i> <sup>1</sup>	3,5	1	0,001	17	0,09	4.0
Leguminosae	<i>Diphysa robinoides</i> <sup>1</sup>	5,9	5	2,398	17	3,40	197.0
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> <sup>1</sup>	6,0	29	16,245	83	39,58	8221.0
Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i> <sup>1</sup>	16,5	2	35,249	33	16,85	2769.0
Myrtaceae	<i>Eugenia capuli</i> <sup>2</sup>	2,8	29	2,216	83	5,13	1155.0
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i> <sup>2</sup>	3,6	60	5,187	100	18,97	1034.0
Celastraceae	<i>Rhacoma eucymosa</i> <sup>2</sup>	3,4	12	0,363	33	2,87	111.0
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus nigricans</i> <sup>2</sup>	3,4	7	0,905	50	2,84	171.0
Flacourtiaceae	<i>Xylosma panamense</i> <sup>2</sup>	5,1	6	0,577	33	2,61	202.0
Theophrastaceae	<i>Jacquinia sp</i> <sup>2</sup>	2,9	12	0,396	50	1,85	75.7
Suma			627	79,386		190,63	22552.5

\*Cobertura de área basal en la muestra

\*\*Forma biológica: 1: árbol, 2: arbusto.

Tabla 4. Resultados del índice de biodiversidad en la reserva "la mancha", Veracruz, México

Índice	Selva baja perennifolia inundable	Selva mediana subperennifolia
Dominancia E	0.83	0.62
Shannon H'	2.5	1.82
Varianza de H'	0.00693	0.00227
Prueba t de Student		7.11
Grados de libertad		178
Simpson $\lambda$	0.099	0.244

Tabla 5. Índice de predicción de hábitat por medio de la presencia de *Iguana iguana* de la reserva "la mancha", Veracruz, México

Variables	Valores establecidos tomando en cuenta la distribución de iguanas		
	Óptimo	Medio	Malo
Tipo de vegetación*	Selva mediana subcaducifolia, selva perennifolia inundable, tular y manglar 95 %	Acahual 5 %	Áreas de cultivo 0 %
Grado de saturación**	Cuerpos de agua permanentes y sitios muy húmedos 8,9 %	Sitios húmedos y medianamente húmedos 19,6 %	Sitios ligeramente húmedos y secos 71,5 %
Cobertura total ***	5,02 %	9,7%	85,28 %
Chi cuadrada (9 gl): 507572,3; Cramer: 0,5682; Kappa: 0,4856			
Hábitat óptimo para anidación****			
Suelo	Arenosoles 0,22 %	Fluvisoles 22,1 %	Otros 77,68 %
Pendiente	15 a 25°	25 a 35°	Ambos extremos
Cobertura de hábitat para anidación (cruzamiento suelo y pendiente)	18%	22,11%	59,89%
Chi cuadrada (6 gl): 244854,27; Cramer, 0,4834; Kappa, 0,2584			
Hábitat potencial para la iguana (cruzamiento de cobertura total y de hábitat para anidación)			
	5,05 %	20,9%	74,05
Chi cuadrada (9 gl), 543604,63; Cramer, 0,5880; Kappa, 0,1176			

\*Se clasificó utilizando dos criterios: 1) utilización de hábitat, el cual se estimó de acuerdo con la presencia o ausencia de iguanas observación y 2) Cobertura vegetal y disponibilidad de alimento.

\*\*El grado de saturación de agua presente en el suelo se clasificó por el grado de preferencia de sitios con fuentes de agua para sus funciones biológicas y para asegurar una vía de escape.

\*\*\* Es el cruzamiento de tipo de vegetación y grado de saturación.

\*\*\*\*Se clasificó por la textura y factibilidad para construcción del nido.

El hábitat óptimo para anidación comprende todos aquellos sitios con suelo arenoso que corresponde al 0.22%, el hábitat medio tiene el 22.1% de fluvisoles y el malo con 77.68% (Tabla 5). Se localizaron 19 entradas de túneles en las dunas, de los cuáles siete estaban saqueados, cuatro semicubiertas y ocho con actividad de selección de nido; en todos los casos el tipo de suelo tenía un contenido mayor al 50% de arena y pendiente entre 15 y 35°.

En los nidos saqueados se encontraron huellas de mamíferos, cascarrones rotos y vacíos. La entrada de los túneles semicubiertas puede ser un indicativo del uso que hace la iguana en esa entrada para llegar a un nido que se encuentra en uso; en los túneles abiertos se encontraron indicios de actividad, sin que la iguana disimule el acceso.

El análisis de cruzamiento en los sitios de anidación entre la clasificación de suelos y la pendiente, sugieren una correlación más pobre (0.48) que la cobertura, el índice Kappa (0.26) refleja un acuerdo bajo con respecto a la realidad, donde se encontró que el 18.0, 22.11 y el 59.89% corresponden a cobertura de hábitat para anidación óptimo, medio y malo respectivamente (Tabla 5).

El cruzamiento de la cobertura total y el hábitat para anidación proporcionan información relevante sobre los valores del hábitat potencial para la iguana, debido a que indican una correlación aceptable (0.59) entre los cruzamientos; sin embargo, el índice Kappa (0.12) indica un acuerdo bajo con respecto a la realidad; por lo tanto, el hábitat óptimo fue de 5.05%, el medio de 20.9% y el malo de 74.05%.

## DISCUSIÓN

### Abundancia de iguanas

Chapin (1986) reportó 40 iguanas por ha en zonas de densa vegetación y condiciones favorables para el desarrollo de iguanas; Ojasti (1993) registró 90 iguanas por ha; en el presente estudio la densidad poblacional general fue baja, lo que se pudo deber a las condiciones de hábitat y por depredación (2001), por los hombres, felinos, aves de rapiña, serpientes, lagartos y cocodrilos (Swanson, 1950).

### Caracterización del hábitat

La altura registrada en la SBPI se encuentra dentro del rango de datos que reportó Travieso (1998), en donde la altura de este tipo de selva osciló entre 8 y 10 m; el estrato arbóreo es más abundante (75%), que el arbustivo (25%) y las familias más observadas fueron Leguminosae, Moraceae y Piperaceae. En la SMSP los resultados varían con respecto a Travieso (1998), quien menciona que la altura de la vegetación tiene un margen de 15 a 20 m; en el presente estudio la vegetación del estrato arbóreo es más abundante (68.4%), que el arbustivo (31.6%) y las familias más abundantes fueron Leguminosae y Moraceae. La SMSP se encuentra localizada cerca de la playa, donde las plantas son afectadas por la dinámica de regeneración natural de la selva (Martínez-Ramos y Álvarez-Buylla, 1995), quizá el efecto de la velocidad del viento causó la caída de árboles altos, hecho que pudo determinar la altura promedio de la vegetación registrada; quizá ésta es otra de las causas que provocan que la densidad poblacional de la iguana sea baja.

Con respecto a la frecuencia de aparición de las especies observadas en la SBPI los resultados indican que la vegetación tiende a estar agrupada por especie y en la SMSP existe mayor dispersión de las especies (Martínez-Ramos y Álvarez-Buylla, 1995). La variabilidad encontrada en la densidad de ambas comunidades se puede explicar porque, la densidad y distribución espacial de las especies vegetales son afectadas por la dinámica de regeneración natural de la selva, heterogeneidad topográfica, tipo de suelo, disturbios, pobres niveles de dispersión de semillas y por los distintos niveles de depredación (Martínez-Ramos y Álvarez-Buylla, 1995).

La dominancia de especies en la SBPI indica que existe buen grado de biodiversidad y por lo tanto no existen especies dominantes (Ludwig y Reynolds, 1988); en la SMSP la dominancia de especies es mayor, lo que coincide con los resultados de frecuencia, el índice de biodiversidad es menor y por lo tanto puede ser un factor que determinante en el momento de cubrir las necesidades de las iguanas. Las especies más abundantes en la SBPI fueron *Annona glabra*, *Pachira*

*aquatica*, *Piper sp.*, *Randia laetevirens* y *Gliricidia sepium*; mientras que en la SMSP se distinguen *Gymnanthes lucida*, *Nectandra sp.*, *Coccoloba barbadensis*, *Eugenia capuli*, *Brosimum alicastrum* y *Dendropanax arboreus*.

### Predicción de hábitat

La explicación que justifica la presencia de iguanas en los sitios de estudio se relaciona con el reporte de Lara y González (1996), donde se aprecia que las especies vegetales que pueden ser potencialmente utilizadas por las iguanas en la SBPI son *Annona glabra*, *Diospyros digyna*, *Gliricidia sepium*, *Ficus sp.*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Cedrela odorata* y *Guazuma ulmiflora*; mientras que en la SMSP se encuentran *Enterolobium cyclocarpum*, *Cedrela odorata*, *Ipomoea alba*, *Acacia cornigera*, *Ficus obtusifolia* y *Jacquinia sp.*

Lara y González (1996) mencionan que las hembras depositan sus huevos en los límites de la vegetación arbórea donde la arena es suave y la vegetación de la duna, permite que el nido reciba la radiación solar directa durante la mañana y en la tarde la sombra de los árboles, información similar a la encontrada en el presente estudio, la iguana utiliza solo el área de dunas durante la época de anidación, porque esta área no cubre los requerimientos de la especie para su desarrollo cotidiano; las iguanas en la reserva cuentan con hábitat para reproducción sin necesidad de desplazarse grandes distancias.

El rango de hábitat óptimo para anidación tomando en cuenta el tipo de suelo y pendiente, presentó un área de 2391.37 ha, el medio de 2914.80 ha y la diferencia del área en las dunas presenta un hábitat malo. El cruzamiento de la cobertura total y el hábitat para anidación indica que el hábitat óptimo fue de 666.31 ha, el medio de 2756.44 ha y el malo de 1912.66 ha. El hábitat óptimo para la iguana se encuentra restringido quizás porque presenta una fuerte presión de cambio de uso de suelo, principalmente debido a la ampliación del cultivo de caña y a la tala de la vegetación aledaña a ríos y arroyos (Leyequien, 2001). Sin embargo, la iguana ha demostrado tener cierto grado de adaptación a la presencia humana y a la introducción de algunas especies vegetales (Werner 1988). La iguana tiende a utilizar los mismos sitios para hacer sus nidos año con año, de tal manera, que el hábitat óptimo para la etapa reproductiva de la especie es tan pequeño que puede poner en riesgo la viabilidad de algunas poblaciones.

El índice de predicción del hábitat es pobre para cubrir los requerimientos de la iguana verde, especialmente en la parte de cobertura, lo que se puede explicar por el tipo de uso del suelo y su cambio a uso agropecuario (Leyequien, 2001).

La abundancia de iguanas registrada es baja y el hábitat óptimo para el desarrollo de las iguanas representa un área relativamente pequeña del área estudiada, por lo cual es importante realizar estudios tendientes a mejorar el hábitat de las iguanas.

### Agradecimientos

Se agradece el apoyo del U.S. Fish and Wildlife Service a través del Programa de Cooperación México/E.U. Para la Conservación de la Biodiversidad, bajo el acuerdo No. 14-48-98210-97-G105.

### REFERENCIAS

- Alvarado, J., Suazo, I., Ibarra, L., Zamora, R., Rodríguez, G. 1993. La iguana verde. Ciencia y Desarrollo. XIX: 42-48.
- CITES. 2017. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndice I. <https://cites.org/eng/app/appendices.php>. Consultado el 06 de junio de 2019.
- Cochran. W. y Cox, G. 1981 Diseños experimentales. Editorial Trillas, México.
- Cohn, J. 1987. Las noches y los días de la iguana. Revista las Américas. 359-363.
- DOF. 2019. Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, 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. Poder Ejecutivo Federal. SEMARNAT. Segunda Sección. México. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010). Consultado el 06 de junio de 2019.
- Forys, E. 1997. Comparison of 2 methods to estimate density of an endangered lagomorph. J. Wildl. Manage. 61: 86-92. <https://www.jstor.org/stable/pdf/3802417.pdf>
- García, E. 1989. Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones climáticas de la República Mexicana. México (DF) México: Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, S.F.N. 1999. Métodos para el análisis y evaluación del hábitat de la fauna de silvestre. Diplomado en manejo de fauna silvestre. Conservación y manejo de vertebrados del norteárido y semiárido de México. Sánchez O & Vázquez-Domínguez E (eds). Facultad de Ciencias Forestales de la UANL. México. 247 pp.
- Lara, S. y González, A. 1996. Observaciones sobre dos nidos de iguana verde (*Iguana iguana*) en “La Mancha”, Veracruz. Acta Zoológica Mexicana 68: 61-65. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57506807>
- Laake, J., Buckland, S., Anderson, D., Burnham, K. 1996. Distance 2.2 Colorado Cooperative Fish and Wildlife Research Unit, Colorado State University. Fort Collins. USA. 86 p.
- Leyequien, A.L. 2001. Predicción de hábitat y abundancia de *Iguana iguana* en la reserva de la Mancha, Veracruz. Colegio de Posgraduados (Tesis de Maestría), Montecillo, México.
- Ludwig, J. y Reynolds, J. 1988. Statistical Ecology, a primer on methods and computing. John Wiley & Sons (Eds). USA.
- Chapin, M. 1986. Las iguanas verdes de Panamá. Desarrollo de Base. Revista de la Fundación Interamericana. 10:2-7.
- Mandrujano, S. 1994. Conceptos generales del método de conteo de animales en transectos. Ciencia. 45: 203-211. <https://es.scribd.com/doc/47511350/Conceptos-generales-del-metodo-de-conteo-de-animales-en-transectos>
- Martínez-Ramos y M., Álvarez-Buylla, E. 1995. Ecología de poblaciones de plantas en una selva húmeda de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 56: 121-153.
- Matteucci, S. y Colma, A. 1982 Metodología Para el Estudio de la Vegetación. Serie de Biología. Organización de los Estados Americanos. Washington, DC, USA. Monografía No. 22. 168 pp.
- Miranda, F. y Hernández, E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28: 29-176.
- NRC. 1991. National Research Council. Green iguana. En: Microlivestock: Little-Known Small Animals with a Promising Economic Future Board Science and Technology for International Development. Washington.
- Ojasti, J. 1993. Utilización de la fauna silvestre en América Latina, situación y perspectivas para un manejo sostenible. Producido por departamento de Montes. Guía FAO conservación 25. Roma. 248 pp. <http://www.fao.org/3/t0750s/t0750s00.htm>



- Puing, H. 1991. Vegetación de la Huasteca (México). Estudio Fitogeográfico y ecológico. Misión Archeologique et Ethnologique. Francaise au Mexique Collection Etudes MesoAmericaines. México.
- Rabinowitz, D., Cairns, S., Dillon, T. 1986. Seven kinds of rarity. In: Soulé, M.E. (Ed). Conservation Biology. Sinauer, Sunderland, Mass.
- Schindler, D. 1994. Use of geographic information system and global positioning system technology in moose census and habitat evaluation. Simposio GIS'94. Vancouver. British Columbia. Canada. pp 447-458.
- Segura-Correa, J.C. y Montes-Pérez, R.C. 2001. Razones y estrategias para la conservación de los recursos genéticos animales. Revista Biomédica 12:196-206. <http://www.cirbiomedicas.uady.mx/revbiomed/pdf/rb011237.pdf>
- Sih, A. 1993. Effects of ecological interaction on forager diets: competition, predation risk, parasitism and prey behaviour. En: Hughes, R.N. (ed) Diet Selection: an interdisciplinary Approach to Foraging Behaviour. Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp 182-211.
- Swanson, P. 1950. The iguana. Journal of Herpetology. 22: 316-322.
- Travieso, B. 1998. Biodiversidad del paisaje costero de la Mancha. En: Instituto de Ecología A.C. Xalapa. (Tesis de Maestría). Actopan, Veracruz. Veracruz. México. 118 pp.
- Werner, D. y Rey, D. 1988. El manejo de la iguana verde. Instituto de Investigaciones tropicales Smithsonian. Tomo 1 Biología. Panama. pp 406-411.
- Werner, D. 1998. The effect of varying water potential on body weight, yolk and fat bodies in neonate green iguanas. COPEIA. 2: 406-411.