



Análisis reproductivo en hembras de *Iguana iguana* criadas en cautiverio en Oaxaca, México

Reproductive analysis of *Iguana iguana* females raised in captivity in Oaxaca, Mexico

José Luis Arcos-García* Germán David Mendoza Martínez** Ricardo Bárcena Gama***
Oscar Villarreal Espino Barro† Gerardo Esteban Leyte Morales*

Abstract

With the objective to evaluate the reproductive stage in green iguana (*Iguana iguana*) females maintained in captivity in Oaxaca, Mexico, a total of 137 females were used during six years. Iguanas were fed with concentrate, frijolillo plants (*Desmodium intortum*) and tulip flower (*Tulipa gesneriana*). The females were identified and housed in cages of 30 m² and were observed. Reproductive activities such as proestrus, estrus and pregnancy were daily recorded. In the stage of hatching, variables were measured in eggs that were incubated in styrofoam boxes with relative humidity of 65 to 85% and temperature between 28 to 34°C, and the newborn were measured after hatching. Results were analyzed with descriptive statistics and canonical correlation analysis using the Statistical Analysis System. At the beginning of the reproductive season the females weighed 975.9 ± 405 g and measured 27.9 ± 3.4 cm snout-vent length, with a relative clutch mass of $36.3 \pm 7.1\%$, clutch size of 23.5 eggs, hatching success of 64.8%, and newborn weight of 12.5 ± 2.3 g. The periods of proestrus, estrus, and pregnancy were 85, 36.2 y 59.7 days, respectively. The females weight at the beginning of the reproductive stage, snout-vent length and total were correlated (canonical correlation $r = 0.69$, $r = 0.64$ and $r = 0.64$, respectively) with the number and weight of newborn, indicating the importance of female management before the breeding season.

Key words: REPRODUCTIVE ANALYSIS, FEMALE, MANAGEMENT, *IGUANA IGUANA*.

Resumen

Con el fin de evaluar la etapa reproductiva en hembras de iguana verde (*Iguana iguana*) mantenidas en cautiverio, en Oaxaca, México, se utilizaron 137 hembras, durante seis años. Se ofreció alimento concentrado, plantas de frijolillo (*Desmodium intortum*) y flor de tulipán (*Tulipa gesneriana*). Las hembras fueron identificadas y alojadas en jaulas de 30 m²; se observaron y registraron las actividades reproductivas de proestro, estro y gestación. En la etapa de eclosión, se midieron las variables de los huevos y se incubaron en cajas de unicel con humedad relativa de 65% a 85% y temperatura de 28° a 34°C; las crías se midieron después de la eclosión. Para el análisis de resultados se utilizó estadística descriptiva y análisis de correlación canónica con el paquete estadístico SAS. En el inicio del periodo reproductivo, las hembras pesaron 975.9 ± 405 g y midieron de longitud hocico-cloaca 27.9 ± 3.4 cm, la masa relativa de nidada fue de $36.3 \pm 7.1\%$, con tamaño de 23.5 huevos, de los cuales eclosionaron 64.8%; las crías pesaron 12.5 ± 2.3 g. La duración de proestro, estro y gestación fue de 85, 36.2 y 59.7 días, respectivamente. El peso de las hembras al inicio de la etapa reproductiva, la longitud hocico-cloaca y el total se correlacionaron canónicamente ($r = 0.69$, $r = 0.64$ y $r = 0.64$) con el número y peso de las crías eclosionadas, lo que indica la importancia del manejo de las hembras antes del periodo reproductivo.

Palabras clave: ANÁLISIS REPRODUCTIVO, HEMBRAS, MANEJO, *IGUANA IGUANA*.

Recibido el 30 de noviembre de 2009 y aceptado el 3 de agosto de 2010.

*Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Licenciatura en Zootecnia, Ciudad Universitaria, Puerto Escondido, 71980, Apartado Postal 208, Mixtepec, Juquila, Oaxaca, México.

**Departamento de Producción Agrícola y Animal, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Calzada del hueso 1100, Villa Quietud, 04960, México, D. F.

***Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados, km. 36.5, Carretera México-Texcoco, 56230, Estado de México, México.

†Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 4 sur 104, Centro Histórico, 72000, Puebla, Puebla, México.

Correspondencia: José Luis Arcos-García, Teléfono: (954) 5 82 49 95, Correo electrónico: jarcos@zicatela.umar.mx o arcoss@colpos.colpos.mx

Introduction

The green iguana (*Iguana iguana*) is a member of the reptile family Iguanidae, found from Mexico to the Tropic of Capricorn, in Paraguay, and southeastern Brazil, the Caribbean Islands, Pacific and Caribbean.^{1,4} In Mexico, it is found from Sinaloa to Chiapas on the Pacific slope, and from Veracruz to Quintana Roo on the Gulf side.^{3,5-7} However, these iguanids have declined throughout their natural range⁸⁻¹⁰ because they are a source of protein for human populations and are also attributed with medicinal qualities.^{11,12} That is why studies and programs are being conducted to restore populations to prevent their extinction.^{13,14} However, in Oaxaca, Mexico, many female reproductive traits and their products are unknown, such knowledge bases will contribute to get to know the female reproductive variables that affect their offspring in captivity. According to the above, this paper analyzes the reproductive traits in the female green iguana (*Iguana iguana*), which affect their offspring, in a unit of management and sustainable use in Oaxaca, in captivity conditions.

Material and methods

This research was conducted at the Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas of the Universidad del Mar, at km 128.1 of the Carretera Federal 200, Pinotepa Nacional-Puerto Escondido, Bajos de Chila, Mixtepec Juquila, Oaxaca, Mexico. Demarcated at 15° 55' 23.01" N and 97° 09' 05" W, elevation 12 masl. AWO, the average temperature of the coldest month is above 18° C and rainfall range of 731.9 to 2054 mm.¹⁵

One hundred and thirty seven female iguanas from one to ten years of age were used, with a live weight range of 119.5 to 1 920.0 g, born in captivity and distributed according to age, in cages with an area of 30 m² covered with mesh screening and cement floor. Shade was provided by trees located in and around the cages.

The nutritional management was the same for all females, who had free access to food meal of commercial concentrate: for rabbit, with 18.5% crude protein (CP), 58.6% neutral detergent fiber (NDF) and 93.5% dry matter (DM) for laying hens (16.0% CP, 56.8% NDF and 92% DM) and chickens, 14.9% CP, 58.3% NDF and 94% DM. Plants were also provided, such as flowers (*Tulipa gesneriana*, 16.2% CP, 54.1% NDF and 18.9% DM) and "frijolillo" (*Desmodium intortum*) with 19.7% CP, 41.9% NDF and 22.8% DM. Water was supplied in tanks of 40 × 60 × 30 cm wide, long and deep. Both water and food were provided every day by 8:00 am with free access.

Introducción

La iguana verde (*Iguana iguana*) es un reptil de la familia Iguanidae, se distribuye desde México hasta el Trópico de Capricornio, en Paraguay, y el sureste de Brasil, en las islas del Caribe, del Pacífico y Antillas.^{1,4} En México se encuentra desde Sinaloa hasta Chiapas en la vertiente del Pacífico, y desde Veracruz hasta Quintana Roo en la vertiente del Golfo.^{3,5-7} A pesar de ello, estos iguanidos han disminuido en toda su distribución natural⁸⁻¹⁰ porque constituyen una fuente de proteína para la población humana y además se les atribuyen cualidades medicinales.^{11,12} Por ello se están llevando a cabo programas y estudios de desarrollo para restaurar las poblaciones y evitar su extinción.^{13,14} Sin embargo, en Oaxaca, México, se desconocen en gran medida las variables reproductivas de las hembras y sus productos, dicho conocimiento contribuirá con las bases para conocer las variables reproductivas de las hembras, que afectan a sus crías en condiciones de cautiverio. De acuerdo con lo anterior, este trabajo analiza las variables reproductivas en las hembras de la iguana verde (*Iguana iguana*), que afectan a sus crías, en una unidad de manejo y aprovechamiento sustentable en Oaxaca, en condiciones de cautiverio.

Material y métodos

La presente investigación se realizó en el Centro de Conservación y Reproducción de Iguanas de la Universidad del Mar, en el kilómetro 128.1 de la Carretera Federal 200, Pinotepa Nacional-Puerto Escondido, Bajos de Chila, Mixtepec Juquila, Oaxaca, México. Delimitada a 15° 55' 23.1" N y 97° 09' 05" O, con elevación de 12 msnm. En clima AWO, la temperatura media del mes más frío es superior a 18°C y con rango de precipitación pluvial de 731.9 a 2 054 mm.¹⁵

Se utilizaron 137 iguanas hembras de uno a diez años de edad, con rango de peso vivo de 119.5 a 1 920.0 g, nacidas en cautiverio y distribuidas, de acuerdo con la edad, en jaulas con área de 30 m², cubiertas con malla de criba y piso de cemento. La sombra se proporcionó por medio de árboles situados dentro de las jaulas.

El manejo nutricional fue el mismo para todas las hembras, quienes tuvieron libre acceso a la comida a base de alimento concentrado de tipo comercial: para conejo, con 18.5% de proteína cruda (PC), 58.6% de fibra detergente neutro (FDN) y 93.5% de materia seca (MS); para gallina de postura (16.0% de PC, 56.8% de FDN y 92% de MS); y para pollos, con 14.9% de PC, 58.3% de FDN y 94% de MS. También se les proporcionaron vegetales, como flor de tulipán (*Tulipa gesneriana*, 16.2% de PC, 54.1% FDN y 18.9%

The iguanas were evaluated for six consecutive years considering their reproductive cycle and some previous studies in the management unit.¹⁶⁻¹⁸ Females were identified, observed and daily reproductive activity, during periods of proestrus, estrus and pregnancy from 8:00 to 18:00 h, were recorded.^{18,19} In the stage of oviposition, eggs were incubated in styrofoam boxes of 40 × 40 cm/50 cm in height. Inside the boxes, wet sand (10 cm thick) was used as substrate incubation, the interior temperature of the boxes ranged from 28 to 34°C with a relative humidity of 65%-85%. The eggs, were marked, weighed and measured, and were reviewed daily until hatching.²⁰ During the hatching period, the chicks were weighed and measured according to the management system used by Arcos and Lopez.²¹

For the global analysis of the results, descriptive statistics and canonical analysis were used according to the age of the females, along with the SAS statistical package.²² Where linear functions were obtained which produce the maximum possible correlation, in other words, the canonical variables were females1, eggs1, females2 and eggs2.

Results

In the period of proestrus female *Iguana iguana* showed an average live weight of 975 g (570.9 to 1 380.5 g), snout-vent length of 27.9 ± 3.4 cm, head length of 5.0 ± 0.7 cm. This period lasted 85 ± 17 d. Of all females tested, 78.4% showed estrus activity with a duration of intercourse of 5.8 ± 1.6 min. The mating period for females was 36.2 ± 8.1 d. Of females that mated, 83.4% were pregnant. After hatching, the females lost 29.1% of their initial weight of the proestrus stage and mortality in the laying stage was 1.9 ± 0.2%. The gestation period lasted 59.7 ± 18.4 d (Table 1).

The variables of the eggs showed that relative clutch mass (RCM) averaged 36.3 ± 7.1%, exceeding the rate of weight loss of females at hatching; clutch size of 23.5 eggs (15.1 to 31.9), weight total eggs 401.8 ± 171.3 g, weight and mean egg width of 18.3 g 2.6 ± 0.2 g, respectively (Table 1).

The incubation period lasted 78.2 ± 10 days. Of the total eggs laid, 53.2% hatched, but the percentage of incubated eggs hatched that gave rise to offspring was 64.8, with a birth weight of 12.5 ± 2.3 g and snout-vent length of 7.0 cm (Table 1).

In general, the variables of females in proestrus were positively correlated with the variables of the eggs (Table 2); the iguanas live weight was positively correlated with the total weight of eggs laid ($r = 0.74$), snout-vent length to the total weight of eggs ($r = 0.79$), the total length of females to the total weight of eggs ($r = 0.69$), and head length to the total weight of eggs (r

de MS) y frijolillo (*Desmodium infortunatum*) con 19.7% de PC, 41.9% de FDN y 22.8% de MS. Se suministró agua en estanques de 40 × 60 × 30 cm de ancho, largo y profundo. Tanto el agua como la alimentación se ofrecieron todos los días por la mañana a las 08:00 h a libre acceso.

Las iguanas se evaluaron durante seis años consecutivos considerando su ciclo reproductivo y algunos estudios previos en la unidad de manejo.¹⁶⁻¹⁸ Se identificó a las hembras, se observó y registró diariamente la actividad reproductiva en los periodos de proestro, estro y gestación de 8:00 a 18:00 h.^{18,19} En la etapa de ovoposición de las hembras, los huevos se incubaron en cajas de unicel de 40 × 40 cm, por 50 cm de altura. En el interior de las cajas se utilizó arena húmeda (10 cm de espesor) como sustrato de incubación, la temperatura dentro de ellas fluctuó de 28° a 34°C, con humedad relativa de 65% a 85%. Los huevos, identificados, pesados y medidos, se revisaron todos los días hasta la eclosión.²⁰ En el periodo de eclosión, las crías se pesaron y midieron de acuerdo con el manejo utilizado por Arcos y López.²¹

Para el análisis global de los resultados se utilizó estadística descriptiva y análisis de correlación canónica por edad de las hembras, con el paquete estadístico SAS.²² Donde se obtuvieron las funciones lineales que producen la máxima correlación posible, es decir las variables canónicas hembras1, huevos1, hembras2 y huevos2.

Resultados

En el periodo de proestro las hembras de *Iguana iguana* mostraron un peso vivo promedio de 975 g (570.9 a 1 380.5 g), longitud hocico-cloaca de 27.9 ± 3.4 cm, longitud de la cabeza de 5.0 ± 0.7 cm. Este periodo duró 85 ± 17 d. Del total de hembras evaluadas, 78.4% presentaron actividad de estro con duración de cópula de 5.8 ± 1.6 min. El periodo de celo de las hembras fue de 36.2 ± 8.1 d. De las hembras que copularon, 83.4% quedaron gestantes. Después de la eclosión, las hembras perdieron 29.1% del peso inicial de la etapa de proestro y la mortalidad en la etapa de postura fue de 1.9 ± 0.2%. El periodo de gestación duró 59.7 ± 18.4 d (Cuadro 1).

Las variables de los huevos mostraron que la masa relativa de nidada (MRN) promedio fue 36.3 ± 7.1%, superior al porcentaje de pérdida de peso de las hembras en la eclosión; tamaño de nidada de 23.5 huevos (15.1 a 31.9), con peso total de huevos de 401.8 ± 171.3 g, peso y ancho promedio de huevos de 18.3 g y 2.6 ± 0.2 g, respectivamente (Cuadro 1).

El periodo de incubación duró 78.2 ± 10 días. Del total de huevos puestos, eclosionó 53.2%; sin embargo, el porcentaje de eclosión de los huevos incubados

= 0.73). Body weight of females at the end of gestation (BWFG) correlated positively with the total weight of eggs laid ($r = 0.92$) and total number of eggs ($r = 0.82$). The live weight of the females after laying eggs was positively correlated with the total number of eggs ($r = 0.73$) and total egg weight ($r = 0.78$).

The first canonical correlation females1 and eggs1 was significant ($P < 0.001$) to 1.0 ($r^2 = 99.0$) (Table 3). In the original variables of female and female1 canonical variable, it appears that the BWFG has the highest correlation ($r = 0.93$), followed by snout-vent length of proestrus ($r = 0.79$) and body weight after oviposition ($r = 0.78$). As for the original variables of eggs and their eggs1, canonical variable, the total weight of eggs laid has the highest canonical correlation ($r = 1.0$), together with the total eggs laid ($r = 0.84$). The cross correlation between the original variables of female and eggs1 the canonical variable shows that the BWFG has the highest correlation ($r = 0.92$), followed by snout-vent length of proestrus ($r = 0.79$) and body weight after of oviposition ($r = 0.78$). The cross-correlation between original variables of eggs and female1 canonical variable, shows the highest correlation weight ($r = 1.0$) and total number of eggs ($r = 0.84$).

The second canonical correlation females2 and eggs2 was significant ($P < 0.001$), with 0.97 ($r^2 = 0.97$)

que dieron origen a crías fue de 64.8, con peso al nacimiento de 12.5 ± 2.3 g y longitud hocico-cloaca de 7.0 cm (Cuadro 1).

En general, las variables de las hembras en proestro se correlacionan positivamente con las variables de los huevos (Cuadro 2); el peso vivo de las iguanas se correlaciona positivamente con el peso total de huevos depositados ($r = 0.74$), la longitud hocico-cloaca con el peso total de huevos ($r = 0.79$), la longitud total de las hembras con el peso total de huevos ($r = 0.69$), y la longitud de la cabeza con el peso total de huevos ($r = 0.73$). El peso vivo de las hembras al final de la gestación (PVFG) se correlaciona positivamente con el peso total de huevos puestos ($r = 0.92$) y número total de huevos ($r = 0.82$). El peso vivo de las hembras después de la puesta de huevos se correlaciona positivamente con el número total de huevos ($r = 0.73$) y peso total de huevos ($r = 0.78$).

La primera correlación canónica hembras1 y huevos1 fue significativa ($P < 0.001$) con 1.0 ($r^2 = 99.0$) (Cuadro 3). En las variables originales de las hembras y su variable canónica hembras1, se observa que el PVFG tiene la correlación más alta ($r = 0.93$), seguida de la longitud hocico-cloaca de proestro ($r = 0.79$) y peso vivo después de la ovoposición ($r = 0.78$). En cuanto a las variables originales de los huevos y

Cuadro 1

PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR (DE) DE LAS VARIABLES DE LAS HEMBRAS DE IGUANA VERDE (*Iguana iguana*), MANTENIDAS EN CAUTIVERIO, SUS HUEVOS Y CRÍAS

AVERAGE AND STANDARD DEVIATION (SD) OF FEMALE VARIABLES, THEIR EGGS AND OFFSPRING OF THE GREEN IGUANA (*Iguana iguana*) KEPT IN CAPTIVITY

<i>Female variables</i>	<i>Average</i>	<i>SD</i>	<i>Variables of eggs</i>	<i>Average</i>	<i>SD</i>
Proestrus period (d)	85.0	17.0	Relative mass of the brood(%)	36.3	7.1
Age in proestrus (years)	4.6	1.7	Total egg weight (g)	401.8	171.3
Live weight in proestrus (g)	975.9	405.0	Eggs hatched	19.3	8.0
Snout-vent length in proestrus (cm)	27.9	3.4	Eggs not hatched	3.2	5.6
Total length in proestrus (cm)	82.5	16.8	Damaged eggs	1.6	4.6
Head length in proestrus (cm)	5.0	0.7	Total eggs	23.5	8.4
Mating duration (min)	5.8	1.6	Average weight of eggs (g)	18.3	1.6
Live weight at end of gestation (g)	1094.0	410.1	Egg length (cm)	4.3	0.2
Mating period (d)	36.2	8.1	Egg width (cm)	2.6	0.2
Live weight after laying eggs (g)	692.1	262.0	Incubation period (d)	78.2	10.0
Gestation period (d)	59.7	18.4			
Dead females	1.9	0.2	<i>Variables of offspring</i>		
Total reproducing females (%)	78.4	23.5	Number of hatched offspring	12.5	7.7
Pregnant females in relation to reproductive (%)	83.4	13.8	Weight (g)	12.5	2.3
			Snout-vent length (cm)	7.0	0.4
			Total length (cm)	25.8	1.6
			Head length (cm)	1.7	0.1

Cuadro 2

CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES DE LAS HEMBRAS, HUEVOS Y CRÍAS DE IGUANA VERDE (*Iguana iguana*) MANTENIDA EN CAUTIVERIO

CORRELATION BETWEEN FEMALE VARIABLES, THEIR EGGS AND OFFSPRING OF THE GREEN IGUANA (*Iguana iguana*) IN CAPTIVITY

Variable	Variables of eggs								
	RCM	TW	NEH	NENH	NDE	CS	AW	L	W
<i>Females</i>									
AFP	0.25	0.59	0.48	-0.06	0.03	0.46	0.05	0.11	0.48
LWFP	0.10	0.74	0.57	0.11	0.15	0.59	0.25	0.10	0.60
SNFP	0.12	0.79	0.57	0.23	0.16	0.73	0.17	-0.07	0.61
TLFP	0.24	0.69	0.61	0.16	-0.04	0.63	0.11	-0.11	0.46
HLFP	0.16	0.73	0.55	0.24	0.05	0.65	0.17	0.03	0.50
DI	0.08	0.16	0.10	-0.04	0.02	0.11	-0.02	0.13	0.05
LWBO	0.17	0.92	0.64	0.27	0.13	0.82	0.16	-0.02	0.62
LWAO	-0.08	0.78	0.49	0.25	0.18	0.73	0.08	0.002	0.55
DF	0.17	0.32	0.25	0.13	0.09	0.36	0.03	-0.23	0.26
<i>Eggs</i>									
		<i>Variables of the offspring</i>							
		HOY	AWY	SVY	TLY	HLY			
RCM		0.38	0.21	0.24	0.25	0.24			
TW		0.45	0.66	0.38	0.49	0.46			
NEH		0.68	0.41	0.31	0.36	0.37			
NENH		-0.24	0.07	0.02	0.02	0.06			
NDE		-0.16	0.12	-0.09	-0.02	-0.07			
CS		0.43	0.50	0.26	0.36	0.35			
AW		0.36	0.68	0.53	0.60	0.50			
L		-0.03	0.42	0.39	0.37	0.30			
W		0.31	0.74	0.54	0.64	0.54			
<i>Females</i>									
		<i>Variables of the offspring</i>							
		HOY	AWY	SVY	TLY	HLY			
AFP		0.27	0.47	0.30	0.36	0.35			
LWFP		0.43	0.61	0.34	0.50	0.46			
SNFP		0.36	0.61	0.39	0.54	0.52			
TLFP		0.49	0.39	0.16	0.34	0.21			
HLFP		0.30	0.65	0.35	0.50	0.52			
DI		0.24	0.15	0.05	0.14	0.15			
LWBO		0.30	0.61	0.29	0.45	0.44			
LWAO		0.22	0.56	0.25	0.40	0.39			
DF		-0.02	0.17	0.10	0.12	0.01			

Variables of females in proestrus (FP): AFP, age; LWFP, live weight; SVFP, snout-vent; TLFP, total length; HLFP, head length; DI, duration of intercourse; LWBO, live weight before oviposition; LWAO, live weight after oviposition; DF, dead females. Variables of eggs: RCM, relative clutch mass; TW, total weight; NEH, number of eggs hatched; NENH, number of eggs not hatched; NDE, number of damaged eggs; CS, clutch size; AW, average weight; L, Long; W, wide. Variables in the young (Y): HOY, hatched offspring; AWY, average weight; SVY, snout-vent; TLY, total length; HLY, head length.

Cuadro 3

CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES DE LAS HEMBRAS, HUEVOS Y CRÍAS Y SUS VARIABLES CANÓNICAS DE *Iguana iguana*
 CORRELATION BETWEEN THE VARIABLES OF FEMALES ,THEIR EGGS, OFFSPRING AND THEIR CANONICAL VARIABLES OF *Iguana iguana*

Original Variables	Canonical variables				
	Females1 ^{a, I}	Females2 ^{b, I}	Eggs1 ^a	Eggs2 ^b	Offspring 1
<i>Females</i>					
AFP	0.59	0.03	0.59	0.02	0.45
LWFP	0.74	0.33	0.74	0.32	0.69
SNFP	0.79	0.35	0.79	0.34	0.64
TLFP	0.69	0.13	0.69	0.13	0.64
HLFP	0.73	0.26	0.73	0.25	0.63
DI	0.16	-0.003	0.16	-0.003	0.30
LWBO	0.93	0.39	0.92	0.38	0.61
LWAO	0.78	0.62	0.78	0.60	0.53
DF	0.32	-0.02	0.32	-0.02	0.07
<i>Eggs</i>					
	Eggs1 ^{c, II}	Eggs2 ^{II}	Females1	Females2	Offspring ^c
RCM	0.53	-0.82	0.53	-0.80	0.32
TW	1.00	-0.00	1.00	-0.00	0.72
NEH	0.77	-0.18	0.77	-0.17	0.59
NENH	0.27	0.07	0.27	0.06	0.03
NDE	0.03	0.26	0.03	0.25	0.05
CS	0.84	0.11	0.84	0.11	0.58
AW	0.26	-0.18	0.26	-0.17	0.71
L	-0.06	0.11	-0.06	0.11	0.34
W	0.65	0.06	0.65	0.05	0.75
<i>Offspring</i>					
	Offspring1 ^{d, III}		Eggs1		Females1 ^d
HOY	0.56		0.47		0.64
AWY	0.93		0.77		0.62
SVY	0.68		0.56		0.39
TLY	0.79		0.65		0.58
HLY	0.69		0.57		0.55

Variables of females in proestrus (FP): AFP, age; LWFP, live weight; SVFP, snout-vent; TLFP, total length; HLFP, head length; DI, duration of intercourse; LWBO, live weight before oviposition; LWAO, live weight after oviposition; DF, dead females. Variables of eggs: RCM, relative clutch mass; TW, total weight; NEH, number of eggs hatched; NENH, number of eggs hatched; NDE, number of damaged eggs; CS, clutch size; AW, average weight; L, Long; W, wide. Variables in the young (Y): HOY, hatched offspring; AWY, average weight; SVY, snout-vent; TLY, total length; HLY, head length. ^aFirst canonical correlation to 1, $r^2 = 99.0$ ($P < 0.001$). ^bSecond canonical correlation 0.97, $r^2 = 0.97$ ($P < 0.001$). ^IThe females canonical variable explains 43.4% of standardized variance of the original variables of the eggs. ^cFirst canonical correlation 0.8, $r^2 = 0.83$ ($P < 0.01$). ^{II}The eggs canonical variable explains 68.8% of standardized variance of the original variables of the offspring. ^dFirst canonical correlation 0.82, $r^2 = 0.85$ ($P < 0.001$). Females1 canonical variables, eggs1, females2, eggs2. ^{III}The canonical variable explains 73.1% reproductive females of the standardized variance of the original variables of the offspring.

(Table 3). As for the original variables of female and female2 canonical variable, body weight after oviposition has the highest correlation ($r = 0.62$). The original variables and the eggs and eggs2 canonical variable, show that the RCM is negatively correlated

su variable canónica huevos1, el peso total de huevos puestos presenta la mayor correlación canónica ($r = 1.0$), junto con el total de huevos puestos ($r = 0.84$). La correlación cruzada entre las variables originales de las hembras y la variable canónica huevos1, muestra que el

($r = -0.82$). The cross correlation between the original variables of females and eggs2 canonical variable indicates that the live weight after oviposition has the highest correlation ($r = 0.60$). The cross-correlation between original variables of eggs and female2 canonical variable, suggests a negative correlation of the RCM ($r = -0.80$). The female canonical variable explains 43.4% of the standardized variance of the original variables in the productivity of the eggs analyzed.

There is a positive correlation between the original variables of the eggs and hatchlings variables (Table 2), the total weight of eggs laid is correlated with the weight of the offspring ($r = 0.66$), the number of eggs laid, with the number hatched ($r = 0.68$), the average weight of eggs, with the weight of the offspring ($r = 0.68$) and total length ($r = 0.60$), the width of eggs is correlated with the weight of the offspring ($r = 0.74$) and total length ($r = 0.64$).

The canonical correlation eggs1 and offspring1 was significant ($P < 0.01$) 0.8 (r^2 (Table 3). The variables of the offspring and their canonical variable offspring1 indicate that the weight of the offspring has the highest correlation ($r = 0.93$), followed by the total length ($r = 0.78$). The cross-correlation between original variables of eggs and hatched1 canonical variable shows that the width of the eggs is higher ($r = 0.75$) than the total weight of eggs ($r = 0.72$). The cross-correlation of the original variables of the offspring and eggs1 canonical variable indicates that the weight of the offspring has more influence ($r = 0.77$) than the total length of offspring ($r = 0.65$). The canonical variable relating to eggs explains 68.8% of the standardized variance of the original variables of the offspring.

The original variables of females correlated with the variables of the offspring (Table 2) indicate that the weight of the offspring is positively correlated with the variables of the females, as the head length ($r = 0.65$), snout-vent ($r = 0.61$), BWFG ($r = 0.61$) and body weight of proestrus ($r = 0.61$). The canonical correlation females1 and offspring1 is significant ($P < 0.001$) to 0.82 ($r^2 = 0.85$). The cross correlation between the original variables of female and offspring1 variables shows that the weight before proestrus is higher ($r = 0.69$), followed by snout-vent length of females ($r = 0.64$) and total length females before the breeding period ($r = 0.64$). The cross-correlation between original variables of offspring and the variable female1 shows that the number born is higher ($r = 0.64$), followed by the weight of the offspring ($r = 0.62$). The canonical variable females1 explains 73.1% of the standardized variance of the original variables of the offspring.

PVFG tiene la correlación más alta ($r = 0.92$), seguida por la longitud hocico-cloaca del proestro ($r = 0.79$) y el peso vivo después de la ovoposición ($r = 0.78$). La correlación cruzada entre las variables originales de los huevos y la variable canónica hembras1, muestra la correlación más alta en el peso ($r = 1.0$) y número total de huevos ($r = 0.84$).

La segunda correlación canónica hembras2 y huevos2 fue significativa ($P < 0.001$), con 0.97 ($r^2 = 0.97$) (Cuadro 3). En cuanto a las variables originales de las hembras y su variable canónica hembras2, el peso vivo después de la ovoposición tiene la correlación más alta ($r = 0.62$). Las variables originales de los huevos y su variable canónica huevos2, muestran que la MRN se correlaciona negativamente ($r = -0.82$). La correlación cruzada entre las variables originales de las hembras y la variable canónica huevos2, indica que el peso vivo después de la ovoposición tiene la correlación más alta ($r = 0.60$). La correlación cruzada entre las variables originales de los huevos y la variable canónica hembras2, sugiere correlación negativa de la MRN ($r = -0.80$). La variable canónica hembras explica 43.4% de la varianza estandarizada de las variables originales de la productividad de los huevos analizados.

Existe correlación positiva entre las variables originales de los huevos y las variables de las crías (Cuadro 2), el peso total de huevos puestos se correlaciona con el peso de las crías ($r = 0.66$); el número de huevos incubados, con el número de crías eclosionadas ($r = 0.68$); el peso promedio de los huevos, con el peso de las crías ($r = 0.68$) y su longitud total ($r = 0.60$); el ancho de huevos se correlaciona con el peso de las crías ($r = 0.74$) y la longitud total ($r = 0.64$).

La correlación canónica huevos1 y crías1 fue significativa ($P < 0.01$), con 0.8 ($r^2 = 0.83$) (Cuadro 3). Las variables de las crías y su variable canónica crías1 indican que el peso de las crías tiene la correlación más alta ($r = 0.93$), seguida de la longitud total ($r = 0.78$). La correlación cruzada entre las variables originales de los huevos y la variable canónica crías1, muestra que el ancho de los huevos es superior ($r = 0.75$) al peso total de huevos ($r = 0.72$). La correlación cruzada de las variables originales de las crías y la variable canónica huevos1 indica que el peso de las crías influye más ($r = 0.77$) que la longitud total de las crías ($r = 0.65$). La variable canónica referente a los huevos explica 68.8% de la varianza estandarizada de las variables originales de las crías.

Las variables originales de las hembras correlacionadas con las variables de las crías (Cuadro 2) indican que el peso de las crías se correlaciona positivamente con las variables de las hembras, como la longitud de la cabeza ($r = 0.65$), longitud hocico-cloaca ($r = 0.61$), PVFG ($r = 0.61$) y peso vivo del proestro ($r = 0.61$). La correlación canónica hembras1

Discussion

The variables of proestrus in the female *Iguana iguana*, such as growth and weight are important, since reptiles grow throughout their life;²³ this is confirmed to be a major characteristic reported by Pinacho,¹⁸ who used the same females in a similar experiment under the same conditions, but using females with a maximum age of 7.5 years. However, the iguanas of this study were smaller than green iguanas captured in Michoacan, Panama, Nicaragua¹⁶ and Florida,²⁴ (31.5 ± 3.9 cm) in terms of wildlife and without management, which recorded the weight and snout-vent length and reproductive variables. The mating period was similar to another study in captivity *Iguana iguana*,¹⁸ indicating that the deposition of semen into the female reproductive tract is rapid.

Body weight of females at the end of gestation has a significant impact on the total weight of eggs laid, even the weight of females at the beginning of the estrus cycle may indicate the optimal time of breeding, as in domestic species, where body condition is used.¹⁸

Snout-vent length of females during proestrus influences the total weight of eggs, because iguanas' longitudinal growth is faster than the weight gain during the first five years of age;²⁵ this study had many iguanas less than five years old, and in the same way, the length of the iguanas is influenced by environmental conditions, nutrition and management system.^{26,27}

In relation to the weight of the iguanas at the beginning of proestrus, poor energy storage for reproductive processes can lead to improper development of offspring and unfertilized eggs,²⁸ which are distinguished by having soft shells.²⁹

It is believed that infertile eggs deposited by leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) have this characteristic which functions as a distraction from predators, provides thermal protection and prevention of nest collapse; soft shells enable gas exchange and prevent deformation of embryos.^{30,31} Elsewhere under controlled conditions, it is mentioned that the infertile eggs of the black lizard (*Ctenosaura pectinata*), remaining in artificial nests, occasionally cause contamination and spoilage of fertile eggs,²¹ indicating that the infertile eggs of the *Iguana iguana* did not have many advantages of adaptation; it does, however, represent a reproductive disadvantage because it reduces the number of offspring at birth.

Although the duration of intercourse is not correlated with the variables of the eggs, the mating process is important for the physiology of reproduction; it is wise to observe that reproductive system of female iguanas is divided and the female copulates on both sides of the reproductive tract^{21,32} as this may affect fertilization and egg development. It is recommended

y crías es significativa ($P < 0.001$) con 0.82 ($r^2 = 0.85$). La correlación cruzada entre las variables originales de las hembras y las variables crías muestra que el peso vivo antes del proestro es superior ($r = 0.69$), seguido por la longitud hocico-cloaca de las hembras ($r = 0.64$) y la longitud total de hembras antes del periodo reproductivo ($r = 0.64$). La correlación cruzada entre las variables originales de crías y la variable hembras muestra que el número de crías nacidas es superior ($r = 0.64$), seguido por el peso de las crías ($r = 0.62$). La variable canónica hembras explica 73.1% de la varianza estandarizada de las variables originales de las crías.

Discusión

Las variables del proestro en las hembras de *Iguana iguana*, como crecimiento y peso, son importantes puesto que los reptiles crecen durante toda su vida;²³ esto se corroboró al resultar mayores las características de lo informado por Pinacho,¹⁸ quien utilizó las mismas hembras en un experimento similar, bajo las mismas condiciones, pero usando hembras con edad máxima de 7.5 años. A pesar de ello, las iguanas del presente estudio fueron más pequeñas que las iguanas verdes capturadas en Michoacán, Panamá, Nicaragua¹⁶ y Florida,²⁴ (31.5 ± 3.9 cm) en condiciones de vida silvestre y sin manejo, donde se registró el peso y la longitud hocico-cloaca y algunas variables reproductivas. El periodo de cópula fue similar con otro estudio en cautiverio con *Iguana iguana*,¹⁸ lo que indica que la deposición del semen hacia el aparato reproductivo de las hembras es rápido.

El peso vivo de las hembras al final de la gestación influye de manera importante en el peso total de huevos depositados, incluso el peso de las hembras al inicio del ciclo estral puede ser indicativo del momento óptimo de servicio, como en las especies domésticas, donde se utiliza la condición corporal.¹⁸

La longitud hocico-cloaca de las hembras durante el proestro influye en el peso total de huevos, pues el crecimiento longitudinal en iguanas es más acelerado que la ganancia de peso hasta los cinco años de edad;²⁵ en este estudio la mayor cantidad de iguanas tuvo edad menor a cinco años, de la misma manera en la longitud de las iguanas influyen las condiciones ambientales, la nutrición y el sistema de manejo.^{26,27}

En relación con el peso de las iguanas al inicio del proestro, la deficiente acumulación de energía para los procesos reproductivos puede ocasionar un inadecuado desarrollo de crías y huevos infértiles,²⁸ los cuales se distinguen por poseer cáscara suave.²⁹

Se cree que los huevos infértiles depositados por tortugas baula (*Dermochelys coriacea*) tienen como función la distracción contra depredadores, amortiguamiento

to take into account the nutrient consumption of iguanas in the wild, in order to provide adequate food in the gestation period in captivity³³ and maintain the development of eggs in the abdominal cavity.

Hatching success was lower than that recorded by Alvarado *et al.*,¹⁶ and the low hatching rate may be due to some bad eggs which were calcified, although a few clutches (5%) in the present study recorded 100% hatching success in nests with good calcification. Other possible causes are the temperature and relative humidity of incubation, since the temperature used in the management unit was higher than suggested, which is close to 30°C.²⁹

In this study, the average weight of breeding iguanas in captivity was less than in other iguana studies of the same species in the wild;¹⁶ In spite of this, the average weight of eggs laid was higher in captive iguanas, which is suggested as possible causes of mortality in captive iguanas at the time of oviposition. However, clutch size was higher in wild iguanas in Colombia, with 29.4 eggs.³⁴

The clutch size increases in direct relation to body size of the mother,³⁵⁻³⁷ and is limited by the length of the abdominal cavity.³⁵ There are studies that contradict this,^{16,18,29} possibly because there are fast-growing iguanas,³⁸ whose size does not coincide with chronological age,³⁹ and can cause a reduction in number of eggs in primiparous females in relation to multiparous females, as in domestic species.⁴⁰

Information similar to this study suggests that the average weight of eggs does not correlate with the size or the weight of the female.^{14,19,35,41} Pinacho¹⁸ found that female age is directly proportional to the number of eggs hatched, however, there is greater correlation between the weight before oviposition and the total length of the iguanas, for the number of eggs hatched.

The clutch size⁴² is an important parameter in the reproductive strategy, it is used as a measure of reproductive effort, which represents the fraction of the total energy of the female-oriented play.^{43,44} Vitt and Congdon⁴³ reported that the RCM corresponds to the percentage of the weight of the brood in relation to the combined weight of mother and brood. Rand³⁵ recorded a value of 30.3% of RCM for a population of green iguanas in a humid habitat, while Fitch and Henderson⁴¹ exhibited that the relative clutch weight is about 22% of the primiparous mother's body and increases to almost 28% in multiparous iguanas.

It is known that the relative reproductive effort in a species must increase with age, to the extent that an older animal will have to exert more for future reproductions.⁴⁵ Although in this study the results were different, as the RCM decreases with increasing live weight after oviposition. It is suggested to evaluate the nutritional management before proestrus, estrus and

termal y prevención de derrumbes en los nidos; ello permite el intercambio gaseoso y previene la deformación de embriones.^{30,31} En otro trabajo en condiciones controladas, se menciona que los huevos infértiles de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), al permanecer en nidos artificiales, ocasionan que se contaminen y echen a perder los huevos incubados,²¹ lo que indica que los huevos infértiles de *Iguana iguana* no poseen grandes ventajas de adaptación, en cambio representan una desventaja reproductiva, ya que disminuye el número de crías al nacimiento.

Aunque la duración de la cópula no se correlaciona con las variables de los huevos, el proceso de apareamiento es importante para la fisiología de la reproducción; hay que vigilar que la hembra copule en ambos lados del aparato reproductor, ya que el aparato reproductivo de las hembras de iguanas es dividido^{21,32} y puede afectar la fecundación y desarrollo de los huevos. Se recomienda tomar en cuenta el consumo de nutrimentos de las iguanas en vida libre, con el fin de ofrecer una alimentación adecuada en el periodo de gestación en cautiverio,³³ y mantener el desarrollo de los huevos en la cavidad abdominal.

El éxito de eclosión fue menor que el registrado por Alvarado *et al.*,¹⁶ la baja tasa de eclosión tal vez se debió a que algunos huevos estaban mal calcificados, aunque en algunas nidadas (5%) del presente estudio se registró éxito de eclosión de 100% en los nidos con buen estado de calcificación. Otras posibles causas son la temperatura y la humedad relativa de incubación, ya que la temperatura utilizada en la unidad de manejo fue mayor a la sugerida, que es cercana a 30°C.²⁹

En este estudio, el peso promedio de iguanas reproductivas en cautiverio fue menor que en otros trabajos de iguanas de la misma especie en vida silvestre;¹⁶ a pesar de ello, el peso medio de los huevos depositados fue mayor en las iguanas en cautiverio, lo cual se sugiere como posible causa de mortalidad en las iguanas cautivas en el momento de la ovoposición. No obstante, el tamaño de nidada en iguanas silvestres fue mayor en Colombia, con 29.4 huevos.³⁴

El tamaño de nidada se incrementa en relación directa con el tamaño corporal de la madre,³⁵⁻³⁷ y se limita por el espacio de la cavidad abdominal.³⁵ Existen estudios que contradicen lo anterior,^{16,18,29} posiblemente porque hay iguanas con crecimiento rápido,³⁸ que no coincide con la edad cronológica,³⁹ y que puede ocasionar que la cantidad de óvulos liberados sea menor en las hembras de primera postura, en relación con hembras de más de una postura, así como en las especies domésticas.⁴⁰

Información similar al presente estudio sugiere que el peso promedio de huevos no se correlaciona con el tamaño ni con el peso de la hembra,^{14,19,35,41} Pinacho¹⁸ encontró que la edad de la hembra es directamente

in the maintenance of the pregnant uterus, and divide it into stages as in species of zootechnical interest,⁴⁶ to improve the reproductive parameters.

Egg width, total clutch weight and mean weight of eggs, impact on the weight and total length of the offspring, indicating the importance of selecting the eggs for hatching. Wiewandt⁴⁷ mentions that the result of depositing a few eggs of higher weight results in the production of fewer offspring, which has two important consequences: *a*) larger eggs have a lower ratio of surface area to volume and are less susceptible to desiccation, and *b*) the larger the brood born, the greater the diversity of plants which can be used as fodder, and are also probably less susceptible to predation.

Snout-vent length of the young offspring was similar to another study,⁸ but higher than in the offspring of Curacao and Colombia,¹⁶ which is related to egg size.

Body weight of females in proestrus period and their snout-vent length influence the number and weight of hatchlings. Pinacho¹⁸ described that as a female's age increased, so did the number of hatched offspring, also weight and snout-vent length of the hatchlings is higher in those from older females.

It was concluded in this study that relative clutch mass decreases as the iguanas get older. The weight of female green iguana (*Iguana Iguana*) at the start of the reproductive cycle in the stage of proestrus, is the most important variable as an indicator of reproductive efficiency of the species, which is reflected in clutch size and weight of offspring at birth, so it is essential to determine the optimal weight of females, for maximum production of offspring.

Acknowledgements

Special thanks to the Universidad del Mar for the facilities provided through the project number 2IE0805. The Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) of Mexico for their care and support for project number 91046, corresponding to the call for additional support to researchers in the consolidation process, SNI 1 January 2008.

Referencias

1. FITCH HS, HENDERSON RW, HILLS D. Exploitation of iguanas in Central America. In: BURGHARDT GM, RAND AS, editors. Iguanas of the world: Their behavior, ecology and conservation. Noyes, New Jersey: Park Ridge, 1982:397-417.
2. ETHERIDGE RE. Checklist of the iguanine and Malagasy iguanid lizards. In: BURGHARDT GM, RAND AS, editors. Iguanas of the world: Their behavior, ecology and conservation. Noyes, New Jersey: Park Ridge, 1982:7-37.

proporcional al número de huevos incubados; no obstante, existe mayor correlación entre el peso antes de la ovoposición y la longitud total de las iguanas, respecto de la cantidad de huevos incubados.

El tamaño de nidada⁴² es un parámetro importante en la estrategia reproductiva, se utiliza como medida de esfuerzo reproductivo, que representa la fracción de la energía total de las hembras, orientada a la reproducción.^{43,44} Vitt y Congdon⁴³ describieron que la MRN corresponde al porcentaje del peso de la nidada en relación con el peso combinado de madre y nidada. Rand³⁵ registró un valor de MRN de 30.3% para una población de iguana verde con hábitat húmedo, mientras que Fitch y Henderson⁴¹ expusieron que el peso relativo de nidada equivale aproximadamente a 22% del peso del cuerpo de la madre primeriza e incrementa hasta casi 28% en iguanas de varias posturas.

Se sabe que el esfuerzo reproductivo relativo en una especie debe incrementar con la edad, en la medida en que un animal envejece habrá mayor costo para futuras reproducciones;⁴⁵ Aunque en el presente estudio los resultados fueron diferentes, ya que la MRN disminuye conforme se incrementa el peso vivo después de la ovoposición. De acuerdo con lo anterior, se sugiere evaluar el manejo nutricional de las hembras antes del proestro, en el estro y en el mantenimiento del útero grávido, y dividirlo en etapas como en las especies de interés zootécnico,⁴⁶ para mejorar los parámetros reproductivos.

El ancho de huevo, peso total de nidada y peso medio de huevos, influyen en el peso y la longitud total de las crías, lo que indica la importancia de seleccionar los huevos que se destinarán a la incubación. Wiewandt⁴⁷ menciona que la consecuencia de depositar pocos huevos de mayor peso resulta en la producción de un número menor de crías; lo cual tiene dos consecuencias importantes: *a*) huevos más grandes, tienen menor relación superficie:volumen y son menos susceptibles a la desecación y, *b*) entre más grande nace la cría, mayor es la diversidad de plantas de las que se puede alimentar y probablemente es menos susceptible a la depredación.

La longitud hocico-cloaca de las crías fue similar a crías de otro estudio,⁸ pero mayor que en las crías de Curacao y Colombia,¹⁶ lo cual se relaciona con el tamaño del huevo.

El peso vivo de la hembra en periodo de proestro y su longitud hocico-cloaca influyen en el número y peso de las crías recién eclosionadas. Pinacho¹⁸ describió que conforme aumenta la edad de la hembra se incrementa el número de crías eclosionadas; asimismo, el peso y la longitud hocico-cloaca de las crías es mayor en aquellas que provienen de hembras de mayor edad.

3. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Little-known small animals with a promising economic future. Microlivestock. Washington DC: National Academy Press, 1991: 347-349.
4. CAVIGNAUX R. L'iguane vert (*Iguana iguana*) étude en milieu naturel et en captivité. Nouveaux Animaux de Compagnie. Prat Méd Chir Anim Comp 1996; 31: 341-356.
5. ALVARADO DJ, SUAZO OI, IBARRA L, ZAMORA R, RODRÍGUEZ G. La iguana verde. Conservación y utilización sostenible en la costa de Michoacán. Cienc Nueva Época 1993; XIX: 42-48.
6. DE QUEIROZ K. Checklist and key to the extant species of Mexican Iguanas (reptilia: Iguaninae). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México: Publicaciones Especiales del Museo de Zoología 1995; 9:1-48.
7. RAMÍREZ RJL. Comercialización de especies no tradicionales: el caso de la iguana verde (*Iguana iguana*). Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas de la Universidad Veracruzana. Rev Cienc Adm 2003; 1: 25-33.
8. HARRIS DM. The Phenology, Growth and Survival of the Green Iguana (*Iguana iguana*) in Northern Colombia. In: BURGHARDT GM, RAND AS, editors. Iguanas of the world: Their behavior, ecology and conservation. Noyes, New Jersey: Park Ridge, 1982:150-161.
9. FLORES-VILLELA O. Riqueza de los anfibios y reptiles. Rev Cienc 1993; 7:33-42.
10. SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. 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 de Lista de Especies en Riesgo. [serie en línea] 2001 [citado 2009 agosto 23]. Disponible en: URL:<http://www.ine.gob.mx/ueajei/norma59a.html>.
11. COOKE RG. Los hábitos alimentarios de los indígenas precolombianos de Panamá. Rev Med Panamá 1981; 6: 65-89.
12. KLEMENS WM, THORBJARNARSON J. Reptiles as a food source. Biodiversity and Conservation 1995; 4:281-298.
13. OJASTI J, DALLMEIER F. Manejo de Fauna Silvestre Neotropical. Washington DC: Smithsonian Institution Press. Smith Lithograph Corporation, 2000; SI/MAB 5:290.
14. WERNER DI. The Rational Use of Green Iguanas. In: ROBINSON JG, REDFORD KH, editors. Neotropical Wildlife Use and Conservation: The University of Chicago Press, 1991:181-201.
15. GARCÍA E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. México (DF): Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 1981.
16. ALVARADO J, IBARRA L, SUAZO I, RODRIGUEZ G, ZAMORA R. Reproductive Characteristics of a green

Se concluyó en el presente estudio que la masa relativa de nidada disminuye conforme las iguanas son más grandes. El peso de las hembras de iguana verde (*Iguana Iguana*) al inicio del ciclo reproductivo en la etapa de proestro, es la variable más importante como indicador de eficiencia reproductiva de la especie, lo que se refleja en tamaño de nidada y peso de las crías al nacer; por ello es primordial determinar el peso de óptimo de las hembras, para máxima producción de crías.

Agradecimientos

Se agradece a la Universidad del Mar las facilidades brindadas a través del proyecto número 2IE0805. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) de México por su atención y ayuda al proyecto número 91046, correspondiente a la convocatoria de apoyo complementario a investigadores en proceso de consolidación, SNI 1 2008.

-
- iguana (*Iguana iguana*) population of the west coast of Mexico. Southwest Naturalist 1995; 40: 234-237.
17. NÚÑEZ OJ, ROJAS AD, LÓPEZ-POZOS R, BARCENA GR, PLATA PF, ARCOS-GARCÍA JL. La edad y el comportamiento reproductivo de la iguana verde (*Iguana iguana*) en condiciones de cautiverio. Memorias de X Taller Nacional Sobre Manejo de Iguanas en cautiverio; 2007 mayo 23-25; Tuxtla Gutiérrez (Chiapas), México. Puerto Escondido, (Oaxaca) México: Dirección General de Vida Silvestre y Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007:95-101.
 18. PINACHO SB. Parámetros reproductivos de la iguana verde (*Iguana iguana*) en condiciones de cautiverio (tesis de licenciatura). Puerto Escondido (Oaxaca), México: Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, 2008.
 19. ALVARADO DJ, SUAZO OI. Las iguanas de México. Historia Natural y Conservación. Morelia (Michoacán), México: Ed. Laboratorio Tortuga Marina y Biología de la Conservación. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1996.
 20. ARCOS-GARCÍA JL, LÓPEZ-POZOS R, CAMACHO EMA, MENDOZA MGD. Parámetros reproductivos de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en condiciones de cautiverio. Memoria de VIII Reunión Nacional sobre Iguanas; 2005 mayo 19-21; Lázaro Cárdenas (Michoacán), México. CETMAR, Lázaro Cárdenas (Michoacán), México. Dirección General de Vida Silvestre y Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2005:41-49.
 21. ARCOS GJL, LÓPEZ PR. La iguana negra. Fundamentos de reproducción, nutrición y manejo. México DF: Optime impresos, 2009.
 22. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS, SAS User's Guide: Statistics (Release 8.02). Cary, NC, USA: SAS Inst., Inc., 2002.

23. POUGH FH. Lizard energetics and diet. *Ecology* 1973; 54:837-844.
24. MESHAKA JWE, SMITH HT, GOLDEN E, MOORE JA, FITCHETT S, COWAN EM *et al.* Green iguanas (*Iguana iguana*): the unintended consequence of sound wildlife management practices in a south Florida park. *Herpetological Conservation Biol* 2007; 2:149-156.
25. ROJAS AD, NÚÑEZ OJ, PINACHO SB, VALDEZ MF, LÓPEZ-POZOS R, ARCOS-GARCÍA JL. Crecimiento y presentación de la pubertad en iguana verde (*Iguana iguana*). Memoria de X Taller Nacional Sobre Manejo de Iguanas en cautiverio. 2007 mayo 23-25; Tuxtla Gutiérrez (Chiapas), México. Puerto Escondido (Oaxaca), México: Dirección General de Vida Silvestre y Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007:90-94.
26. ARCOS-GARCÍA JL, COBOS PMA, REYNOSO RVH, MENDOZA MGD, ORTEGA CME, CLEMENTE SF. Caracterización del crecimiento de la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en cautiverio. *Vet Méx* 2002; 33: 409-420.
27. ARCOS-GARCÍA JL, REYNOSO VH, MENDOZA MGD, CLEMENTE SF, TARANGO ALA, CROSBY GMM. Efecto del tipo de dieta y temperatura sobre el crecimiento y eficiencia alimenticia de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). *Rev Cient FCV-LUZ* 2005; XV: 338-344.
28. CORREA-SÁNCHEZ F, GODÍNEZ-CANO E. Reproducción de *Boa constrictor imperator* (Serpentes: Boidae) en cautiverio. *Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México: Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana*, 2002; 10: 1-6.
29. VAN MARKEN LWD, KOEN BA. Reproductive Adaptations of the Green Iguana on a Semiarid Island. *Copeia* 1993; 3:790-798.
30. HALL K. Hatchling success of leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) clutches in relation to biotic and abiotic factors. In: RICHARDSON TH, RICHARDSON HI, DONNELLY M, compilers. *Proceedings of the Tenth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation*; 1990 February 20-24; Hilton Head Island, South Carolina Miami, USA: NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFC-278, 1990: 286.
31. CHACÓN-CHAVERRI D. Anidación de la tortuga *Dermochelys coriacea* (Testudines: Dermochelyidae) en playa Gandoca, Costa Rica (1990 a 1997). *Rev Biol Tropical* 1999; 47: 225-236.
32. OLDHAM JC, SMITH HM. *Laboratory anatomy of the iguana*. Dubuque, Iowa: WMC Brow Company Publishers, 1975.
33. ZURITA-CARMONA ME, AGUILAR VB, GONZÁLEZ EA, MENDOZA MGD, ARCOS-GARCÍA JL. Composición de la dieta, consumo de proteína y energía en iguana negra, *Ctenosaura pectinata* Wiegmann, 1834, y densidad poblacional en Santos Reyes Nopala, Oaxaca. *Universidad y Ciencia, trópico húmedo* 2009; 25:103-109.
34. MUÑOZ EM, ORTEGA AM, BOCK BC, PÁEZ VP. Demografía y ecología de anidación de la iguana verde, *Iguana iguana* (Squamata: Iguanidae), en dos poblaciones explotadas en la Depresión Momposina, Colombia. *Rev biol Trop* 2003; 51:229-240.
35. RAND AS. Clutch size in *Iguana iguana* in central Panama. In: SEIGEL RA, HUNT LE, KNIGHT JI, MALARET L, ZUSCHLAG NL, editors. *Vertebrate ecology and systematics —A tribute to Henry S Fitch*. Lawrence, Kansas: Museum of Natural History, University of Kansas; 1984:115-122.
36. FITCH HS. Variations in Clutch and Litter Size in New World Reptiles. Museum of Natural History, The University of Kansas: Miscellaneous Publications, 1985, 76:17-21.
37. MILLER T. Artificial incubation of eggs of the green iguana (*Iguana iguana*). *Zoobiology* 1987; 6:225-236.
38. ARCOS-GARCÍA JL, REYNOSO RVH, MENDOZA MGD, HERNÁNDEZ SD. Identificación del sexo y medición del crecimiento en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en las etapas de cría y juvenil. *Vet Méx* 2005; 36: 53-62.
39. BRODY S. *Bioenergetics and growth*. New York: Hafner Press, 1945.
40. VALENCIA MJ DE J. *Fisiología de la reproducción porcina*. México DF: Trillas, 1986.
41. FITCH HS, HENDERSON RW. Age and sex differences, reproduction and conservation of *Iguana iguana*. Milwaukee Public Museum. *Contrib The Biol Geol* 1977; 13:1-21.
42. STECHEY D, SOMERS K. Potential, realized, and actual fecundity in the crayfish *Orconectes immunis* from southwestern Ontario. *Can J Zool* 1995; 73: 672-677.
43. VITT LJ, CONGDON JD. Body Shape, Reproductive Effort and Relative Clutch Mass in Lizards: Resolution of a Paradox. *Am Nat* 1978; 112: 595-608.
44. LÓPEZ L, JEN T, GONZÁLEZ C, RODRÍGUEZ S. Fecundidad y esfuerzo reproductivo de *Petrolisthes granulatus* (Guérin, 1835) en Iquique, Chile (Decapoda, Anomura, Porcellanidae). *Investigaciones Marinas, Valparaíso* 1997; 25:159-165.
45. WILLIAMS GC. Natural selection, the cost of reproduction, and a refinement of Lack's principle. *Am Nat* 1966; 100: 687-690.
46. SHIMADA MA. *Nutrición animal*. México DF: Trillas, 2007.
47. WIEWANDT TA. Evolution of Nesting Patterns in Iguanine Lizards. In: BURGHARDT G M, RAND AS, editors. *Iguanas of the world: Their behavior, ecology and conservation*. Noyes, New Jersey: Park Ridge, 1982:119-139.