

Veterinaria México

Volumen 36
Volume

Número 1
Number

Enero-Marzo 2005
January-March

Artículo:

Identificación del sexo y medición del crecimiento en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en las etapas de cría y juvenil

Derechos reservados, Copyright © 200:
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM

**Otras secciones de
este sitio:**

- 👉 [Índice de este número](#)
- 👉 [Más revistas](#)
- 👉 [Búsqueda](#)

***Others sections in
this web site:***

- 👉 [Contents of this number](#)
- 👉 [More journals](#)
- 👉 [Search](#)

Identificación del sexo y medición del crecimiento en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) en las etapas de cría y juvenil*

Sex identification and growth measurement in the black iguana (*Ctenosaura pectinata*) in juvenile and newborn stages

José Luis Arcos-García**

Víctor Hugo Reynoso Rosales***

Germán David Mendoza Martínez†

David Hernández Sánchez†

Abstract

The present study was carried out to identify sex in the black iguana (*Ctenosaura pectinata*), by means of morphologic characteristics at the juvenile stage and retrospectively, at the newborn stage. Sixty-two juveniles of unknown sex were used in this study. The characteristics measured at birth to determine sex were: weight (g), snout-cloaca length (mm), total length (mm), head, and jaw length. In the juvenile stage, the same measurements were recorded at 6, 12, 18 and 21 months of age as well as the development of the dorsal crest, femoral pores, and swelling of the hemipenis. Results were statistically analyzed using Chi-square and Student's t tests. In the 21-month-old juvenile iguanas, sexes were distinguishable ($P < 0.01$) by means of the development of the dorsal crest, femoral pores, swelling of the hemipenis, weight and head length. Differences were not observed ($P > 0.05$) in males or females at birth in terms of weight (g), snout-cloaca length (mm), total length, head length and jaw length. It is concluded that in the newborn, the morphologic characteristics evaluated do not allow males and females to be distinguished; however the development of femoral pores, dorsal crest, hemipenis, weight and head length do allow the identification of sex at 21 months of age.

Key words: SEXING, BLACK IGUANA, CTENOSAURA PECTINATA, GROWTH.

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo para diferenciar el sexo en iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), en la etapa juvenil por medio de características morfológicas y al nacimiento retrospectivamente. Se utilizaron 62 crías recién nacidas de sexo desconocido. Las características consideradas al nacimiento para realizar el sexado fueron el peso (g) y las longitudes (mm): hocico cloaca, total, cabeza y mandíbula. En la etapa juvenil, se registraron las variables medidas en las crías al nacimiento a intervalos de seis, 12, 18 y 21 meses de edad, se midió el desarrollo de la cresta dorsal, poros femorales y abultamiento de hemipenes. Para el análisis de los resultados se utilizaron pruebas de Ji-cuadrada y pruebas "t" de Student. En las iguanas juveniles de 21 meses de edad se diferenció ($P < 0.01$) el sexo en machos y hembras por medio del desarrollo de la cresta dorsal, poros femorales, abultamiento de hemipenes, peso vivo y longitud de la cabeza. No se observaron diferencias ($P > 0.05$) en las crías para identificar el sexo al nacimiento por medio de las mediciones de peso (g), longitud hocico cloaca (mm), longitud total, longitud de la cabeza y longitud de la mandíbula. Se concluye que en las crías al nacimiento, las características morfológicas evaluadas no permiten distinguir a los machos de las hembras; sin embargo, el desarrollo de los poros femorales, cresta dorsal, hemipenes, peso y la longitud de la cabeza permiten identificar el sexo a los 21 meses de edad.

Palabras clave: SEXADO, IGUANA NEGRA, CTENOSAURA PECTINATA, CRECIMIENTO.

Recibido el 29 de marzo de 2004 y aceptado el 13 de diciembre de 2004.

*Investigación con la que el primer autor obtuvo el doctorado en Ciencias.

**Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, licenciatura en Zootecnia, Ciudad Universitaria, Puerto Escondido, Mixtepec, Juquila, Oaxaca, México.

***Instituto de Biología, Departamento de Zoología, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

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

Responsable de la correspondencia relativa al manuscrito y de las solicitudes de los sobretiros: José Luis Arcos-García, Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, licenciatura en Zootecnia, Ciudad Universitaria, Puerto Escondido, 71980, Mixtepec, Juquila, Oaxaca, México, Apartado Postal 208, Tel.: (01-954) 588 3365, E-mail jarcos@zicatel.umar.mx o jarcos@colpos.colpos.mx

Introduction

The black iguana (*Ctenosaura pectinata*) is a species located in Mexico from northern Sinaloa as far south as Chiapas; on the Isabel and Tres Mariás Islands in the Pacific Ocean, and in the states of Durango, Zacatecas, Morelos and Puebla.^{1,2} It is taxonomically classified in the Reptilian class; Lepidosauria subclass; Squamata order; Lacertilia suborder; Iguanidae family; Iguaninae subfamily; *Ctenosaura* gender and *pectinata* species.³

C. pectinata is an endemic species, important as a source of food, and medicine as well as for its economic value to the communities within its natural distribution. However, excessive capture has caused a drastic reduction in the population and it has been classified as a threatened species (NOM-059-ECOL-2001). The Recovery of the black iguana in the wild can begin if the male: female ratio is known; differences in that relationship influence the population dynamic of the species, and the general ratio is 50:50.⁴⁻⁶

Explanation of sex ratios in the descendants of vertebrates is a topic of interest for evolutive ecology.⁷ This knowledge helps to provide guides for conservation and sustainable use of the species in the wild and to adapt the feeding management for males and females raised in captive conditions.

In the black iguana, sexual dimorphism of the adult organisms is identified by the color differentiation between both sexes⁸ and the phenotypic characteristics. In the second year of age, males can be distinguished from females by the swelling of the hemipenis, located in the basal ventral region of the tail, scales in the dorsal crest are taller and the femoral pores are more developed in males than in females.^{2,8,9} From these secondary sexual characteristics, it is noted that the femoral pores are more developed during the reproductive stage (November to April).¹⁰ However, the newborns at birth are completely green, changing their color gradually, and the sex is not differentiated by any morphological characteristic.⁸

The studies of sexual differentiation in *C. pectinata* have been conducted in adult animals,^{2,8,9} where the external characteristics are obvious and easy to recognize. However, studies in newborns of this species have not been conducted and it is not known if sexual differentiation at a certain age is influenced by temperature on reptiles; therefore the objective of the present study was to differentiate the sex of black iguanas by means of morphologic characteristics in the juvenile stage as well as in the newborn stage using longitudinal measurements retrospectively to the birth.

Introducción

La iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) es una especie que se localiza desde el norte de Sinaloa hasta Chiapas; en las Islas Isabel y Tres Mariás en el Océano Pacífico, en Durango, Zacatecas, Morelos y Puebla.^{1,2} Se clasifica de manera taxonómica en la clase Reptilia; subclase Lepidosauria; orden Squamata; suborden Lacertilia; familia Iguanidae; subfamilia Iguaninae; género *Ctenosaura* y especie *pectinata*.³

C. pectinata es una especie endémica, importante a nivel alimentario, medicinal y económico en las comunidades donde se distribuye; sin embargo, su captura ha ocasionado la disminución de su población y se le ha clasificado en la categoría de especie amenazada (NOM-059-ECOL-2001). La recuperación de la especie en vida libre puede iniciarse si se conoce la relación machos:hembras; las diferencias en dicha relación influyen en la dinámica poblacional de las especies, generalmente la relación es de 50:50.⁴⁻⁶

Explicar la proporción de sexos de la descendencia de los vertebrados es un tema de interés para la ecología evolutiva.⁷ Este conocimiento ayuda a proporcionar los lineamientos de conservación y aprovechamiento sustentable de la especie en vida libre y adecuar el manejo alimentario para machos y hembras criados en condiciones de cautiverio.

En la iguana negra el dimorfismo sexual de los organismos adultos se identifica por medio de la coloración entre ambos sexos;⁸ por medio de las características fenotípicas, al segundo año de edad se pueden distinguir a los machos de las hembras por el abultamiento de los hemipenes, que están localizados en la parte basal ventral de la cola; las escamas de la cresta dorsal son más altas y los poros femorales más desarrollados en machos que en hembras.^{2,8,9} De estas características sexuales secundarias, se menciona que los poros femorales se observan más desarrollados en la etapa reproductiva (noviembre a abril).¹⁰ Sin embargo, las crías al nacimiento son completamente verdes, cambian su coloración paulatinamente y no se distingue el sexo por ninguna característica morfológica.⁸

Los estudios de diferenciación del sexo en *C. pectinata* se han realizado en animales adultos,^{2,8,9} donde las características externas son claras y fáciles de reconocer; sin embargo, no se han llevado a cabo estudios en crías de esta especie para la identificación del sexo y no se sabe si la diferenciación del sexo a cierta edad esté influenciado por la temperatura en los reptiles; por tanto, el objetivo del presente estudio fue diferenciar el sexo en iguana negra, por medio de características morfológicas en las etapas juvenil y de cría por medio de mediciones longitudinales analizadas de manera retrospectiva al nacimiento.

Material and methods

Sixty-two newborn black iguanas were used, from two clutches collected in the community of Nisanda in the region of Tehuantepec, in southwestern Oaxaca, Mexico. The iguanas were raised in captivity in the iguanary facilities of the Microbiology Laboratory in the experimental unit of the Animal Science Program from the Postgraduate College, Montecillo, State of Mexico, Mexico, at 2 240 m above sea level, North latitude 19°31', West latitude 98° 53' from the Greenwich meridian,¹¹ with a pluvial precipitation of 645 mm in summer, with an average temperature range from 12 to 18°C and thermal oscillation from 5 to 7°C.

The iguanary dimensions were 4 × 6 m and 3.5 m in height, built with galvanized tube and covered with polyethylene as used for greenhouses (PF-602). The iguanas were kept in individual crates of 70 × 30 × 25 cm in size. The day/night temperature inside the crates varied from 15 to 38°C respectively, with an average of 26.5°C.

Up to 21 months of age the iguanas food was based on alfalfa (*Medicago sativa*), tomato (*Lycopersicon sculentum*), insect pupae (*Notonecta unifasciata*), coleopteran larvae (*Tenebrio molitor*) and a commercial concentrate for rabbits. Crude protein content varied from 16% to 22 % and neutral detergent fiber from 13% to 25%.¹²

The newborns were tagged and weighed (g) at birth, also the length (mm): snout-cloaca, total, head and jaw length were recorded. Then, during the growing stage (from birth to one year of age) and juvenile stage (after one year of age), the same measurements were recorded at 6, 12, 18 and 21 months of age (with the exception of the jaw length), as well as the development of the dorsal crest, femoral pores, and swelling of the hemipenis.^{2,3,8} A Student "t" test was used to compare differences between males and females in the measured variables during the different stages of the iguana's life. The variables recorded in the newborns at birth were analyzed by Ji-square tests, using contingent tables,¹³ where newborns were classified according to their weight at birth, in low, medium and high categories.

Results

Identification, weight and measurements of the newborns at birth were conducted in order to follow the possible sex differentiation retrospectively, by means of morphological measurements and external characteristics of the black iguana species.

It was not possible to differentiate ($P > 0.05$) the sex in the black iguana at six months of age (Table 1). In males and females a similar weight was recorded

Material y métodos

Se utilizaron 62 crías recién nacidas de iguana negra provenientes de dos nidadas, de la comunidad de Nisanda en el Istmo de Tehuantepec, al sureste de Oaxaca, México. Las crías se mantuvieron en cautiverio en el iguanario del Laboratorio de Microbiología, en la granja experimental de la especialidad de Ganadería del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México, a 2 240 msnm, latitud Norte de 19°31', latitud Oeste de 98° 53' del meridiano de Greenwich,¹¹ con precipitación pluvial de 645 mm y con régimen de lluvias en verano, con un rango de temperatura promedio de 12 a 18°C y oscilación térmica de 5 y 7°C.

El iguanario era de 4 × 6 m con altura de 3.5 m, construido con tubo galvanizado y recubierto con polietileno tratado para invernadero (PF-602). Las iguanas fueron alojadas en jaulas individuales con medidas de 70 × 30 × 25 cm. La temperatura dentro de las jaulas fluctuó de 15 a 38°C durante la noche y día, respectivamente, con promedio de 26.5°C.

La alimentación de las iguanas en el periodo de 21 meses de edad fue a base de alfalfa (*Medicago sativa*), jitomate (*Lycopersicon sculentum*), pupas de mosco (*Notonecta unifasciata*), larvas de coleóptero (*Tenebrio molitor*) y alimento comercial para conejo. El contenido de proteína cruda fluctuó de 16% a 22% y de 13% a 25% de fibra detergente neutro.¹²

Las crías se identificaron y pesaron (g) al nacer mediante el registro de la longitud (mm): hocico cloaca, total, largo de la cabeza y longitud de la mandíbula. Posteriormente, para la etapa de cría (del nacimiento a un año de edad) y juvenil (a partir de un año de edad), se realizaron las mismas mediciones a los seis, 12, 18 y 21 meses de edad (excepto la medición de mandíbula); además, se registró el desarrollo de la cresta dorsal, poros femorales y abultamiento de hemipenes.^{2,3,8} Se utilizó una prueba "t" de Student para observar diferencias entre machos y hembras en las variables medidas durante los diferentes estadios de vida de las iguanas; las variables utilizadas en las crías al nacimiento se analizaron mediante pruebas de Ji-cuadrada, usando tablas de contingencia,¹³ donde se clasificó a las crías de acuerdo con su peso al nacimiento en bajo, mediano y alto.

Resultados

Se llevó a cabo la identificación, pesaje y registro de las crías al nacimiento, para realizar el seguimiento de la posible diferenciación del sexo de manera retrospectiva, por medio de mediciones morfológicas y características externas de la especie de iguana negra.

with values of 38.2 ± 8.0 g and 35.2 ± 9.8 g, respectively; the males increased birth weight by 506%, where as with the females the increment was 467%. The length

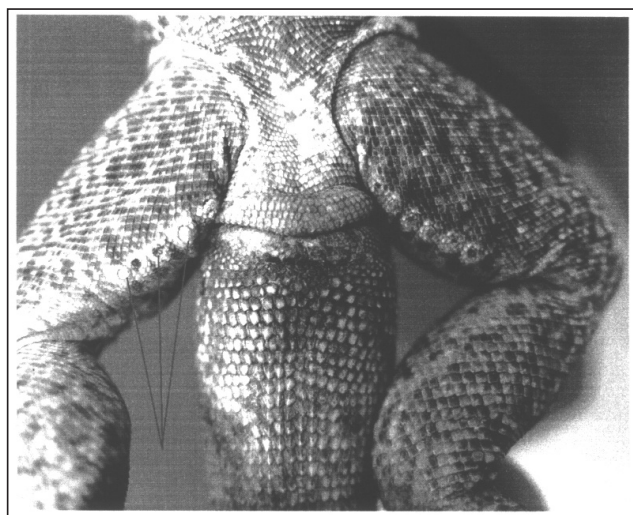


Figura 1. Poros femorales en los machos señalados en la parte inferior izquierda.

Femoral pores in males pointed out in the low left side.

No fue posible diferenciar ($P > 0.05$) el sexo en iguana negra a los seis meses de edad (Cuadro 1). En los machos y hembras se registró peso similar con valores de 38.2 ± 8.0 y 35.2 ± 9.8 g, respectivamente; los machos incrementaron en 506% el peso al nacimiento, mientras que en las hembras el incremento fue de 467%. La longitud hocico cloaca, longitud total, longitud del cuerpo, longitud de la cabeza y longitud de la cola fueron similares ($P > 0.05$).

Después de los doce meses de edad, la longitud de la cabeza en las crías de *C. pectinata* fue mayor ($P < 0.01$) en los machos (39.2 ± 4.5 mm) con respecto a las hembras (36.8 ± 4.2 mm), y no se registraron diferencias ($P > 0.05$) para el peso y las longitudes estudiadas (Cuadro 1).

La longitud hocico cloaca, longitud del cuerpo, longitud total y longitud de la cola fueron similares ($P > 0.05$) en ambos sexos a los 18 meses de vida; sin embargo, el peso y la longitud de la cabeza fueron mayores ($P < 0.01$) (Cuadro 1) en machos (209.9 ± 66.9 g y 43.6 ± 4.7 mm) que en hembras (169.8 ± 63.3 g y 40.6 ± 4.4 mm) a la misma edad.

A los 21 meses de edad fue mayor ($P < 0.01$) el peso y longitud de la cabeza en machos (212.9 ± 73 g

Cuadro 1

MEDIAS Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL PESO (g) Y LONGITUD (mm) UTILIZADAS PARA LA DIFERENCIACIÓN DEL SEXO EN IGUANA NEGRA DE LOS 6 A 21 MESES DE EDAD
MEANS AND STANDARD DEVIATION OF WEIGHT (g) AND LENGTH (mm) USED IN THE SEX DIFFERENTIATION OF THE BLACK IGUANA FROM 6 TO 21 MONTHS OF AGE

Variable	Measurement at six months		Measurements at 12 months	
	Males	Females	Males	Females
Weight	38.2 ± 8.0	35.2 ± 9.8	133.6 ± 45.6	114.1 ± 42.1
Snout- cloaca length	103.8 ± 6.2	101.5 ± 8.3	157.9 ± 26.9	155.9 ± 18.2
Total length	355.5 ± 22.9	347.0 ± 28.7	511.7 ± 61.3	484.2 ± 53.8
Body length*	75.9 ± 4.7	74.3 ± 6.6	118.7 ± 52.3	119.1 ± 37.9
Head length	28.0 ± 1.7	27.2 ± 1.8	39.2 ± 4.5^a	36.8 ± 4.2^b
Tail length	251.7 ± 17.8	245.5 ± 21.1	353.8 ± 52.3	328.3 ± 37.9
Variable	Measurement at 18 months		Measurements at 21 months	
	Males	Females	Males	Females
Weight	209.9 ± 66.9^a	169.8 ± 63.3^b	212.9 ± 73.0^a	174.9 ± 67.4^b
Snout-cloaca length	178.5 ± 19.2	168.6 ± 19.3	179.5 ± 17.5	171.5 ± 18.0
Total length	523.4 ± 107.8	511.3 ± 61.1	545.2 ± 77.3	525.5 ± 62.7
Body length*	134.9 ± 14.7	128.0 ± 15.3	135.0 ± 13.2	129.5 ± 14.2
Head length	43.6 ± 4.7^a	40.6 ± 4.4^b	45.2 ± 4.9^a	42.0 ± 4.6^b
Tail length	344.9 ± 97.4	342.7 ± 48.3	365.7 ± 63.3	354.0 ± 48.4

^{a, b} Means with different superscript in the same row within each measurement are different ($P < 0.01$).

* Difference between snout-cloaca length minus the head length.

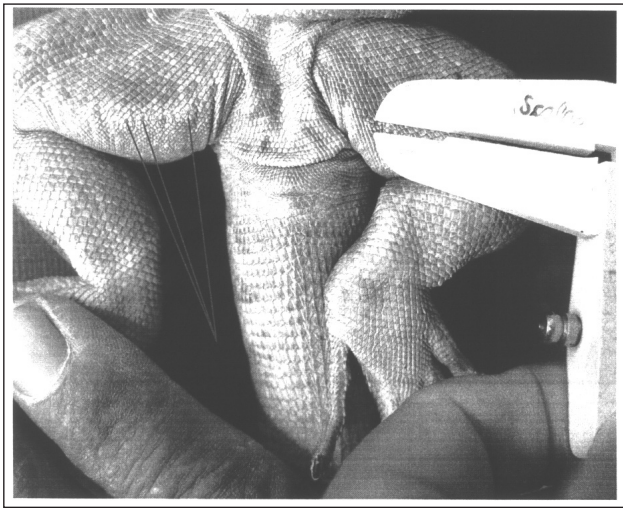


Figura 2. Poros femorales en hembras, son más pequeños en relación a los poros de los machos, se señalan tres poros en la parte inferior izquierda.

Femoral pores in females are smaller in relationship to those of males; three pores are shown in the low left side.

snout-cloaca, total, head and jaw length were similar ($P > 0.05$).

After twelve months of age, the head length in the *C. pectinata* was longer ($P < 0.01$) in the males (39.2 ± 4.5 mm) than in the females (36.8 ± 4.2 mm), and no differences were registered ($P > 0.05$) in weight or in the other studied lengths (Table 1).

The snout-cloaca length, body length, total length and tail length were similar ($P > 0.05$) in both sexes at 18 months of age; however, the weight and head length were greater ($P < 0.01$) (Table 1) in males (209.9 ± 66.9 g and 43.6 ± 4.7 mm) than in females (169.8 ± 63.3 g and 40.6 ± 4.4 mm) at the same age.

At 21 months of age the weight and head length were greater ($P < 0.01$) in males (212.9 ± 73 g and 45.2 ± 4.9 mm) than in females (174.9 ± 67.4 g and 42.0 ± 4.6 mm). The rest of the evaluated variables (Table 1) were similar ($P > 0.05$) for both sexes.

The femoral pores (Figures 1 and 2) were bigger ($P < 0.01$) in males (0.05 to 1.0 mm of diameter) than in females (less than 0.05 mm), and were clearly observed in all the males at 21 months of age (Table 2). The size of the dorsal crest was bigger ($P < 0.01$) in males (Figure 3) than in the females (Figure 4), and it was observed that the length of the dorsal crests in males could be short, medium or high, depending on the iguana's size; whereas in females, the crest was always short. There were differences ($P < 0.01$) in the swelling of the hemipenis at 21 months of age distinguishing males from females (Figure 5), even though, in the younger males, the swelling of the hemipenis was not evident.

According to the variables recorded in this study

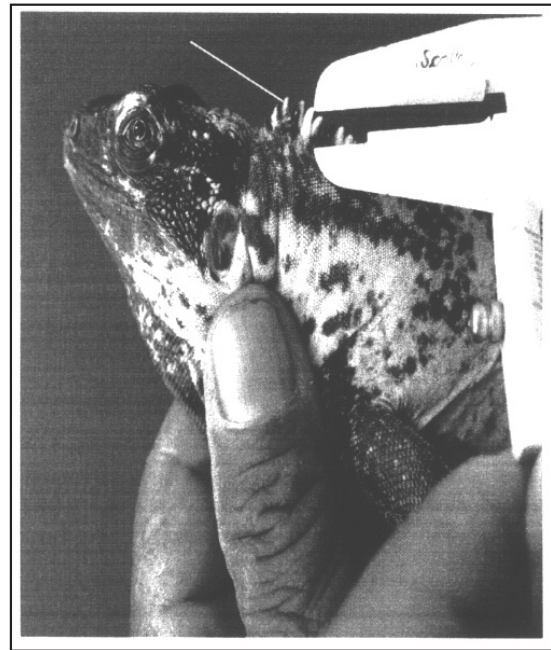


Figura 3. Macho mostrando la cresta dorsal (línea blanca).

Male showing the dorsal crest (white line).

y 45.2 ± 4.9 mm) en relación con las hembras (174.9 ± 67.4 g y 42.0 ± 4.6 mm). Las demás variables evaluadas (Cuadro 1) fueron similares ($P > 0.05$) para ambos sexos.

Los poros femorales (Figuras 1 y 2) fueron más grandes ($P < 0.01$) en los machos (0.05 a 1.0 mm de diámetro) que en las hembras (menos de 0.05 mm), y se observaron perfectamente en todos los machos a los 21 meses de edad (Cuadro 2); el tamaño de la cresta dorsal es más grande ($P < 0.01$) en machos (Figura 3) que en las hembras (Figura 4), se observó que en los machos la longitud de la cresta dorsal puede ser pequeña, mediana o alta, dependiendo del tamaño de las iguanas; mientras que en las hembras, la longitud de la cresta fue siempre pequeña. Existen diferencias ($P < 0.01$) en el abultamiento de hemipenes a los 21 meses de edad para distinguir a los machos de las hembras (Figura 5), no obstante, en los machos más pequeños el abultamiento de hemipenes no fue observable.

De acuerdo con las variables utilizadas en este trabajo para la identificación retrospectiva del sexo en crías de iguana negra al nacimiento, no se encontraron evidencias ($P > 0.05$) para distinguir a los machos de las hembras en esta etapa de la vida (Cuadro 3), ya que todos los animales tuvieron valores similares en peso, longitud hocico cloaca, longitud total, longitud del cuerpo, longitud de la cabeza, ancho de la cabeza y mandíbula. En cuanto a la identificación del sexo de manera retrospectiva al nacimiento no



Figura 4. Cresta dorsal en las hembras (línea negra).

Dorsal crest in females (black line).

for the retrospective sex identification in black iguana newborns, there was no evidence ($P > 0.05$) to distinguish males from females in this stage of life (Table 3), because all the iguanas had similar values regarding weight, snout-cloaca length, total length, body length, and width of head and jaws. Regarding the retrospective sex identification there were no differences ($P > 0.05$) between males and females classified according to their birth weight in low, medium or high.

Discussion

As expected, the newborns of *C. pectinata* at birth are totally green, the variables in measured length and external characteristics of the black iguana species are similar;⁸ therefore, the sex identification from the birth to six months age is practically impossible by means of the studied variables.

Despite the head length at twelve months of age being a characteristic that differentiates males from females, in the lower weight males it is not a reliable mean of differentiation. The weight increment, as a percentage of body weight, at one year was 1 882% considering both sexes, lower than that mentioned in other species by Van Devender,¹⁴ who predicted one year increments of 1 900% for *B. Basilicus* (chisbala), 3 900% in *C. similis* (striped iguana) and 1 980% in *I. iguana* (green iguana). This author indicates that the major increment observed in *C. similis* is due to the omnivorous diet.

Weight and head length are two characteristics

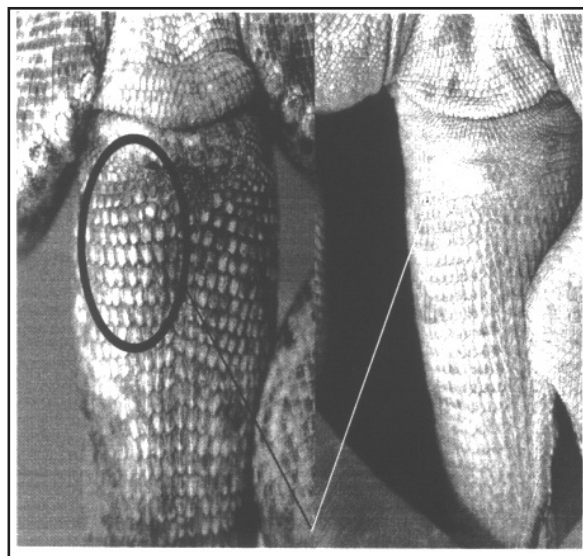


Figura 5. Abultamiento de hemipene en macho señalada con un círculo negro (izquierda) y falta de abultamiento de hemipene en la hembra (derecha).

Swelling of the hemipenis in male pointed out with a black circle (left) and lack of swelling of the hemipenis in the female (right).

hubo diferencias ($P > 0.05$) entre machos o hembras clasificados de acuerdo con el peso de nacimiento en bajo, mediano y alto.

Discusión

Como se esperaba, las crías de *C. pectinata* al nacimiento son completamente verdes, las variables medidas de longitud y las características externas de la especie de iguana negra son similares;⁸ por tanto, la identificación del sexo desde el nacimiento hasta los seis meses de edad es prácticamente imposible por medio de las variables estudiadas.

A pesar que el largo de la cabeza a los doce meses de edad es una característica que diferencia a los machos de las hembras, en los machos de menor peso la longitud de la cabeza no es una medida confiable para su diferenciación. El incremento como porcentaje de peso vivo al año fue de 1 882 puntos considerando ambos sexos, menor a lo mencionado por Van Devender,¹⁴ en otras especies, quien registró incremento de 1 900% a un año de edad para *B. Basilicus* (chisbala), 3 900% en *C. similis* (iguana rayada) y 1 980% en *I. iguana* (iguana verde). Este autor indica que el mayor incremento observado en *C. similis* se debe al tipo de dieta omnívora.

El peso y la longitud de la cabeza son dos características que pueden ayudar a la identificación el sexo a los 18 y 21 meses de edad. A partir de esa edad, estas características pueden proporcionar una

Cuadro 2 PRESENCIA DE TRES CARACTERÍSTICAS SEXUALES SECUNDARIAS EN HEMBRAS Y MACHOS DE IGUANA NEGRA JUVENIL A LOS 21 MESES DE EDAD ^{*,†,‡} PRESENCE OF THREE SECONDARY SEXUAL CHARACTERISTICS IN THE BLACK IGUANA JUVENILE FEMALES AND MALES AT 21 MONTHS OF AGE ^{*,†,‡}				
Sex	Evaluated iguanas	Presence of femoral pores (diameter mm)		
		NO	SO (<i>< 0.05</i>)	OB (<i>0.05 to 1</i>)
Males	28	0 ^a	0 ^a	28 ^a
Females	29	14 ^b	15 ^b	0 ^b
Size of dorsal crest (mm)				
		Small (<i>< 0.5</i>)	Medium (<i>0.05 to 1</i>)	High (<i>> 1</i>)
Males	28	5 ^a	6 ^a	17 ^a
Females	29	29 ^b	0 ^b	0 ^b
Swelling of the hemipenis				
		NO	SO	OB
Males	28	10 ^a	10 ^a	8 ^a
Females	29	29 ^b	0 ^b	0 ^b

^{a, b} Different literal between sexes, by secondary sexual characteristic are different ($P < 0.01$).

* Presence of femoral pores not observed (NO), slightly observed (SO) and observed (OB).

† Presence of dorsal crest small, medium and high.

‡ Swelling of the hemipenis not observed (NO), slightly observed (SO) and observed (OB).

Cuadro 3 VARIABLES UTILIZADAS PARA LA IDENTIFICACIÓN RETROSPECTIVA DEL SEXO AL NACIMIENTO EN CRÍAS DE IGUANA NEGRA (<i>C. pectinata</i>) VARIABLES USED FOR THE RESTROPECTIVE IDENTIFICATION OF SEX AT BIRTH THE IN BLACK IGUANA (<i>C. pectinata</i>) NEWBORNS				
Variable	Sex			
			Males	Females
Weight at birth [*]			6.3 ± 0.4	6.2 ± 0.4
Snout-cloaca length [†]			60.6 ± 2.0	60.9 ± 2.4
Total length [†]			160.2 ± 5.2	156.7 ± 18.3
Body length ^{†,‡}			43.4 ± 2.4	43.8 ± 2.5
Tail length [†]			99.2 ± 4.5	99.1 ± 4.8
Width of the head [†]			10.9 ± 1.5	10.6 ± 0.4
Length of the head [†]			17.2 ± 1.1	17.1 ± 0.4
Jaw length [†]			11.5 ± 0.4	11.4 ± 0.5
Sex	Evaluated iguanas	Weight		
		Low	Medium	High
Males	29	9	10	10
Females	33	10	14	9

* Expressed in g

† Expressed in mm

‡ Difference between snout-cloaca length minus head length.

that may help sex identification at 18 and 21 months of age. At this age, those characteristics may provide a basis for sex identification. In *I. iguana*, sex can be distinguished from the 200 mm of snout-cloaca length, or from the 21 mm of the eye center to the snout;¹⁵ however, in the present experiment sex was differentiated in iguanas with a shorter snout-cloaca length (175.5 mm).

The weight increment in males at 6, 12, 18 and 21 months in relationship to the previous weight was 510%, 250%, 57% and 1%, respectively; from that data, it is observed that the percentage in weight gain shows a reduction in comparison to the first six month of age; in the females those values were 467%, 223.4%, 49% and 3 % at the same ages. The longitudinal growth snout-cloaca at 6, 12, 18 and 21 months of age in males, showed values of 122%, 44%, 2% and 4%, respectively, whereas in females were 121%, 39%, 6% and 3 %. It is observed that as time passes, the proportional growth is reduced in relationship to the previous intervals evaluated. Also, it is evident that weight gain is more important the longitudinal snout-cloaca change in the growth of the black iguana.

Regarding the external sexual characteristics, the femoral pores are observed as a prominent swelling in the orifice of the glandule, this secretion may function in marking territory as the iguana moves in its habitat;¹⁰ the size of femoral pores is an important characteristic to differentiate the sex in iguanas of 21 months of age. The observation of the femoral pores coincides with the mating season of the black iguana, which occurs in January and February.¹⁰ According to the results found, it is confirmed that the femoral pores are more easily observed during the reproductive season in the males than in females.^{2,10,16}

Results of the dorsal crest development have been reported previously without presenting data.^{2,8} In male iguanas of lower weight, this characteristic may cause confusions in determining the sex. In *C. similis* the height of the dorsal crest is 12 mm in males and 2 to 3 mm in females;¹⁷ in the juvenile iguanas (older than one year of age) the dorsal crest is more prominent in the newborn, therefore, the degree of dorsal crest development is an indicator to distinguish males from females.

It has been reported that during the second year of age, males can be distinguished by the swelling of their hemipenis.² In this study, sex was distinguished by mean of the swelling of the hemipenis at the first year of age in four heavier males, whereas in the lighter males, this characteristic was not reliable in determining sex in early stages of development. The secondary sexual characteristics, the growth and the onset of puberty in the black iguana, can be related to environmental temperature, quality of

base para la identificación del sexo. En *I. iguana* se puede distinguir el sexo a partir de los 200 mm de longitud hocico cloaca, o a los 21 mm del centro de los ojos al hocico;¹⁵ sin embargo, en el presente experimento se pudo diferenciar el sexo en iguana con longitud hocico cloaca menor (175.5 mm).

El incremento de peso en machos a los seis, 12, 18 y 21 meses en relación con el peso de la medición anterior fue de 510%, 250%, 57% y 1%, respectivamente; de estos datos se observa que el porcentaje en la ganancia de peso presenta una disminución en comparación con los primeros seis meses de edad; en las hembras estos valores fueron de 467%, 223.4%, 49% y 3 % en el mismo orden de edad. El crecimiento longitudinal hocico cloaca a seis, 12, 18 y 21 meses de edad en machos, mostró valores de 122%, 44%, 2% y 4%, respectivamente, mientras que en las hembras fue de 121%, 39%, 6% y 3 %; se observa que conforme pasa el tiempo, el crecimiento proporcional disminuye en relación con los intervalos anteriores de evaluación. Asimismo, se observa que la ganancia de peso es más importante que la longitud hocico cloaca en el crecimiento de la iguana negra.

En relación con los caracteres sexuales externos, los poros femorales se observan como un abultamiento sobresaliente del orificio de la glándula, esta secreción puede funcionar para marcar su territorio a medida que el animal se desplaza en su hábitat;¹⁰ el tamaño de los poros femorales es una característica importante para diferenciar el sexo en animales de 21 meses edad. La observación de los poros femorales coincide con la temporada de apareamiento de la iguana negra, que se observa en enero y febrero.¹⁰ De acuerdo con los resultados encontrados se confirma que los poros femorales se observan más desarrollados en la estación reproductiva en los machos que en las hembras.^{2,10,16}

Los resultados del desarrollo de la cresta dorsal han sido registrados anteriormente sin mostrar datos.^{2,8} En iguanas machos de menor peso esta característica puede causar confusiones para determinar el sexo; en *C. similis* la altura de la cresta dorsal es de 12 mm en machos y de 2 a 3 mm en las hembras;¹⁷ en las iguanas jóvenes (mayores de un año de edad) la cresta dorsal es más prominente que en las crías, de tal manera que el grado de desarrollo de la cresta dorsal proporciona un indicio para distinguir a los machos de las hembras.

Se ha identificado que al segundo año de edad a los machos se les puede distinguir por el abultamiento de los hemipenes.² En este estudio se pudo distinguir el sexo por medio del abultamiento de hemipenes al año de edad en cuatro machos más pesados, mientras que en los machos menos pesados esta característica no proporciona un resultado confiable para determinar el sexo en etapas tempranas del

food and genetic characteristics of the population studied. Several studies have been conducted in sex differentiation in other species; however, the effects of temperature on sex differentiation have not been evaluated.^{15,17} When temperatures drop, isothermic animals reduce their metabolic functions and, the phenotypic differences are probably retarded as the environment cools.

Suazo and Alvarado,² and Alvarado and Suazo¹⁰ mentioned that the newborn measured, on average, 54 mm of snout-cloaca length, with a mean weight of 5 g; data which are similar to the birth values registered in this research (60.7 mm and 6.2 g, respectively); the numeric difference perhaps is due to the size of the female and the number of hatchlings.¹⁶ According to the results of this study, it is not possible to differentiate sex at birth by means of the phenotypic external characteristics, because in this stage the size of the dorsal crest, femoral pores, swelling of the hemipenis and variables of length and weight are similar between females and males. These results suggest that is not appropriate to obtain an equation for sex prediction at birth because of the similarity of measurements. Therefore, under the environmental conditions of this study, sexual differentiation is possible from 21 months of age by such phenotypic characteristics, as the femoral pores, size of the dorsal crest, swelling of the hemipenis, weight and length of the head.

Acknowledgments

The authors gratefully acknowledge the economic support from the Mexican Found for Nature Conservation, A. C. (projects: C-2/273, and A-1-99/034) and Dr. Mario Cobos Peralta for the use of the facilities in the Postgraduate College to conduct this study. The iguanas were collected under special license from SEMARNAP-INE, DOO.02.- 1729, DOO. 02.- 0757 and DOO.02.- 0756, to V. H. Reynoso.

Referencias

1. Flores-Villela, O. Herpetofauna Mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos, y nuevas especies. McCoy J.C. Editores Carnegie Museum of Natural History Pittsburgh. 1993. Special Publication No. 17. 73.
2. Suazo OI, Alvarado DJ. Iguana negra. Notas sobre su historia natural. Morelia Michoacán: Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1994. 77.
3. Oldham JC, Smith HM. Laboratory anatomy of the iguana. Dubuque, Iowa. W.M.C. Brow Company Publishers: 1975.

desarrollo. Las características sexuales secundarias, el crecimiento y el inicio de la pubertad de la iguana negra, pueden estar relacionadas con la temperatura ambiental, la calidad alimentaria de la dieta y las características genéticas de la población de estudio. Se han llevado a cabo estudios de la diferenciación del sexo en otras especies; no obstante, no se ha evaluado el efecto de la temperatura en la presentación del sexo.^{15,17} A medida que la temperatura baja, en los animales exotérmicos desminuyen sus funciones metabólicas y posiblemente las diferencias fenotípicas se retrasan a medida que el ambiente es más frío.

Suazo y Alvarado,² y Alvarado y Suazo¹⁰ mencionan que las crías recién nacidas miden, en promedio, 54 mm de longitud hocico cloaca, con un peso promedio de 5 g; estos datos son similares a los valores al nacimiento registrados en esta investigación (60.7 mm y 6.2 g, respectivamente); la posible diferencia numérica quizá se debe al tamaño de la hembra y al número de postura.¹⁶ De acuerdo con los resultados de este estudio, no es posible la diferenciación sexual al nacimiento por medio de las características fenotípicas externas, debido a que en esta etapa el tamaño de cresta dorsal, poros femorales, abultamientos de hemipenes y las variables de longitud y peso son semejantes entre hembras y machos. Estos resultados sugieren que no es adecuado obtener una ecuación de predicción del sexo al nacimiento por la similitud de medidas, de tal manera que en las condiciones ambientales de este estudio la diferenciación sexual es posible realizarla a partir de los 21 meses de edad por características fenotípicas, como poros femorales, tamaño de la cresta dorsal, abultamiento de hemipenes, peso y longitud de la cabeza.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico recibido por parte del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C. (proyectos: C-2/273, y A-1-99/034) y al Dr. Mario Cobos Peralta por el uso del iguanario en el Colegio de Postgraduados para la realización del presente estudio. Los especímenes fueron recolectados con el permiso especial de recolecta SEMARNAP-INE, oficios DOO.02.- 1729, DOO. 02.- 0757 y DOO.02.- 0756, de V. H. Reynoso.

4. Caughley G. Analysis of Vertebrates Population. New York: John Wiley & Sons, 1977.
5. Emmel TC. Population Biology. New York: Harper & Row, 1976.
6. Van Hoof JARAM. The socio-ecology of sex ratio variation in primates: evolutionary deduction and empirical evidence. Appl Anim Behav Sci 1997; 51:293-306.

7. Hardy Ian CW. Possible factors influencing vertebrate sex ratios: an introductory overview. *Appl Anim Behav Sci* 1997; 1:217-241.
8. Casas A. Anfibios y reptiles de la costa suroeste del estado de Jalisco con aspectos sobre su ecología y biogeografía (tesis de doctorado). México (DF) México: Facultad de Ciencias. UNAM, 1982.
9. Suazo OI, Alvarado, D.J. Iguana verde. Manual de conservación y manejo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México, 1996: 57.
10. Alvarado DJ, Suazo OI. Las iguanas de México. Historia natural y conservación, Laboratorio de tortuga marina y biología de la conservación: Facultad de Biología, Morelia, Michoacán México. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 1996.
11. 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.
12. Association of Official Analytical Chemist. Official methods of analysis. 14th ed. Washington (DC): 1984.
13. Steel RG, Torrie JH. Bioestadística. Principios y procedimientos. 2^a ed. México (DF): McGraw Hill, 1996.
14. Van Devender RW. Growth and ecology of spiny-tailed and green iguanas in Costa Rica, with comments on the evolution of herbivory and large body size. In. G.M. Burghardt, A.S. Rand Editors Iguanas of the world: They behaviour. Ecology and conservation. New Jersey: Garland Pres 1982: 162-183
15. Fitch HS, Henderson RW. Age and sex differences, reproduction and conservation of *Iguana iguana*. Milwaukee Public Museum. *Cont Biol Geol* 1977;13:1-21.
16. Delgadillo de Montes AM. Producción y crianza de la iguana verde *Iguana iguana* en cautiverio. Memorias del Primer Taller Nacional sobre Manejo de Iguanas en Cautiverio; 1998 mayo 12; Pátzcuaro (Michoacán). Pátzcuaro, Michoacán: Centro Regional de Desarrollo Sustentable, Dirección General de Vida Silvestre y Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca en Michoacán, 1998:24-25.
17. Fitch HS, Henderson RW. Age and sex differences in the Ctenosaur (*Ctenosaura similis*). Milwaukee Public Museum. *Cont Biol Geol* 1977;11:1-11.