

EFFECTOS DE LA DENSIDAD Y LA PROPORCION DE SEXOS EN LA REPRODUCCION EN CAUTIVERIO DEL MORROCOY *GEOCHELONE (CHELONOIDIS) CARBONARIA* (SPIX 1824).

EFFECTS OF DENSITY AND SEX RATIO IN THE REPRODUCTIVE OUTPUT OF *GEOCHELONE (CHELONOIDIS) CARBONARIA* (SPIX, 1824) IN CAPTIVITY

Omar Hernández¹ y Ernesto O. Boede²

1. FUDECI, Aptdo. postal. 185 Caracas, Venezuela. E-mail: fudeci@reacciun.ve. 2. Aptdo. postal 1595, Valencia 2001, Venezuela.

RESUMEN

Durante la temporada de reproducción 1995-96 se quiso conocer como la producción de huevos de *Geochelone carbonaria* se ve afectada por las condiciones del cautiverio, para lo cual se mantuvieron los animales bajo las siguientes condiciones: proporciones de sexo de un macho y tres hembras (1:3) en corrales de 7.5 m², 15 m² y 30 m², para proporciones de sexo de un macho y siete hembras (1:7) en corrales de 15 m², 30 m² y 60 m², con lo cual se obtuvieron densidades de 0.57 ind/m², 0.26 ind/m² y 0.13 ind/m² para ambas proporciones de sexo. Cada una de estas condiciones se realizó por duplicado. Con la finalidad de evitar que los resultados de producción de huevos fuesen influenciados por el tamaño de la hembra se seleccionaron hembras de tallas muy similares con un largo lineal del carapacho (LC) promedio de 301.53 mm, con una desviación estándar (DE) de 10.34. Para determinar si la especie puede producir huevos fértiles a un año después de la inseminación, se mantuvieron 10 hembras aisladas de machos en un corral de 30 m². Todos los animales se mantuvieron bajo las mismas condiciones de alimentación. En los corrales con proporción de sexo de 1:3 se obtuvo diferencia significativa entre la producción de huevos para diferentes tamaños de corral, encontrándose que la producción de huevos aumenta a medida que aumenta el tamaño del corral; para la proporción de sexo de 1:7 no se encontró diferencia significativa, planteándose que la muerte de dos hembras y la existencia de otras dos con posibles problemas de fertilidad pudo afectar los resultados, recomendando repetir nuevamente este ensayo. En cuanto a la proporción de sexo no se encontró diferencia significativa en la producción de nidadas, planteando que un macho puede fertilizar igualmente a tres y siete hembras, sin embargo al observar el porcentaje de hembras que no desovaron en cada uno de los corrales, se obtuvo que para proporciones de sexo de 1:3 este porcentaje disminuye a medida que aumentamos el tamaño del corral. Para las proporciones de sexo de 1:7 se encontró que el porcentaje de hembras sin desoves aumenta a medida que aumentamos el tamaño del corral. En el corral con 10 hembras sin machos no hubo nidadas, sugiriendo que la especie requiere copular cada año para poder tener éxito reproductivo.

ABSTRACT

During the reproductive season between 1995 and 1996, we expected to evaluate how the egg production of *Geochelone carbonaria* was affected by captive conditions. An essay was conducted. Animals were kept in different densities, sex ratio and sizes of yards as specify. Sex ratio of one male and three females (1:3) were kept in 7.5 m², 15 m² and 30 m². For sex ratio of one male and seven females (1:7) they were kept in 15 m², 30 m², and 60 m². The densities obtained were of 0.57 ind/m², 0.26 ind/m², and 0.13 ind/m² for both sex ratio respectively. Each of these conditions were realized by duplicate, using 60 females and 12 males. To avoid that the size of the female did not have influence on the results of the clutches, in one site were selected animals with similar sizes, with an average total length (lineal length of the shell) of 301.53 mm (SD: 10.34). In order to know if these Species could produce fertile eggs after one year of being inseminated by a male, 10 females were kept with an average total length of 302.4 mm (SD: 12,21), isolated from males in a yard with a size of 30 m². All the animals were kept under the same nutritional conditions. In the yards with 1:3 sex ratio,

significant differences were obtained in the egg production and the size of the yard, resulting that the clutches increased with a bigger yard size. For the 1:7 sex rate no significant differences were found. In this last case, the results could have been influenced by the dead of two females and other two animals with fertility problems, recommending to repeat this experiment for the 1:7 sex rate. With the sex ratio no significant differences in eggs production were obtained, stating that one male can fertilize three to seven females. However, observing the percentage of females who did not lay eggs in each of three yards of 1:3 sex ratio, this decreases with a bigger size of the yard. The reason could be that small yards can produce stress in these animals affecting their reproduction. For the 1:7 sex ratio, the percentage of females that did not lay eggs increased with a bigger yard size, suggesting that with such an uneven sex ratio and big yards, one male can not copulate with all the females, and the females that not copulate, do not produce eggs. There was no egg production in the yard where the 10 females were kept without males, suggesting that this species must copulate every year to obtain a reproductive success.

Palabras Clave: Venezuela, *Geochelone carbonaria*, densidad, proporción de sexo, reproducción, zocriaderos, tortugas terrestres.

Keywords: Venezuela, *Geochelone carbonaria*, density, sex ratio, reproduction, farm, tortoises

INTRODUCCION

La mayoría de los trabajos publicados sobre la cría en cautiverio de reptiles generalmente han sido en crocodrílidos y en función a determinar las mejores condiciones para su cría. Esto obviamente obedece a que son especies de interés comercial donde es necesario determinar cuales son las mejores condiciones para que su crianza sea más productiva y por ende más rentable.

Para el caso de tortugas terrestres existe muy pocas publicaciones donde determinen en forma cuantitativa las mejores condiciones para su crianza en cautiverio, generalmente sólo existen comentarios sobre la importancia de los factores ambientales. Highfield (1990) plantea que las tortugas terrestres sin excepción requieren suficiente espacio para ejercitarse, lo que puede ser un difícil criterio a presentarse en aquellas situaciones donde se crían animales bajo techo.

Pritchard (1979) menciona que en el cuidado de tortugas terrestres la forma más fácil para mantenerlos cautivos es colocándolos en jardines cerrados o en patios con condiciones climáticas muy similares a las que el animal está expuesto en vida silvestre. Sin embargo, no señala las dimensiones de los lugares de encierro o las densidades más recomendables.

Carpenter (1980) menciona que en condiciones de cautividad la cantidad de espacio disponible puede ser también importante en el éxito reproductivo

de reptiles, así como la familiarización tanto al encierro como a los otros individuos presentes.

Fitch (1980) señala que diferentes aspectos en la estrategia reproductiva en reptiles como madurez sexual, intervalos entre nidadas, número de huevos por nidada y tamaño de los neonatos, pueden estar sujetos a variaciones geográficas o pueden variar debido a efectos directos del ambiente sobre el individuo. Señalando que aunque la estrategia reproductiva tiene una base genética, ella pueden también ser controlada por factores ambientales.

Crews y Garrick (1980) afirman que para tener un exitoso programa de reproducción con reptiles en cautiverio se requiere un completo conocimiento de los factores internos y externos que controlan la reproducción. Mencionan que dentro de los dos primeros niveles de complejidad están el fisiológico y el psicológico, donde el segundo se refiere al comportamiento del individuo y su relación con el ambiente físico, climático y social.

El área o volumen en un encierro debe ser cuidadosamente planeado así como la densidad de animales. Este último factor puede tener también un profundo efecto sobre la estructura social y en consecuencia causar cambios en la reproducción (Crews y Garrick opt. cit.).

En el presente trabajo no pretendemos realizar un estudio completo de los diferentes factores que afectan a la reproducción de *G. carbonaria*, sólo tratamos de conocer como ciertas condiciones de

densidad, proporción de sexo y tamaño de corral afecta la reproducción. Estos efectos los relacionamos con la producción de huevos, considerando que las mejores condiciones serán aquellas donde la producción de nidadas y huevos sean mayores.

El establecer cuales son los parámetros para obtener una mejor reproducción de la especie es importante para este zocriadero, cuyo principal objetivo es la producción de crías para el mercado internacional de mascotas. Además con estas investigaciones se conocerá un poco más la biología de la especie, la cual tiene una gran importancia no sólo como fuente de proteína para indígenas y campesinos, sino también una importancia económica dentro del mercado internacional de mascotas (Hernández 1997).

METODOLOGIA

El presente estudio se realizó en el Zocriadero de Morrocoy de la Agropecuaria Puerto Miranda, ubicado en el estado Guárico (lat. 07° 55' N, lonG. 67° 30' O), Venezuela. La zona presenta un clima biestacional con un periodo de lluvia entre los meses de abril a noviembre y un periodo de sequía de diciembre a marzo. La precipitación media anual es de 1,412.9 mm con una temperatura promedio anual de 26.8 °C, con un máximo de 32.4 °C y un mínimo de 23.2 °C (Estación meteorológica de San Fernando de Apure 4404). Este zocriadero inició sus actividades en 1994 y es del tipo cerrado donde los reproductores se encuentran en corrales, descartándose la colecta de huevos del medio natural (Boede y Hernández 1996).

Con la finalidad de conocer como se ve afectada la producción de huevos con la proporción de sexos, el tamaño del corral y la densidad, se realizaron diferentes ensayos utilizando corrales de 7.5 m², 15 m², 30 m² y 60 m². Para los ensayos de proporción de sexo se utilizaron dos condiciones, la primera con un macho y tres hembras (cuatro animales por corral) y la segunda con un macho y siete hembras (ocho animales por corral), ambos ensayos de proporción de sexo se realizaron utilizando corrales con las dimensiones arriba indicadas para obtener densidades de: 0.53 ind/m², 0.26 ind/m², y 0.13 ind/m². Cada uno de los ensayos tanto de densidad como proporción de sexo se realizaron

por duplicado, implicando la utilización de un total de 60 hembras y 12 machos.

Los animales fueron marcados individualmente pintando un número en su carapacho permitiendo su identificación a distancia. Durante la temporada de desove se realizaron recorridos por los corrales a fin de detectar hembras desovando, una vez que esto ocurría se marcaba el lugar del desove y al día siguiente la nidada era desenterrada, los huevos eran contados y luego colocados en la incubadora en un recipiente debidamente identificado.

Durante el presente estudio se observó que las hembras de *G. carbonaria* prefieren desovar en la tarde, sin embargo también se observaron desoves en la mañana, en la noche y durante la madrugada. Aunque Ehrenfeld (1979) menciona que la mayoría de las especies conocidas de tortugas prefieren nidificar de día o de noche, pero no en ambas fases del día.

Considerando que la especie puede desovar en diferentes fases del día y que el personal de supervisión del zocriadero sólo trabajaba hasta las primeras horas de la noche, fue necesario al final de la temporada de desove la revisión minuciosa de los corrales, para detectar posibles nidadas puestas tarde en la noche o de madrugada y poder así cuantificar la totalidad de las nidadas y huevos producidos por las hembras en cada uno de los corrales. Aunque de estas nidadas encontradas durante la revisión se desconocía a que hembras pertenecían, esto no fue problema para interpretar los resultados de los ensayos, ya que se trabajó con los valores promedio de nidos y huevos producidos por hembra por corral.

Todos los animales fueron mantenidos bajo las mismas condiciones de alimentación, se les suministró la misma mezcla vegetales con la misma proporción en función del peso de los animales. Todos los corrales presentaban lugares de asoleamiento y de sombra para facilitar la termoregulación, así como bebederos suficientemente grandes para permitir que los animales se sumergieran.

En el presente trabajo se seleccionaron hembras de tallas muy semejantes, donde la talla promedio del grupo total hembras fue de 301.53 mm con una

desviación estándar de 10.34. El tamaño promedio de los diferentes grupos para los ensayos varió de 299.83 mm a 302.5 mm y la desviación estándar de los grupos varió entre 9.8 y 12.71 (ver tabla N° 1). Esta selección de tamaño se realizó tomando en cuenta lo señalado por Moll (1979) donde afirma que dentro de una especie el tamaño de la nidada incrementa con el tamaño del cuerpo y la edad de la hembra, aunque esto tiende a ser menos evidente, o no cumplirse, en especies que ponen nidadas pequeñas. A pesar de lo mencionado anteriormente y considerando que *G. carbonaria* pone nidadas pequeñas, en el presente trabajo se realizó esta selección de hembras de tallas parecidas para evitar que los resultados de la producción de huevos se vean afectados por el tamaño de los animales.

Por otra parte, se conoce que para algunas especies de tortugas ambos sexos poseen la capacidad de almacenar esperma maduro por largos periodos de tiempo, por ejemplo hembras de *Melaclemys terrarin*, *Terrapene carolina* y *Chelydra serpentina* pueden almacenar esperma por varios años y sus huevos pueden ser fertilizados hasta 4 años después de la inseminación (Moll 1979). Sin embargo, muy poco se conoce sobre esta habilidad en tortugas terrestres (Auffenberg e Iverson 1979).

Con la finalidad de conocer si *G. carbonaria* puede producir huevos fértiles después de un año de la inseminación, en el presente trabajo se realizó un ensayo que consistió en aislar un lote de 10 hembras adultas con una talla promedio de 302.4 mm (DE: 12.21 mm), las cuales en la anterior temporada de reproducción estuvieron con machos y produjeron huevos. Estas hembras se aislaron de machos en el mes de febrero de 1995, justo después de la temporada de desove y antes de la temporada de cruzamiento. Fueron colocadas en un corral de 30 m² (6x5 m.) bajo las mismas condiciones de alimentación y mantenimiento del resto de los animales.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos disponibles de proporción de sexo sugieren que la mayoría de las tortugas tienen una proporción de sexo 1:1. Sin embargo, proporciones

asimétricas han sido señaladas, mostrando que para algunas especies las hembras son más comunes que los machos (Auffenberg e Iverson 1979). Por ejemplo para neonatos de *Podocnemis expansa* han encontrado una proporción macho:hembra de 1:30 (Alho y Danni 1985).

Para el caso de *G. carbonaria*, Moskovits (1988) encontró en poblaciones silvestres en Brasil una proporción macho:hembra de 1,3:1, la cual no fue significativamente diferente de 1:1. Auffenberg e Iverson (opt. cit) encontraron en un total de 29 ejemplares una proporción de sexo 1.9:1, aunque los autores sugieren que este estudio no puede considerarse definitivo.

La proporción macho:hembra en el zocriadero donde se realizó este estudio es 1:1.5 en base a una población adulta de 597 ejemplares. Sin embargo esta proporción pudiera estar sesgada hacia un mayor número de hembras, debido a que existe interés en aumentar la población de hembras para así incrementar la producción de crías.

Para detectar el posible efecto de la proporción de sexos se utilizó la prueba de Friedman, no paramétrica, donde la variable dependiente fue el número promedio de nidos por hembra, el factor o condición fue la proporción de sexos y el bloque o grupo fue el tamaño del corral. Se trabajó con los números promedios de nidos por hembra debido a que el número de hembras varía según a la proporción de sexo, de modo que es lógico pensar que en los ensayos con siete hembras se produzca mayor cantidad de nidadas que en los ensayos con tres hembras. Los resultados muestran que no hay diferencia significativa en el número promedio de nidadas por hembra según la proporción de sexo (valor experimental del estadístico $F_r(\text{exp}) = 0.8$, valor crítico $F_{rc} = 3.8$; con $\alpha = 0.05$).

Estos resultados nos sugieren que en condiciones de cautiverio un macho puede fertilizar igualmente a tres o siete hembras. Por lo tanto, un zocriadero pudiera funcionar con grupos reproductores de un macho por cada siete hembras o más, lo que reduce costos de alimentación y espacio si lo comparamos con proporciones de 1:1. Esto se hace más evidente si tomamos en cuenta que el zocriadero donde se realizó este trabajo desea llegar

Tabla 1. Resultados de la productividad de cada uno de los ensayos

Variable	Condiciones de los ensayos					
	1:3 n: 6 D: 0.53 A: 7.5	1:3 n: 6 D: 0.26 A: 15	1:3 n: 6 D: 0.13 A: 30	1:7 n: 14 D: 0.53 A: 15	1:7 n: 14 D: 0.26 A: 30	1:7 n: 14 D: 0.13 A: 60
Nº de nidadas	8	11	24	29	38	40
Nº de huevos	27	35	92	124	151	160
promedio de huevos/nido	3.37	3.18	3.83	4.27	3.97	4
promedio de huevos/hembra	4.5	5.83	15.33	8.85	10.78	11.42
promedio de nidos/hembra	1.33	1.83	4	2.07	2.71	2.85
% de Hembras sin desove	66.6	33.3	0	7.1	14.2	21.4
% corregido de hembras s/d	60	20	0	0	7.69	14.28
promedio del L.C. (mm)	299.83	301.16	301.83	302.14	301.71	301.50
DE del L.C.	9.8	12.71	10.81	10.41	11.30	10.17
% de eclosión	45	56.66	56.97	61.01	57.63	56.75

1:3 = proporción un macho y tres hembras; **1:7** = proporción un macho y siete hembras; **n** = número total de hembras; **D** = densidad de animales (ind/m²); **A** = área del corral (m²); **L.C.** = Largo del carapacho (mm.); **DE** = desviación estándar

a una meta de 500 hembras reproductoras por lo que necesitaría unos 72 machos para tener una proporción de 7:1, en cambio con una proporción de 3:1 se necesitaría 167 machos y 500 en el caso de 1:1.

Sin embargo, hay que tomar en cuenta que existe la posibilidad de que uno o varios machos sean infértiles, lo que bajaría la productividad del zocriadero. Es por ello que actualmente los grupos reproductores del zocriadero están formados por varias hembras y varios machos para asegurar la fertilidad de los huevos.

Por otra parte, en algunos reptiles se ha observado que la fertilidad puede variar según las condiciones del cautiverio, por ejemplo para *Iguana*

iguana se ha observado que bajo tres tipos diferentes de densidades y con diferentes proporciones de sexo los animales presentan la misma tasa de crecimiento y tamaño de nidadas, pero la fertilidad de los huevos varía desde un 72% en corrales medianos con varios machos, a un 95% tanto en corrales pequeños con un sólo macho como en corrales grandes con varios machos, esto debido aparentemente a las persecuciones y peleas entre machos en los corrales de tamaño mediano (Werner 1991).

En el presente trabajo no fue evaluada la fertilidad de los huevos, sin embargo los porcentajes de eclosión de los diferentes ensayos son similares y varían entre el 45 % y el 61 % (Tabla 1), sin

observarse una tendencia definida. Por ello se puede suponer que la fertilidad haya sido muy similar para las diferentes condiciones de los ensayos. Debe aclararse que debido a la gran diferencia en la cantidad de huevos producidos en los diferentes corrales no creemos conveniente comparar estadísticamente los porcentajes de eclosión.

Un caso similar en cuanto a la proporción de sexo se ha establecido en la cría en cautiverio de otras especies de reptiles como el cocodrilo del Nilo, en donde se considera proporciones de sexo óptimas hasta de 1 macho con 20 hembras, sin embargo recomiendan 1 macho por cada ocho hembras (Hutton y Webb 1992).

Quizás la proporción macho hembra de 1:1 de *G. carbonaria* en vida silvestre (Moskovits op. cit), favorezca o incremente la probabilidad de los encuentros macho-hembra durante la temporada de copula, lo que asegura la inseminación de las hembras. Sin embargo, como mencionamos anteriormente existen otras especies de quelonios como *Podocnemis expansa* que presentan proporción de sexos asimétricas, donde las probabilidades de encuentro durante la temporada de cópula deben ser sumamente altas para asegurar que cada año un macho encuentre en promedio a treinta hembras para inseminarlas y asegurar así el éxito reproductivo de cada una de las hembras. Tal vez para *P. expansa* el encuentro macho-hembra se vea facilitado por el comportamiento de conglomeración que se presenta en la temporada de desove, donde algunos autores mencionan que en esta misma temporada debe ocurrir la copula (Alho *et al* 1979, Paolillo 1982, Pritchard y Trebbau 1984).

Además ha sido demostrado que en varias especies de tortugas acuáticas las hembras pueden continuar produciendo huevos fértiles por varios años después de haber tenido contacto con un macho, aunque el porcentaje de fertilidad disminuye con los años (Pritchard, 1979). Esta estrategia quizás sea propia de aquellas especies que presentan proporciones de sexo asimétricas, ya que permite que las hembras puedan desovar por varios años sin necesidad de copular cada año.

En relación a los resultados del ensayo que realizamos manteniendo a 10 hembras aisladas de ma-

chos se obtuvo que ninguna de las hembras produjo huevos durante dieciocho meses que duró el ensayo. Aunque el número de ejemplares de este ensayo fue muy poco, podemos suponer que las hembras de *G. carbonaria* no poseen la habilidad de producir huevos fértiles años después de ocurrir una inseminación. Aparentemente requieren copular cada año para lograr reproducirse. Este requerimiento en vida silvestre se ve favorecido al presentar una proporción de sexo 1:1 que seguramente aumenta las probabilidades de los encuentros para la copula.

Para determinar el efecto del tamaño del corral sobre la producción de huevos se aplicó la prueba de Jonckheere (Leach 1982) para cada proporción de sexo considerada. Nos interesaba determinar si la producción incrementaba conforme incrementaba el tamaño del corral. Se encontró, para el ensayo de un macho y tres hembras, diferencias significativas en la producción de nidadas según el tamaño del corral ($Z_{exp} = 1.8171$ y un $Z_c = 1.645$, con $\alpha = 0.05$): a medida que aumenta el tamaño del corral aumenta la producción de nidadas en este caso.

La prueba no detectó diferencias significativas cuando la proporción es 1:7. Sin embargo, se observa una tendencia que a medida que aumenta el área del corral aumenta el número de nidos. Quizás el hecho de que no se haya encontrado diferencia significativa obedezca a que durante el desarrollo de este ensayo se produjo la muerte de dos hembras, lo que seguramente hizo disminuir la producción de nidadas. Una de estas muertes ocurrió al inicio de la temporada de nidificación en uno de los corrales de 30 m² y aunque la hembra fue remplazada por otra de tamaño similar, quizás las condiciones previas bajo las cuales se encontraba la hembra de remplazo no favoreció la producción de nidadas. La otra muerte ocurrió en uno de los corrales de 60 m² y al final de la temporada de desove, quizás las condiciones físicas de estas hembras que murieron pudieron afectar su capacidad reproductora lo que a su vez disminuyó la producción de estos corrales.

Considerando esta aclaratoria, aparentemente la capacidad reproductora de la especie se ve favorecida en la medida que disminuimos la densidad de

animales. Sin embargo, al observar el cuadro N° 1 vemos que a una misma densidad pero a tamaños diferentes de corrales la producción de huevos y nidadas es diferente, por ejemplo a la densidad de 0.53 ind/m² vemos que en los corrales de 7.5 m² el promedio de huevos por hembra fue de 4.5 y para corrales de 15 m² este promedio aumentó a 8.85. Esta misma tendencia la observamos en los corrales con densidad de 0.26 ind/m², lo que nos sugiere que la producción de nidos y/o huevos en estos ensayos puede estar más afectada por el tamaño del corral que por la densidad de animales. Sin embargo, debemos señalar que esta tendencia no se cumple para la densidad de 0.13 ind/m² donde el promedio de huevos y nidadas fue mayor en el corral más pequeño, pero debemos recordar que en uno de los corrales de 60 m² ocurrió la muerte de una hembra lo que quizás pudo afectar los datos.

Relaciones entre la proporción de sexo y el tamaño del corral han sido comprobada para otros reptiles, por ejemplo para *Alligator mississippiensis* se ha logrado aumentar los grupos reproductores de un macho y una hembra (1:1) a un macho y tres hembras (1:3) incrementando el tamaño de los corrales de 0,1 ha a 0,2 ha. En este caso la agresividad de la especie hace que en los corrales pequeños la hembra más dominante haga huir o mate a las otras (Joanen y McNease 1991).

Otro hecho que debe analizarse en estos resultados es el porcentaje de hembras sin registro de desove. En la tabla N° 1 se aprecia que para las proporciones de sexo de 1:3 este porcentaje disminuye a medida que el corral es más grande y en los ensayos con proporciones de 1:7 este valor aumenta a medida que el corral es más grande. Las hembras sin registro de desove se puede interpretar como ejemplares que no desovaron o que desovaron tarde en la noche o en la madrugada, por lo que no pudieron ser observadas. Sin embargo, considerando que *G. carbonaria* puede desovar en promedio entre 2.33 y 4 veces por temporada (Castaño y Lugo, 1981 y Hernández, 1997) es poco probable que en ninguna de esas oportunidades no hayan sido observadas las hembras desovando. Con base a lo antes dicho consideramos que las hembras sin registro de desove simplemente no desovaron y los pocos nidos encontrados luego de las revisiones pertenecen a hem-

bras con sólo uno o dos desoves registrados, por lo que estos nidos encontrados significarían el segundo o tercer nido de la temporada para algunas de estas hembras.

El hecho de que una hembra no desove en toda la temporada pudiera ser un reflejo de las condiciones del encierro o simplemente fueron hembras con problemas para la reproducción, independientemente de las condiciones del encierro. Sin embargo, para asegurarnos de la condición reproductora de estos ejemplares analizamos su comportamiento reproductivo en la siguiente temporada de nidificación (1996-97). Se encontró que de las 11 hembras sin registro de desove de estos ensayos (sin incluir las que murieron) sólo cuatro permanecieron sin registro de desove, lo que nos dice que estos ejemplares no han producido huevos por lo menos durante dos temporadas consecutivas. Este hecho nos sugiere que estos cuatro ejemplares presentaron problemas para la reproducción independientemente de las condiciones del encierro. Hay que aclarar que para la temporada 1996-97 todas las hembras se mantuvieron en condiciones diferentes a la de estos ensayos.

Es importante señalar que estas cuatro hembras con posibles problemas de fertilidad no se encontraban en un mismo corral, de hecho no se encontró más de una en un mismo corral, por lo que podemos pensar que la presencia de estas cuatro hembras no altere el resultado de los ensayos. Sin embargo, en la tabla N° 1 se muestra lo que llamamos «porcentaje corregido» de hembras sin desove, que no es más que el recálculo de este porcentaje sin considerar a los cuatro ejemplares con supuestos problemas para la reproducción, este porcentaje corregido muestra la misma tendencia.

En cuanto a esto, podemos pensar que en los corrales más pequeños el poco espacio disponible cause estrés a los animales, afectando su reproducción. Por otra parte, en los corrales grandes bajo proporciones de sexo tan disparejas como de un macho y siete hembras, la probabilidad de que un macho monte y fertilice a todas las hembras sea menor que en los corrales de tamaños intermedios.

Auffenberg (1969) encontró para *G. denticulata* que el nivel de sociabilidad de los animales disminu-

ye al aumentar tanto el tamaño de los corrales como el número de refugios disponibles, en este trabajo se midió la sociabilidad como el contacto entre animales que comparten un determinado refugio. Esta sociabilidad desaparece completamente al disminuir la densidad de animales y aumentando los refugios, mencionando que este comportamiento también ha sido encontrado en *G. elephantopus*. Por ser *G. carbonaria* una especie estrechamente relacionada a las dos anteriormente mencionadas quizás presente este mismo comportamiento y al colocarlos en corrales grandes los animales tienden a permanecer más aislados o alejados unos de otros. Considerando la proporción de sexo de 1:7 quizás un sólo macho no entre en contacto con todas las hembras del corral, simplemente porque se limite a copular con las hembras más cercanas y considerando los resultados del ensayo de las 10 hembras aisladas de machos, suponemos que las hembras que no copulan no producen huevos. Esto podría explicar el aumento de hembras sin desoves a media que se aumenta el tamaño del corral (bajo la proporción de sexo 1:7).

Al observar los valores promedios de huevos por hembra mostrados la Tabla 1, encontramos que de las seis diferentes condiciones bajo las cuales se mantuvieron los animales, aquella con una proporción de sexo 1:3 y con un área de corral de 30 m² fue la mejor para su reproducción. Sin embargo, debemos recordar que otros factores pudieron afectar los resultados como la muerte de dos animales

en los corrales con proporción 1:7, así como la supuesta condición de esterilidad de cuatro hembras.

Con base en todo lo anteriormente planteado consideramos que se debería repetir el ensayo con grupos de siete hembras en corrales de 15, 30 y 60 m², pero con un mayor número de machos para asegurar la fertilización de todas las hembras y quizás con más réplicas, de manera de poder determinar cual es la mejor condición para su reproducción en este zocriadero. Igualmente para próximos ensayos deben seleccionarse hembras que no presenten problemas de fertilidad, esto se puede determinar conociendo los antecedentes de los animales y seleccionando sólo aquellos con comprobado éxito reproductivo en las temporadas anteriores.

AGRADECIMIENTOS:

Esta investigación ha sido financiada por la Agropecuaria Puerto Miranda por lo que deseamos agradecer a su propietario el Sr. José Antonio Martínez, así como al Gerente de la Agropecuaria el Ing. Pedro Azuaje quienes nos apoyaron y colaboraron en todo momento. Asimismo deseamos agradecer al Dr. Renato de Nobrega, profesor de la Universidad Central de Venezuela, por su valiosa y desinteresada asesoría en el procesamiento y análisis estadístico de los datos, así como por sus sugerencias y críticas.

LITERATURA CITADA

- ALHO, C., A. CARVALHO Y L. PADUA
1979. Ecología da Tartaruga da Amazonia e Avaliação de seu Manejo na Reserva Biologica do Trombetas. *Brasil Florestal*, (38) : 29-47.
- ALHO, C. Y T. DANNI
1985. Temperature-dependent Sex Determination in *Podocnemis expansa* (testudinata: Pelomedusidae). *Biotropica*, 17 (1): 75-78.
- AUFFENBERG W.
1969. Social behavior of *Geochelone denticulata*. *Quart. Journ. Florida Acad. Sci.*, 32 (1): 50-58.
- AUFFENBERG W. Y J. INVERSON.
1979. Demography of terrestrial Turtles. In: *Turtles: Perspectives and Research* (ed. M. Herless and H. Morlock), pp. 541-569. John Wiley & Sons, New York.
- BOEDE E. Y O. HERNANDEZ
1996. Zoológicos de Morrocoyes, *Geochelone carbonaria* y *Geochelone denticulata*. *Natura*, 106: 10-13.
- CARPENTER, C.
1980. An Ethological Approach to Reproductive Success in Reptiles. In: *Reproductive Biology and Diseases of Captive Reptiles*. (co. ed. Murphy B. and Collins J.) pp. 33-48. Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
- CASTAÑO, O. Y M. LUGO
1981. Estudio Comparativo del Comportamiento de dos Especies de Morrocoy: *Geochelone carbonaria* y *Geochelone denticulata* y Aspectos Comparables de su Morfología Externa. *Cespedesia*, 10: 55-122.
- CREWS, D. Y L. GARRIC
1980. Methods of Inducing Reproduction in Captive Reptiles. In: *Reproductive Biology and Diseases of Captive Reptiles*. (co. ed. Murphy B. and Collins J.) pp. 49-70. Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
- EHRENFELD, D.
1979. Behavior Associated with Nesting. In: *Turtles: Perspectives and Research* (ed. M. Herless and H. Morlock), pp. 417-434. John Wiley & Sons, New York.
- FICHT, H.
1980. Reproductive Strategies of Reptiles. In: *Reproductive Biology and Diseases of Captive Reptiles*. (co. ed. Murphy B. and Collins J.) pp. 25-32. Society for the Study of Amphibians and Reptiles.
- HERNANDEZ, O.
1997. Aspectos de la Reproducción y Crecimiento del Morrocoy, *Geochelone (Chelonoidis) carbonaria* (Spix, 1824). *Biollania*, 13:165-183.
- HIGHFIELD, A.
1990. *Keeping and Breeding Tortoises in Captivity*. R&A. Publishing Limited. England. 149 p.
- HUTTON Y WEBB.
1992. Introducción a la Cría de crocodrilianos. Crocodile Specialist Group SSC/IUCN - World Conservation Union. 40 p.
- JOANEN, T. Y E. MCNEAS
1991. Crianza del Lagarto Americano (*Alligator mississippiensis*). En: *Crianza de Cocodrilos: Información de la Literatura Científica*. Wayne King F. (red). Grupo de Especialistas en Cocodrilos. IUCN. The World Conservation Union, Gland, Suiza. pp. 17-24
- LEACH, C.
1982. *Fundamentos de Estadística*. Limusa. México.
- MOLL, E.
1979. Reproductive Cycles and Adaptations. In: *Turtles: Perspectives and Research* (ed. M. Herless and H. Morlock), pp. 305-332. John Wiley & Sons, New York.
- MOSKOVITS, D.
1988. Sexual Dimorphism and Population Estimates of the Two Amazonian Tortoises. (*Geochelone carbonaria* and *G. denticulata*) in the Northwestern Brazil. *Herpetologica*, 44(2): 209-217.
- PAOLILLO, A.
1982. Algunos Aspectos de la Ecología Reproductiva de la Tortuga Arrau (*Podocnemis expansa*) en las Playas del Orinoco Medio. Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. 132 p.
- PRITCHARD, P.
1979. *Encyclopedia of turtles*. T.F.H. Publications, Inc., Jersey City, 895 p.
- PRITCHARD, P. Y P. TREBBAU
1984. *The turtles of Venezuela*. Society for the study of amphibians and reptiles. 403 p.
- WERNER, D.
1991. The Rational Use of Green Iguanas. In: *Neotropical Wildlife Use and Conservation*. Robinson J. & Redford K. (ed). The University of Chicago Press. Chicago. pp. 181-201.