

Crecimiento, conversión de alimento y mortalidad de *Eretmochelys imbricata* (Reptilia: Cheloniidae) en estanques artificiales en Costa Rica

Walter Gutiérrez Montero¹ y Jorge Cabrera Peña²

¹ Junta de Administración Portuaria y Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica (JAPDEVA), Limón, Costa Rica.

² Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia 86-300, Costa Rica.

(Rec. 17-VI-1994. Rev. 2-V-1995. Acep. 25-V-1995)

Abstract: Growth rates, feed conversion and mortality of cultured *Eretmochelys imbricata* (hawksbill turtle) were studied in concrete raceways by feeding with fresh fish meal (tilapia) and in duplicate (tanks of 21 m³). The turtles were 11 months old at the beginning of the experiment, with an average carapace straight length of 23.64 ± 1.94 cm, an average carapace curved length of 24.15 ± 1.94 cm and an average weight of 1527 ± 2.54 g. The experiment was carried out during six months and a density of 3 ind/m² was used. The equation of Von Bertalanffy for the growth of *E. imbricata* was $LRC = 3.5 + [(82.0 - 3.5) (1 - e^{-0.67432(t)})]$. The relationship between carapace straight length -weight was $W = 5.207 \times 10^{-3} LRC^{3.8807}$ ($r=0.99$). The feed conversion was 1.54 ± 0.74 and the mortality was zero during the study.

Key words: *Eretmochelys imbricata*, hawksbill turtle, growth, feed conversion, culture, Costa Rica.

Los estudios sobre cría de tortugas marinas en cautiverio por varios meses o años, se ha convertido en una de las técnicas conservacionistas más utilizada cuando las especies están amenazadas y se quiere aumentar sus poblaciones naturales; esto implica realizar estudios sobre crecimiento, dietas, diseños acuaculturales para mantenimiento, enfermedades y otros (Kaufmann 1975a, Fontaine 1983, Buitrago 1987). Con relación a los cultivos de tortuga Carey (*E. imbricata*), éstos son limitados, esporádicos y a menudo han sido realizados por periodos cortos de tiempo y un número reducido de especímenes (Witzell 1980, 1983).

Para el cultivo de tortuga Carey se han utilizado tanques de concreto, fibro-cemento, plástico, fibra de vidrio y encierros en bahías, en Micronesia, Australia, Samoa, Colombia, Venezuela, Estados Unidos de América y otros y como alimentos, diferentes clases de peces marinos, moluscos, crustáceos, erizos de mar y ocasionalmente macroalgas y zacate marino (Kaufmann 1975a, Witzell 1980, 1983, Buitrago 1987).

Los estudio sobre crecimiento y mortalidad de *E. imbricata* en cautiverio indican que esta especie entre los 11 y 18 meses de edad, incrementa su longitud entre 107 y 193 mm y su peso entre 2565 y 3094 g, con un porcentaje de mortalidad entre 3 y 20% (Kaufmann 1975a, Witzell 1980, Buitrago 1987).

El objetivo del presente trabajo fue determinar el crecimiento, conversión de alimentos y mortalidad en *E. imbricata* cultivada en estanques de concreto y alimentadas con carne fresca de tilapia (*Oreochromis* sp.).

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se realizó entre el 14 de septiembre de 1986 y el 16 de marzo de 1987, en isla Uvita (83° 0' 48" N y 9° 9' 43" E), Limón, Costa Rica. 130 tortugas (70 machos y 60 hembras) de 11 meses de edad, fueron distribuidas en dos estanques de concreto (7 m largo, 3 m de ancho y 1.2 m alto), a una densidad de 3 ind/m³. Se utilizó una bomba de tres pulgadas

para obtener el agua del mar y así realizar dos cambios diarios de agua por estanque por día (a las 09:00 y 17:00 hrs).

El estudio fue realizado en estanques a la interperie, con una duración de 6 meses y se alimentó a saciedad a las tortugas con carne fresca de tilapia (*Oreochromis* sp.) a las 08:00 y 16:00 hrs. Quincenalmente a cada animal se les midió largo curvo de caparacho (LCC) y largo recto de caparacho (LRC) (medida desde el centro anterior del escudo precentral hasta el margen posterior de las postcentrales), ancho curvo de caparacho (ACC) y ancho recto de caparacho (ARC) (medido a la altura del sexto par de placas marginales) con una precisión de 0.1 cm (Pritchard *et al.* 1983) y el peso (W) con una precisión de 0.1 g. Diariamente se midió la temperatura del agua y la ambiental. Asimismo se determinó el promedio de precipitación para el periodo de estudio.

Al inicio de la fase experimental las tortugas del estanque 1 (n= 65) tenían un W de 1534 ± 280 g; un LRC de 23.60 ± 1.88 cm; un ARC de 17.15 ± 1.13 cm, un LCC de 24.49 ± 1.94 cm y un ACC de 20.33 ± 1.55 cm; y las del estanque 2 (n= 65), 1521 ± 253 g; 20.20 ± 1.57; 23.66 ± 1.38 cm; 24.47 ± 1.43 cm; y 16.96 ± 1.09 cm respectivamente.

Se calculó tasa de crecimiento (g días⁻¹), tasa de crecimiento específico (% de peso corporal día⁻¹), Ración (% del peso corporal por día⁻¹), Conversión alimenticia (g de alimento / g de incremento en peso del animal) e incremento (medida final-medida inicial) para LRC, LCC, ARC y ACC (Huisman 1976).

Con los datos de LRC obtenidos en el presente estudio y las LRC encontradas para la población silvestre en Tortuguero, Costa Rica por Bjorndal *et al.* (1985), se calculó el crecimiento de la especie en cultivo de acuerdo a la modificación de la fórmula de Von Bertalanffy realizada por Fabens (1965) y que corresponde a $LRC = LRC_{\text{neonato}} + [(L_{\infty} - LRC_{\text{neonato}}) (1 - e^{-kt})]$, la relación LRC-W se calculó de acuerdo con Ricker (1975).

RESULTADOS

La temperatura del agua de los estanques para el periodo de estudio fluctuó entre 26.6 y 29.9 °C con un promedio de 28.0 ± 1.2°C y la ambiental entre 24.9 y 28.2°C, con un prome-

dio de 26.2 ± 1.0 °C. La pluviometría fue de 1250 mm.

El análisis estadístico para los diferentes parámetros morfométricos medidos, muestra que no existen diferencias estadísticas significativas entre los estanques (t-student, p≤ 0.05), por lo que se agruparon los datos para los cálculos de crecimiento.

El menor incremento en el crecimiento se obtuvo para ARC y la mortalidad en ambos estanques fue cero (Cuadro 1), sin embargo se desapareció una tortuga de cada estanque un mes y 10 días antes de terminar la fase experimental (1.54 %).

El incremento del peso promedio en función del tiempo para las tortugas criadas bajo las condiciones experimentales del presente trabajo se rige por la siguiente ecuación $W = 12.13 e^{0.1617(t)}$ [t=días] (n= 128, r=0.99) y las ecuaciones obtenidas para las relaciones LRC-W y LCC-W fueron $W = 5.207 \times 10^{-3} LRC^{3.88074}$ y $W = 3.103 \times 10^{-3} LCC^{3.36530}$ respectivamente (n= 128, r= 0.99), determinándose un crecimiento de tipo alométrico (t-student, p≤ 0.05) y la ecuación de crecimiento en longitud recta de caparacho calculada para de la especie fue $LRC = 3.5 + [(82.0 - 3.5) (1 - e^{-0.67432})]$.

En el Cuadro 2 se observan los valores obtenidos para la tasa de crecimiento, tasa de crecimiento específico y conversión alimenticia, donde se aprecia que a mayor conversión alimenticia menor tasa de crecimiento específico; que a nivel de los 124 días de cultivo se obtienen los menores valores de tasa de crecimiento y los mayores a nivel de los 143 días. Así mismo se obtuvo un tasa de crecimiento promedio en peso de 11.06 ± 4.32 g día⁻¹, con un ámbito de 4.05 a 16.61 g día⁻¹.

DISCUSION

Los valores de temperatura obtenidos, tanto del agua como del ambiente, se encuentran dentro de los ámbito mencionados para el cultivo de tortugas marinas por Kaufmann (1975a) en Colombia, Ross (1981) en la península de Arabia y Wood y Wood (1993) en Isla Gran Caimán.

La densidad utilizada (3 tortugas/m³) fue menor a la utilizada por Godinez *et al.* (1993) (8.3 ind./ m³), para *Chelonia agassizii* y mayor a la recomendada por Pritchard *et*

CUADRO 1

Crecimiento, incrementos y mortalidad de *Eretmochelys imbricata* criada en estanques de concreto en isla Uvita, Limón, C.R.

Parámetros		Estanque 1	Estanque 2
LRC promedio inicial	(cm)	23.63	23.66
LRC promedio final	(cm)	31.45	31.85
Incremento en LRC	(cm)	7.82	8.19
Incremento en LRC	(%)	33.09	34.62
ARC promedio inicial	(cm)	17.10	16.97
ARC promedio final	(cm)	20.81	21.98
Incremento en ARC	(cm)	3.56	3.73
Incremento en ARC	(%)	20.81	21.98
LCC promedio inicial	(cm)	24.49	24.27
LCC promedio final	(cm)	31.45	31.65
Incremento en LCC	(cm)	6.96	7.38
Incremento en LCC	(%)	28.42	30.16
ACC promedio inicial	(cm)	20.34	20.20
ACC promedio final	(cm)	26.33	26.58
Incremento en ACC	(cm)	5.99	6.38
Incremento en ACC	(%)	29.45	31.58
Número tortugas al inicio		65	65
Número tortugas al final		64	64
Mortalidad	(%)	0	0
Tortugas desaparecidas	(%)	1.54	1.54

al. (1983) para subadultos de tortugas marinas (1 ind/0.66 m³) y por Witzell (1980) para *Eretmochelys imbricata* (1 ind./m³).

La mortalidad en el presente estudio (0%) fue menor que la encontrada por Kaufmann (1975a) para la misma especie (20%) en Colombia, a lo informado por Buitrago (1987) para el cultivo de *E. imbricata*, *Chelonia mydas* y *Caretta caretta* en Venezuela (10%, 10% y 17% respectivamen-

te) e igual al obtenido por Godínez *et al.* (1993) para el cultivo de *C. agassizii* (0 %) en México.

El crecimiento en LRC (entre 0.043 y 0.045 cm día⁻¹) fue superior a los informados para la misma especie por Harrison (1963) (0.029 cm día⁻¹) en las islas Sabah, Alcala (1980) (0.029 cm día⁻¹) en Filipinas, Uchida (1980) (0.031 cm día⁻¹) en Malasia e Indonesia y Buitrago (1987) (0.034 cm día⁻¹) en Venezuela y menor a los obtenidos para *E. imbricata* por Kaufmann (1975a) (0.091 cm día⁻¹) en Colombia, por Witzell (1980) (0.055 cm día⁻¹) en Samoa, así como por Kajihara y Uchida (1974) para ejemplares silvestres en el sureste de Asia. También fueron menores que los informados por Uchida (1967) y Witham y Futch (1977) (entre 0.046 y 0.055 cm día⁻¹) para *C. caretta* en Japón y en Florida (E. U. A.) respectivamente y que a los encontrados por Godínez *et al.* (1993) (0.061 cm día⁻¹) en México y Wood y Wood (1993) (entre 0.063 y 0.069 cm día⁻¹) en Isla Gran Caimán, para *Chelonia* spp.

El incremento promedio en peso obtenido para *E. imbricata* fue de 11.06 ± 4.32 g día⁻¹, valor mayor que al informado para la misma especie por Kaufmann (1975a) (7.92 g día⁻¹) en Colombia y Alcala (1980) (9.86 g día⁻¹) en Filipinas; para *C. caretta* por Kaufmann (1975b) (entre 1.251 y 1.68 g día⁻¹) en Colombia, y Schwartz (1981) (entre 2.91 y 5.55 g día⁻¹) en E.U.A. y para *C. mydas* por Wood y Wood (1993) (entre 7.19 y 8.02 g día⁻¹) en Isla Gran Caimán.

CUADRO 2

Crecimiento, crecimiento específico y conversión de alimento obtenidos durante la fase experimental del cultivo de *E. imbricata*

Días	Nº Tort.	Alimento (g)	Peso ¹ ind. (g)	Crec. (g)	CE ²	CA ³
0	130	0.00	1527.9	0.0	0.00	0.00
16	130	156.82	1592.1	64.8	0.26	2.42
30	130	149.38	1740.0	147.9	0.63	1.01
47	130	192.05	1907.0	167.0	0.54	1.15
65	130	223.30	2061.0	154.0	0.43	1.45
80	129	231.12	2275.0	214.0	0.66	1.08
93	129	185.07	2368.0	93.0	0.31	1.99
107	129	246.56	2600.6	232.6	0.67	1.06
124	129	256.36	2676.0	75.4	0.17	3.40
143	128	269.31	2962.5	286.5	0.54	0.94
156	128	216.95	3124.4	161.9	0.41	1.34
169	128	228.61	3303.0	178.6	0.43	1.28
183	128	295.26	3525.0	222.0	0.46	1.33

1 Peso ind. = Peso promedio individual

2 CE= Crecimiento específico (% del peso corporal día⁻¹)

3 CA= Conversión de alimento

Alimento= alimento promedio individual

Crec.= Crecimiento promedio individual (peso t₁-peso t₀)

La relación LRC-W obtenida fue superior a la encontrada para la misma especie en cultivo por McElroy y Alexander (1979) en la región de las islas Solomon y menor al informado por Buitrago (1987) en Venezuela. El crecimiento obtenido fue de tipo alométrico y difiere con lo encontrado por Brown *et al.* (1982) para organismos cultivados de la misma especie en Jamaica.

La ecuación de crecimiento difiere de la encontrada por Witzell (1980), ya que en el presente trabajo, se consideraron los datos obtenidos para la especie en Tortuguero, Costa Rica por Bjorndal *et al.* (1985).

La conversión alimenticia promedio obtenida (1.53 ± 0.7) fue menor que las obtenidas por Kowarsky (1977) (4.8) en *C. mydas* en el noreste de Australia, por Wood y Wood (1977) (2.5 a 5.7) en *C. mydas* en isla Gran Caimán y por Buitrago (1987) (6.2) para *E. imbricata*, (4.6) para *C. mydas* y (3.1) para *C. caretta* en Venezuela.

Del presente estudio, se puede concluir que es factible, desde un punto de vista técnico y biológico el cultivo de *E. imbricata* en la región del Caribe de Costa Rica, como una forma de conservar e incrementar las poblaciones naturales de esta especie.

AGRADECIMIENTO

Se agradece a la Junta de Administración Portuaria y Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica (JAPDEVA) y a la Dirección de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional por las facilidades brindadas y a todas aquellas personas que colaboraron en la realización del presente estudio

RESUMEN

Se determinó el crecimiento, conversión alimenticia y mortalidad de *Eretmochelys imbricata* (tortuga Carey) cultivada en estanques de concreto, a una densidad de 3 ind/m³. Al inicio de la fase experimental las tortugas (n=130) tenían 11 meses de edad, un peso promedio de 1527.9 ± 2.54 , un promedio de longitud recta de caparacho de 24.15 ± 1.94 . El trabajo fue realizado por duplicado y tuvo una duración de seis meses, durante el cual se les alimentó con carne fresca de tilapia (*Oreochromis* sp.) a saciedad. La relación LRC-W obtenida se rige por la ecuación $W = 5.207 \times 10^{-3} LRC^{3.88074}$ y el crecimiento en longitud recta de caparacho por $LRC = 3.5 + [(82.00 - 3.5)(1 - e^{-0.67431(t)})]$. La conversión alimenticia en materia seca fue de 1.54 ± 0.74 , con una mortalidad igual a cero

para todo el periodo experimental. El crecimiento específico fue de 0.46 ± 0.15 % del peso corporal día⁻¹.

REFERENCIAS

- Alcala, A. 1980. Observation on the ecology of the Pacific hawksbill turtle in the central Visayas, Philippines. Rep. Div. Res., Silliman University, Silliman, Filipinas. 24 p.
- Buitrago, J. 1987. Cría con fines de repoblación, de tres tortugas marinas en los Roques, Venezuela. Soc. Cienc. Nat. La Salle, Venezuela, 47: 127-199.
- Bjorndal, K. A., A. Carr, A. B. Meylan & J. A. Mortimer. 1985. Reproductive biology of the hawksbill *Eretmochelys imbricata* at tortuguero, Costa Rica, with notes on the ecology of the specie in the Caribbean. Biol. Conserv. 34: 353-368.
- Brown, R. B., G. C Harvey & L.A. Wilkins. 1982. Growth of jamaican hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) reared in captivity. J. Herpetol. 6: 233-236.
- Fabens, A. J. 1965. Properties and fitting of Von Bertalanffy growth curve. Growth 29: 265-289.
- Fontaine, C. T. 1983. Calendar year annual report for 1983 sea turtle headstart research proyect. Aquaculture Research and Technology Division Galveston Laboratory (NMFS), Galveston, Texas. 38 p.
- Godinez, D.E., R. E. Carretero, F. de A. Siva, S. Ruiz & B. Aguilar. 1993. Crecimiento de neonatos de *Chelonia agassizii* (Testudines:Cheloniidae) en cautiverio. Rev. Biol. Trop. 41: 253-260.
- Harrison, T. 1963. Notes on marine turtles. Growth rates of the hawksbill. Sarawak Mus. J. 11: 302-303.
- Huisman, E. A. 1976. Food conversion efficiencies at maintenance and production levels for carp, *Cyprinus carpio* L., and rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. Aquaculture 9: 259-173.
- Kowarsky, J. 1977. Culture trials of young green turtles, *Chelonia mydas* in Torres Strait, Northern Australia. Aquaculture 14: 197-215.
- Kaufmann, R. 1975a. Observaciones sobre el crecimiento de tortugas marinas en cautiverio. Caldasia 11: 139-150.
- Kaufmann, R. 1975b. Studies on the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta caretta* (Linnaeus) in Colombia, South America. Herpetologica. 31: 323-326.
- Kajihara, T. & I. Uchida (1974). The ecology and fisheries of hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, in Southeast Asia. Jpn. J. Herpetol. 5:48-56.
- McElroy, J. & D. Alexander. 1979. Marine turtles resources of Solomon Islands region. Joint South Pacific Commission/National Marine Fisheries Service Workshop on Marine Turtles in the Tropical Pacific Islands. Noumea, New Caledonia. 11: 57 p.

- Pritchard, P., P. Bacon, F. Berry, A. Carr, J. Fletmeyer, R. Gallagher, S. Hopkins, R. Lankford, R. Marquez, L. Ogren, W. Pringle, H. Reichart & R. Witham. 1983. Manual sobre técnicas de investigación y conservación de las tortugas marinas. Center for Environmental Education, Washington, D.C. 134 p.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistic of fish population. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 191-382.
- Ross, A. 1981. Hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* in the Sultanate of Oman. Biol. Conserv. 19: 99-106.
- Schwartz, F. J. 1981. A long term internal tag for sea turtles. Northeast Gulf Sci. 5:87-93.
- Uchida, I. 1967. On the growth of the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, under rearing conditions. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 33: 497-507.
- Uchida, I. 1980. The report of a feasible research on artificial hatchery and cultivation of hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* in waters adjacent to Malaysia, Singapore and Indonesia. Japanese Tortoise Shell Association. Japan. 63 p.
- Witham, R. & C. R. Futch. 1977. Early growth and oceanic survival of pen-reared sea turtles. Herpetologica 33: 404-409.
- Witzell, W. N. 1980. Growth of captive hawksbill turtles, *Eretmochelys imbricata*, in Western Samoa. Bull. Mar. Sci. 30: 909-912.
- Witzell, W. N. 1983. Synopsis of biological data on the hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus 1766). FAO, Fish. Synop. 137:78 p.
- Wood, J. & F. Wood. 1977. Quantitative requirements of the hatchling green sea turtle for lysine, tryptophan, and methionine. J. Nutr. 107: 171-175.
- Wood, F. & J. Wood. 1993. Growth curve for captive-reared green sea turtles, *Chelonia mydas*. Herpetol. J. 3: 49-54.