

*DENTICION Y REPLAZO DENTAL EN ALGUNOS
TIBURONES CARCHARHINIDOS DEL
PACIFICO COLOMBIANO*

Por JUAN MANUEL DIAZ M.

RESUMEN

Las mandíbulas secas de cuatro especies de tiburones carcharhínidos (*Galeocerdo cuvieri*, *Carcharhinus albimarginatus*, *C. galapaguensis* y *C. porosus*) del Pacífico oriental tropical fueron examinadas para determinar las tasas de remplazo dental de cada especie. En general, las tasas de remplazo fueron mayores en la mandíbula inferior que en la superior, y esta diferencia fue más grande en aquellas especies en las que la diferenciación morfológica entre los dientes superiores e inferiores es más notable. Además, las mandíbulas cuyos dientes tienden a ser más anchos que largos tienen tasas de remplazo menores que aquellas cuyos dientes tienden a ser más largos que anchos. Esto es debido posiblemente a la mayor capacidad de tensión de los dientes anchos y a la mayor susceptibilidad a la ruptura de los dientes largos. La gran diferenciación morfológica entre los dientes superiores e inferiores de algunos tiburones, sugiere un grado de especialización más elevado en los hábitos alimenticios de esas especies.

SUMMARY

Dried jaws of four Carcharhinid shark species (*Galeocerdo cuvieri*, *Carcharhinus albimarginatus*, *C. galapaguensis* and *C. porosus*) from the eastern tropical Pacific were examined. Tooth replacement rates were determined in both, upper and lower jaws of each species. In general, replacement rates were greater in lower jaws than in upper ones, and this difference was greater in those species in which the morphologic differentiation between upper and lower teeth is more noticeable. In addition, those jaws in which teeth tend to be wider than longer have lower replacement rates than those in which teeth tend to be longer than wider. This is possibly due to larger tension capacity of wide teeth and higher susceptibility to rupture of long teeth. The great morphological differentiation between upper and lower teeth of some sharks, suggests a higher level of specialization in the feeding habits of those sharks.

INTRODUCCION

La adaptación crítica que ha permitido el desarrollo de la gran fuerza mandibular de los peces elasmobranquios, especialmente en los tiburones,

es el mecanismo para remplazar en forma rápida y efectiva la dentición, sujeta a un continuo desgaste por el uso. Estamos aún lejos de comprender en forma precisa este mecanismo, para el cual se han propuesto varias hipótesis (Cadenat, 1962; Moss, 1967; Budker, 1971 y otros). No obstante el principio básico del proceso, desde que fue sugerido por R. Owen (en Budker, 1971:54) en el siglo pasado, es generalmente aceptado.

La disposición de los dientes en la mandíbula indica que, en algunas especies, el remplazo dental es un fenómeno localizado. James (1953) sugirió que el movimiento hacia afuera del diente, debido a la proliferación del epitelio bucal, se bloquea por otros dientes que se le superponen. Por consiguiente, el diente no puede ser remplazado hasta que aquellos que lo bloquean se pierdan. Se han propuesto dos tipos fundamentales de disposición dental; la más simple es la dentición independiente, en la que no existe superposición y el remplazo puede hacerse libremente, sin bloqueo. Este tipo de dentición se encuentra en los miembros de las familias Isuridae y Alopidae. El otro tipo de disposición, llamada dentición superpuesta, puede darse de dos formas, imbricada o alterna; ninguna de ellas se da "pura" y por lo general se encuentra una combinación de ambas, llamada dentición mixta, característica de las familias Sphyrnidae y Carcharhinidae. Un análisis más detallado sobre este tópico se encuentra en Strasburg (1963).

En el presente estudio, los tiburones de los cuales se obtuvieron datos pertenecen a la familia Carcharhinidae, la más numerosa en especies. Por lo menos 20 especies de esta familia han sido reportadas para el Pacífico americano tropical (Rosenblatt y Baldwin, 1958; Kato et al., 1967) aunque muy poco o nada se conoce acerca de su dentición. El propósito de esta contribución es proporcionar información sobre la dentición y el remplazo dental de cuatro de las especies más comunes. El uso de las características dentales como herramienta en la taxonomía de este grupo de animales puede ayudar a esclarecer muchas confusiones, especialmente en el Pacífico americano, donde aún subsisten conflictos taxonómicos (Rosenblatt y Baldwin, 1958; Kato et al., 1967; Fernández, 1975; Gómez y Díaz, 1979).

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo fue realizado en octubre de 1978 durante un inventario preliminar de los tiburones de las aguas de la Isla Gorgona en el Pacífico colombiano (Gómez y Díaz, 1979), y en mayo de 1979 durante la expedición Sula III a dicha isla.

Se examinó un total de 21 mandíbulas secas de las siguientes especies: *Galeocerdo cuvieri* (Lesueur) 6 mandíbulas, *Carcharhinus albimarginatus* (Rüppel) 9 mandíbulas, *C. galapaguensis* Snodgrass y Heller, 4, mandíbulas y *C. porosus* (Ranzani) 2 mandíbulas. La comparación del número de dientes semi-erectos remplazantes con el número de dientes funcionales en vía de remplazo, proporciona un índice o tasa de recambio dental, que varía según la especie. Tal como lo anota Strasburg (1963), el término "semierecto" es en cierta forma subjetivo, pero se aplica a todos los dientes cuya posición es intermedia entre los estados invertido y erecto. La tasa de remplazo dental (en porcentaje) se obtiene a partir de la expresión:

$$R = \frac{A + B}{F} \times 100$$

donde R es la tasa de remplazo, A el número de filas* con dientes en vía de remplazo (filas con un diente semi-erecto por detrás del diente funcional), B es el número de filas con más de un diente semi-erecto por detrás del funcional y F es el número total de dientes en la serie**incluyendo los sinfisiales. En aquellos casos en que R es superior a 100, existe más de una serie de dientes semi-erectos. La tasa de remplazo puede ser variable en las mandíbulas superior e inferior, por lo cual se calculó independientemente para cada una de ellas.

El largo y ancho máximos de todos los dientes de cada mandíbula fue medido con el fin de calcular la relación largo-ancho promedio de los dientes de cada mandíbula como un indicativo de la forma general del diente. Se exceptuaron aquellos dientes rotos o demasiado gastados.

La relación entre la tasa de remplazo y el coeficiente largo/ancho promedio de los dientes fue analizada por medio de técnicas de regresión lineal y correlación.

RESULTADOS

Tanto el número como la forma de los dientes es variable entre las especies y sirve en la identificación de éstas. Las especies que se incluyen

* Una fila de dientes se define como una línea de dientes derivados de una misma área germinal e incluye uno o varios dientes funcionales más dientes de remplazo en varios estados de desarrollo.

** Una serie se define como una línea de dientes paralela al eje de la mandíbula, todos ellos en diferentes filas.

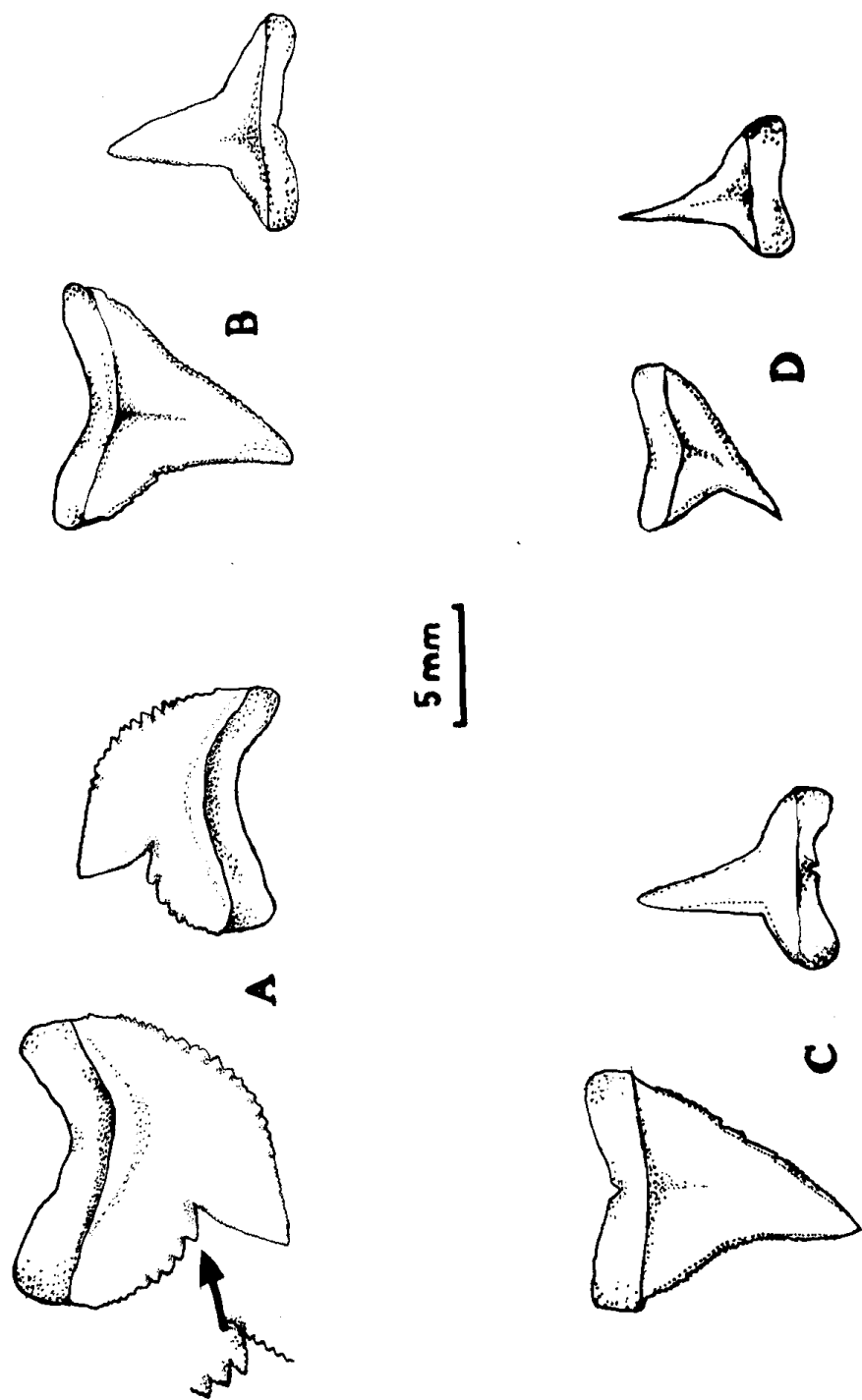


Figura 1. Dientes superiores e inferiores (cerca del centro de la mandíbula de: A, *Galeocerdo cuvieri*; B, *Carcharhinus albimarginatus*; C, *C. galapaguensis*; y D, *C. porosus*.

en este trabajo, a excepción de *Carcharhinus albimarginatus* y *C. porosus*, pueden distinguirse fácilmente por la forma de sus dientes. En la figura 1 se ilustran los dientes superiores e inferiores de las cuatro especies.

Los dientes de *Galeocerdo cuvieri* tienen forma muy característica, con fuertes serraciones y de forma similar en ambas mandíbulas. La fórmula general* es 10-1-10/10-1-10 para la gran mayoría de los ejemplares examinados; solo unos pocos presentaron la fórmula 11-1-11/11-1-11. Esta última es la más usual entre los ejemplares del Océano Indico (Bass et al., 1975); si bien la especie tiene distribución circuntropical (Briggs, 1960), el aislamiento y diferenciación entre las poblaciones del Indico y Pacífico oriental debe tenerse en cuenta.

En *Carcharhinus albimarginatus* los dientes tienen disposición mixta, con las márgenes de las cúspides serradas, muy difíciles de observar a simple vista en los dientes de la mandíbula inferior. La fórmula de las 9 mandíbulas examinadas fue: 15-2-15/14-2-14, que contrasta con la 13-2-13/12-2-12 de los especímenes del Indico (Bass et al, 1973).

Las cúspides de los dientes de *Carcharhinus galapaguensis* son serradas, tan finamente los inferiores, que es imposible observarlo sin aumento. Para todas las mandíbulas examinadas la fórmula correspondiente fue: 14-1-14/14-1-14.

Los dientes de *Carcharhinus porosus* tienen características muy similares a los de *C. albimarginatus*, y solo difieren en la fórmula; en *C. porosus* es: 14-1-14/13-2-13.

En el cuadro 1 se dan las tasas de remplazo dental y la relación largo/ancho promedio de los dientes de las cuatro especies.

DISCUSION

Las cuatro especies consideradas muestran una mayor tasa de remplazo en los dientes de la mandíbula inferior (figura 2), lo cual está posiblemente relacionado con el hecho de que los dientes de esta mandíbula tienden a ser más largos y estrechos que los de la mandíbula superior. Como se muestra en la figura 2, hay una correlación negativa general entre la tasa de remplazo y el coeficiente largo/ancho promedio de los dientes.

* La fórmula dental se refiere al número de filas y está dada en la forma:

No. de laterales - No. de sinfisiales - No. de laterales (Superiores)

No. de laterales - No. de sinfisiales - No. de laterales (Inferiores)

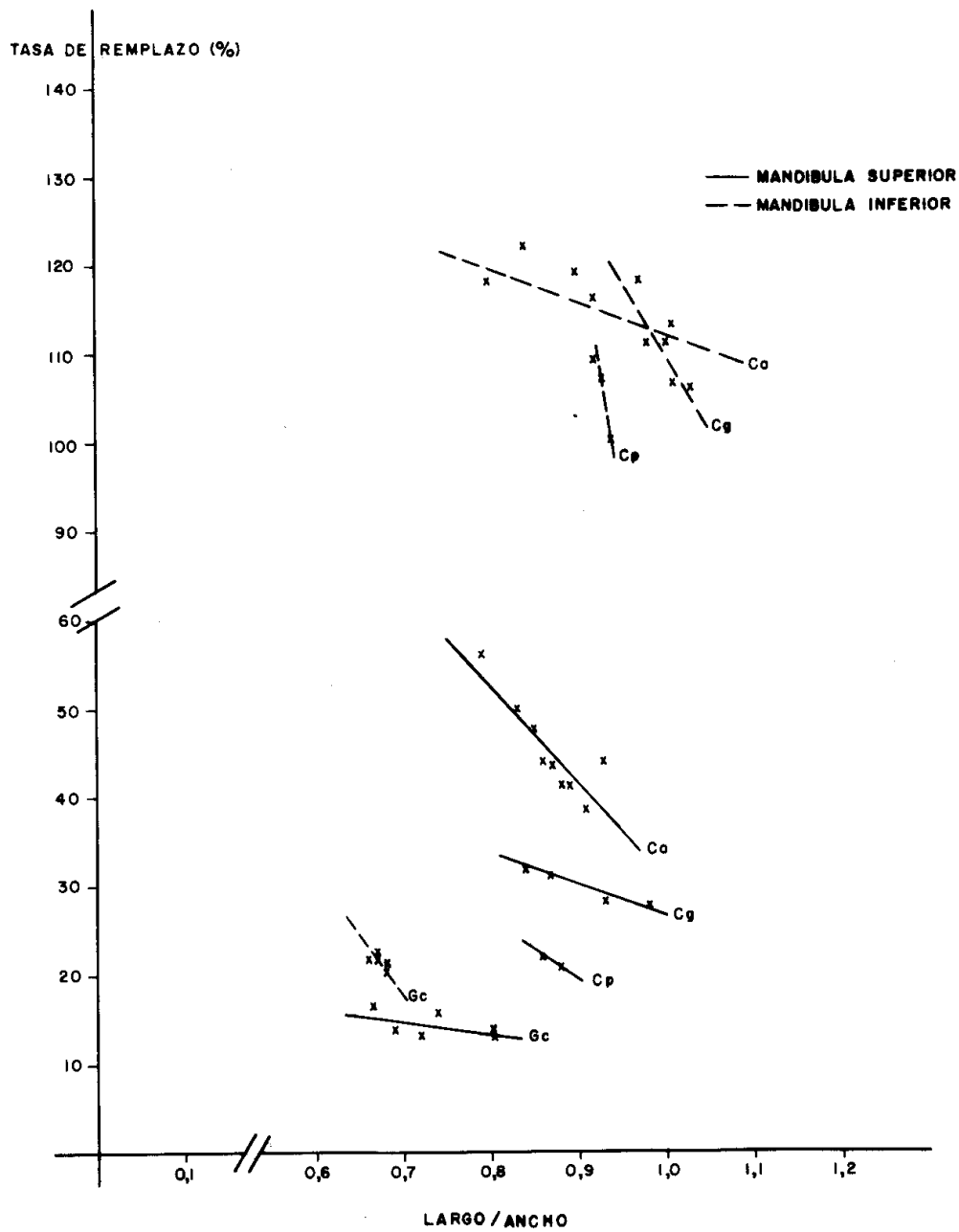


Figura 2. Líneas de regresión. Relación del largo/ancho promedio de los dientes con la tasa de remplazo dental en las mandíbulas superior e inferior de las cuatro especies. Gc, *Galeocerdo cuvieri*; Ca, *Carcharhinus albimarginatus*; Cg, *C. galapaguensis*; y Cp, *C. porosus*.

Galeocerdo cuvieri muestra la diferencia más pequeña de las tasas de remplazo y de los coeficientes largo/ancho de los dientes entre las dos mandíbulas. Quizás esto se deba a la gran similitud morfológica entre los dientes de ambas mandíbulas; por el contrario, en las restantes especies existe una diferencia más acusada entre las tasas de remplazo de las dos mandíbulas, lo que coincide con una disimilitud morfológica también más notoria entre los dientes de ambas mandíbulas (e.d. entre los coeficientes largo/ancho).

A causa de lo limitado de los tamaños muestrales, los resultados de los análisis de correlación y regresión deben ser tomados como hipótesis a comprobar posteriormente. La confiabilidad en los resultados arriba expuestos no es homogénea (ver cuadro 1), e incluso el nivel de significancia de los resultados de *C. porosus* es nulo; sin embargo, estos sirven para estimar la tendencia general, que parece comportarse en forma similar a las de las demás especies estudiadas, con una mayor confiabilidad debido al número superior de muestras.

La mayoría de los tiburones carcharhinidos poseen dentición punzante destinada a la retención de la presa en la mandíbula inferior y ancha, en forma de navaja con serraciones cortantes, en la superior; M.L. Moss (1977) ha discutido el papel funcional de la microestructura cristalina dental en lo que se refiere a la capacidad de los dientes para soportar tensiones. La acción de morder en estos tiburones involucra una considerable cantidad de movimientos laterales de la cabeza, con lo cual los bordes cortantes de los dientes superiores entran en juego (Moss, 1977). En esta acción, al abrir la boca para morder, se coloca erecta la serie funcional cortante de la mandíbula superior por incrementarse la tensión sobre los ligamentos a los cuales están adheridos estos dientes. El mordisco coloca los dientes punzantes de la mandíbula inferior en posición, y por la flexión alternada de las aletas pectorales la parte superior de la cabeza se mueve impartiendo un movimiento oscilatorio a la serie de dientes superiores (Springer, 1961). El desgaste de los dientes durante este proceso es muy grande y podría pensarse que lo sufren mayormente los dientes superiores que rasgan la presa; sin embargo, éstos se mueven con la mandíbula al vaivén de la cabeza mientras que los inferiores permanecen fijos sujetando la presa la cual les imprime una gran fuerza cuando tiende a desplazarse por la acción de la mandíbula superior. El daño de los dientes inferiores no parece ser menor que el de los superiores; los inferiores, siendo sustancialmente más delgados y estrechos pueden resultar más fácilmente rotos o seriamente dañados, con lo cual es necesaria una velocidad de remplazo más grande.

Estos resultados contrastan con lo encontrado por (Moss, 1967)

Tabla 1

Especie	N	F	L/A	X	R(%)	X'	r	α
<i>Galeocerdo cuvieri</i>	Sup.	10-1-10	.67-.80	.73	13-16:3	14.2*	-0.561	.30
	Inf.	10-1-10	.66-.68	.67	20.2-22.7	21.4*	-0.522	.30
<i>Carcharhinus albimarginatus</i>	Sup.	15-2-15	.79-.93	.87	41.2-56	45	-0.881	.01
	Inf.	14-2-14	.80-1.01	.93	109-122	115	-0.686	.05
<i>Carcharhinus galapaguensis</i>	Sup.	14-1-14	.84-.98	.90	27.6-32	29	-0.998	.01
	Inf.	14-1-14	.97-1.03	1.00	107-118	110	-0.878	.20
<i>Carcharhinus porosus</i>	Sup.	14-1-14	.86-.88	.87	20.6-22	21.3	-1	--
	Inf.	13-2-13	.93-.94	.93	100-107	103.5	-1	--

Tabla 1.- Fórmula dental (F), largo/ancho promedio de los dientes (L/A) (X es la media de estos valores) y tasa de remplazo dental (R) (X' es la media de estos valores) de las cuatro especies de tiburones estudiadas. N es el número de mandíbulas examinadas; r, es el coeficiente de correlación entre las variables R y L/A; y α es el nivel de significancia de los análisis de regresión y correlación** (r). Nótese la pequeña diferencia entre los resultados de las mandíbulas superior e inferior de *Galeocerdo cuvieri*.

* Strasburg (1963) encontró para *G. cuvieri* tasas de remplazo entre 14 y 18%, con una muestra de tan solo dos mandíbulas.

** Test "t" de Student.

para *Negaprion brevirostris* (Carcharhinidae) en el cual las velocidades de recambio dental son mayores en la mandíbula superior. No obstante, la dentición de esta especie no sigue el patrón expuesto anteriormente para otros carcharhínidos, y su dentición parece más apta para asir y sujetar la presa que para cortarla; sus dientes son alargados, en forma de clavo, e irregularmente espaciados y dispuestos permanentemente para ser funcional más de una serie (Springer, 1961).

Galeocerdo cuvieri es generalmente apto para cortar y despedazar presas muy duras, como grandes tortugas (*Caretta sp.* o *Chelonia sp.*, obs. pers.) incluyendo el caparazón, en forma perfectamente limpia lo que da idea de la efectividad de su dentición. Cortar tales presas solo puede lograrse con fuertes dentelladas cortantes de ambas mandíbulas, con dientes serrados en las mandíbulas superior e inferior. La dentición de *G. cuvieri* es cortante en las dos mandíbulas y la tasa de desgaste no debe ser muy diferente entre los dientes de una y otra mandíbula. La pequeña diferencia en las tasas de remplazo entre los dientes de las dos mandíbulas parece sustentar esta hipótesis.

Las diferencias en cuanto a los hábitos alimenticios entre las especies ha sido frecuentemente reconocida y puede estar correlacionada con especializaciones morfológicas en una u otra especie (Springer, 1961; Moss, 1972 y 1977). Es permisible suponer que la diferenciación morfológica entre los dientes superiores e inferiores conlleva hacia la especialización en los hábitos alimenticios explicando, al menos en parte, los reconocidos hábitos indiscriminados de *Galeocerdo cuvieri* (Budker, 1971; Bass et al., 1975; Clark, 1975).

Las mandíbulas relativamente alargadas de los tiburones carcharhínidos, la rotación del aparato mandibular usando relativamente pocos componentes musculares y esqueléticos, y la eficiente dentición con su rápido mecanismo de remplazo son factores que han ayudado a mantener a estos animales, desde hace más de 300 millones de años, en la cumbre de la trama trófica marina.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis agradecimientos en forma especial a H. Von Prah! por haberme dado la oportunidad de participar en la Expedición Sula III a la Isla Gorgona y por los numerosos consejos de él recibidos. Asistencia en el trabajo de campo fue generosamente proporcionada por F. Gast, quien también puso a mi disposición algunas de las mandíbulas. M.F. Olivera y R. Quiñones leyeron el manuscrito e hicieron numerosas sugerencias para su mejora. Agradezco también a Gloria Vargas y Ana M. Díaz por las facilidades que me dieron para que este trabajo llegara a buen término.

BIBLIOGRAFIA

- BASS, A.J., D'AUBREY, J.D. y KISTNASAMY, N. 1973. Sharks of the east coast of southern Africa. I, the genus *Carcharhinus* (Carcharhinidae). Invest. Rep. oceanogr. Res. Inst., (33): 1-168.
- 1975. Sharks of the east coast of southern Africa. III, the families Carcharhinidae (excluding *Carcharhinus* and *Mustelus*) and Sphyrnidae. Invest. Rep. oceanogr. Res. Inst., (38): 1 - 100.
- BRIGGS, J.C. 1960. Fishes of worldwide (circumtropical) distribution. Copeia, (3): 171-180.
- BUDKER, P. 1971. *The Life of Sharks*. Weidenfeld and Nicolson, London, 222 pp.
- CADENAT, J. 1962. Notes d'Ichtyologie ouest-Africaine, 38. Documents pour servir a la recherche des mécanismes de déplacement et remplacement des dents chez les requins. Bull. Inst. franc. Afr. noire, 24, (A): 551:605.
- CLARK, J. 1975. *Shark Frenzy*. Grosset and Dunlap, New York. 112 pp.
- FERNANDEZ, P. 1975. Estudio biológico y pesquero de algunas especies de tiburones del Pacífico colombiano. Tesis de grado, Universidad de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano". 179 pp.
- GOMEZ, C. y DIAZ, J.M. 1979. Tiburones colectados en la Isla Gorgona, Colombia. En Prahl, Guhl y Grögl (Eds.), *Gorgona*. Universidad de Los Andes, Comité de Publicaciones, Bogotá: 169-188.
- JAMES, W.W. 1953. The succession of teeth in elasmobranchs. Proc. Zool. Soc. London, 123, (2): 419-474.
- KATO, S., SPRINGER, S. y WAGNER, M.H. 1967. Field guide to eastern Pacific and Hawaiian sharks. Circ. Fish. Wildl. Serv. Wash., (271): 1-47.
- MOSS, M.L. 1977. Skeletal tissues in sharks. Am. Zool., 17, (2): 335-342.
- MOSS, S.A. 1967. Tooth replacement in the Lemon Shark, *Negaprion brevirostris*. En Gilbert, Mathewson y Rall (Eds.), *Sharks, Skates and Rays*. The John Hopkins Press, Baltimore: 319-329.
- 1972. The feeding mechanism of sharks of the family Carcharhinidae. J. Zool. London, 167: 423:436.
- 1977. Feeding mechanism in sharks. Am. Zool., 17, (2): 355-364.
- ROSENBLATT, R.H. y BALDWIN, W.J. 1958. A review of the eastern Pacific sharks of the genus *Carcharhinus*, with a redescription of *Carcharhinus malpeloensis* (Fowler) and California records of *C. remotus* (Dumeril). Calif. Fish. Game., 44, (2): 137-159.

SPRINGER, S. . 1961. Dynamics of the feeding mechanism of large galeoid sharks.
Amer. Zool., 1:137-159.

STRASBURG, D.W. 1963. The diet and dentition of *Isistius brasiliensis*, with
remarks on tooth replacement in other sharks. Copeia, (1):33-40.

Dirección del autor:

Departamento de Biología
Universidad de Los Andes.
Bogotá, Colombia.

