

## RESULTADOS PRELIMINARES SOBRE EL CRECIMIENTO DE THUNNUS ALBACARES EN EL MAR CARIBE

M. Pagavino\*, D. Gaertner\*\*, C. Castillo\*\*

\*Instituto Oceanográfico U.D.O., Apdo, 245, Cumaná 6101, Sucre, Venezuela

\*\*ORSTOM, Apdo. 373, Cumaná 6101, Sucre, Venezuela

## SUMMARY

This paper presents the first results of a study carried out between September, 1987 and August, 1988, on the growth of yellowfin (Thunnus albacares) in the southeast part of the Caribbean.

The measurements made in predorsal length ( $LD_1$ ) were converted to fork length (FL) with the establishment of a relation:  $\log_{10} FL = 0.2948 + 1.1649 (\log_{10} LD_1)$ .

The growth analysis, made with the help of the modal progression methods shows, as in the east Atlantic, slow growth between 50 and 60 cm ( $\approx 1.04$  cm/month) followed by a more rapid growth (between 60 and 120 cm), described by the Von Bertalanffy equation:

$$L_t = 177.6611 [1 - \exp(-0.6598 (t - t_0))]$$

A larger sample of large individuals is necessary, however, to refine this analysis.

## RESUME

Ce travail présente les premiers résultats d'une étude réalisée, entre septembre 1987 et août 1988, sur la croissance de l'albacore (Thunnus albacares) dans le sud de la mer des Caraïbes.

Les mesures, réalisées en longueur prédorsale ( $LD_1$ ), ont été transformées en longueur à la fourche (LF) après établissement de la relation:

$$\log_{10} LF = 0.2948 + 1.1649 (\log_{10} LD_1)$$

L'étude de la croissance, faite au moyen de la méthode des progressions modales, démontre, comme dans l'Atlantique est, une croissance lente entre 50 et 60 cm ( $\approx 1.04$  cm/mois), suivie d'une croissance plus rapide (entre 60 et 120 cm) décrite à l'aide de l'équation de Von Bertalanffy:

$$L_t = 177.6611 [1 - \exp(-0.6598 (t - t_0))]$$

Un échantillonnage plus intensif sur les grands individus est, toutefois, nécessaire pour affiner ces résultats.

## RESUMEN

El presente trabajo comprende los primeros resultados de un estudio realizado, entre septiembre de 1987 y agosto de 1988, sobre el crecimiento del atún aleta amarilla (Thunnus albacares) en el sector Sur-Este del Mar Caribe.

Las mediciones realizadas en longitud predorsal ( $LD_1$ ) han sido transformadas en longitud a la horquilla (LF) con el establecimiento de la relación:  $\log_{10} LF = 0.2948 + 1.1649 (\log_{10} LD_1)$ .

El análisis del crecimiento, hecho con la ayuda del método de las progresiones modales demuestra, como en el Atlántico Este, un crecimiento lento entre 50 y 60 cm ( $\approx 1.04$  cm/mes) seguido de un crecimiento más rápido (entre 60 y 120 cm), descrito por medio de la ecuación de VON BERTALANFFY:

$$L_t = 177.6611 [1 - \exp(-0.6598 (t - t_0))]$$

Es necesario, no obstante, un muestreo más intenso sobre los grandes individuos, para afinar este análisis.

## INTRODUCCION

En el marco del programa de investigaciones sobre el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), se realizó un estudio sobre el crecimiento de esa especie en la zona sur-este del Mar Caribe. Para llevar a cabo este trabajo, y siguiendo así las recomendaciones del documento sobre el muestreo en el Atlántico Oeste (ANON., 1987) elaborado durante la reunión del SCRS en 1987, se estableció la relación entre la longitud a la horquilla y la longitud predorsal. En efecto, para el atún aleta amarilla, la segunda medida es más fácil de tomar y excluye los errores de mediciones ligados a la congelación de los peces.

## MATERIAL Y METODOS

Los muestreos se realizaron de Septiembre de 1987 a Agosto de 1988, en los diferentes puertos pesqueros de la ciudad de Cumaná, ubicada en el nor-este de Venezuela.

Para el establecimiento de la relación longitud a la horquilla (LF) - longitud predorsal (LD<sub>i</sub>), las medidas fueron realizadas al medio centímetro inferior con la ayuda de un calibre.

Debido a la fuente de error sobre cada variable, el ajuste se hizo con el eje mayor reducido (RICKER, 1973), cuya ecuación es:

$$LF - \overline{LF} = \frac{S_{LF}}{S_{LD_i}} (LD_i - \overline{LD_i});$$

con  $\overline{LF}$ ,  $\overline{LD_i}$  y  $S_{LF}$ ,  $S_{LD_i}$ , respectivamente promedios y desviaciones típicas de las longitudes correspondientes.

En lo que concierne al análisis del crecimiento, las mediciones de longitud predorsal fueron tomadas al 1/2 cm inferior y transformadas ulteriormente en LF, con la relación nombrada anteriormente.

Para calcular la frecuencia ( $L_{ij}$ ) correspondiente a la clase de tamaño  $i$  para el mes  $j$ , se hizo la suma ponderada de cada frecuencia ( $l_{ijk}$ ) de cada muestra  $k$ , es decir:

$$L_{ij} = \sum_k \frac{W_k}{W_k} l_{ijk} \quad \text{con:}$$

$W_k$  = peso de la bodega de la cual procede el muestreo  $k$ ;  
 $w_k$  = peso de la muestra  $k$ , utilizando la relación Peso-longitud de CAVERIVIERE (1976):  $\log_{10} P = 2,986 \log_{10} LF - 4,686$ .

El número de peces muestreados mensualmente, se da en la tabla 1.

La determinación del tamaño promedio de cada cohorte, se hizo con la ayuda del método de las diferencias logarítmicas de BHATTACHARYA por medio del logicial realizado por la FAO (SPARRE, 1987), sobre los análisis de frecuencia de tamaño (versión MSDOS).

Después del análisis de las progresiones modales, se calcularon los parámetros  $K$  y  $L_\infty$  de la ecuación de VON BERTALANFFY por medio de la recta de FORD-WALFORD.

$$(1) \quad L_{t+j} = L_\infty (1 - e^{-Kt}) + L_t e^{-Kt}$$

En este análisis, la estimación del parámetro  $t_0$ , o más exactamente de la edad arbitraria  $A_0$ , así como la optimización del estimado anterior de  $K$  (para un  $L_\infty$  dado), se hizo con la regresión siguiente:

$$(2) \quad -L_{t+j} \left(1 - \frac{L(A_j)}{L_\infty}\right) = -K A_0 + K A_j \quad \text{según GULLAND (1969)}$$

con  $L(A_j)$  = tamaño promedio del cohorte a la fecha del muestreo  $A_j$ .

$$A_j = y + \frac{j + 0,5}{12}; \quad \text{o sea, } y = \text{año; } j = \text{mes (0,1,2...11)}$$

considerando de manera arbitraria que la fecha promedio de todos los muestreos  $K$ , corresponden al 15 de cada mes.

Como para la regresión precedente, se utilizó el eje mayor reducido.

## RESULTADOS

Los resultados de la relación de alometría entre LF y LD<sub>i</sub>, son presentados en la tabla 2; los estadísticos básicos se dan en el Anexo.

Este resultado es bastante similar al obtenido por CAVERIVIERE (1976) en el Atlántico Este:

$$\log_{10} LF = 0,269 + 1,183 \log_{10} LD,$$

Para una mejor visualización de las progresiones modales y en particular el paso de una clase de edad a la otra, hemos extrapolado sobre la figura 1, la posición de los modas antes y después de la temporada de estudio (haciendo la hipótesis de que la situación es comparable de un año al otro).

El análisis de la misma figura muestra un crecimiento lento entre 50 y 60 cm ( $\approx 1,04$  cm/mes), seguido de una aceleración entre 60 y 120 cm ( $\approx 4,62$  cm/mes).

Las cohortes compuestas de individuos que miden entre 128 y 132 cm (entre Octubre y Enero) y de un tamaño promedio de 153 cm (Diciembre), no fueron empleadas para el ajuste de la ecuación de VON BERTALANFFY debido a su poca representatividad en los muestreos.

Así pues, para el intervalo de tamaño entre 60 y 120 cm, el ajuste de la recta de FORD-WALFORD dió como estimación de  $L_{\infty}$ : 177,6611 cm y para K: 0,6662 (tabla 3). Se puede observar que, el ajuste de la misma relación por medio de una regresión predictiva, dió estimaciones de  $L_{\infty}$  y de K sensiblemente diferentes.

El cálculo de  $A_0$  y la optimización de K (ecuación (2)), dió respectivamente 87,8225 y 0,6598. De esta última relación se puede sacar fácilmente la varianza de K, ya que corresponde a la varianza de la pendiente. Los límites de variación de K (condicionados  $L_{\infty} = 177,6611$ ) a un nivel de 5 % son: [0,6009 - 0,7187].

#### DISCUSION Y CONCLUSION

El crecimiento del atún aleta amarilla (Thunnus albacares) en el Atlántico Oeste, puede ser esquematizado de la manera siguiente:

- una fase de crecimiento lento entre 50 y 60 cm, que podría ser calificado como crecimiento lineal;
- una fase de crecimiento rápido entre 60 y 120 cm, descrito de manera satisfactoria por la ecuación de VON BERTALANFFY.

Aunque este tipo de fenómeno no es muy frecuente, ya ha sido señalado anteriormente por FONTENEAU (1980) para la misma especie en el Atlántico Este. Este autor, por medio del análisis de las progresiones modales, discrimina una fase de crecimiento lento entre 40 y 70 cm (1,56 cm/año) seguido de una aceleración a partir de la cual las estimaciones de K y de  $L_{\infty}$  daban 0,864 y

166,4 cm. Esos valores, para el intervalo de tamaño de 70 a 130 cm, son similares a los observados por LE GUEN y SAKAGAWA (1972).

Más recientemente, los análisis sobre las operaciones de marcaje (BARD, 1984 a; MIYABE, 1984) han confirmado esa fase de crecimiento lento (1,48 cm/mes entre 35 y 65 cm).

Así pues, el modelo de crecimiento compuesto formado por una regresión lineal (hasta los 65 cm), seguido de la ley de VON BERTALANFFY que parece satisfactoria para explicar el crecimiento del atún aleta amarilla en el Atlántico Este (BARD, 1984 b), podría ser extendido a ambos lados del océano. El problema de los sesgos inducidos por la mala estimación del tamaño promedio de los cohortes de más de 130 cm, planteado por los autores ya citados, nos obligó a limitarnos al intervalo 60-120 cm para el ajuste del modelo de crecimiento. Tomando en cuenta, el impacto que tienen esas grandes clases de tamaño sobre el cálculo de  $L_{\infty}$  y de K, no nos pareció razonable proceder a un análisis estadístico con los resultados obtenidos en el Atlántico Este, a pesar de que globalmente se puede concluir sobre fuertes similitudes.

Este trabajo es considerado preliminar; es necesaria una mejor preparación de los datos existentes (lisaje por ejemplo), así como un muestreo más intenso tanto sobre los pequeños como los más grandes individuos. Esto permitirá tener una idea no solamente sobre la influencia del ambiente sobre la velocidad del crecimiento en ambos lados del océano, sino también sobre la discriminación de poblaciones distintas.

#### Agradecimientos:

Agradecemos a los armadores y al personal técnico, por habernos permitido hacer los muestreos necesarios para este trabajo y en particular a la compañía FIPACA. El primer autor agradece a FUNDAYACUCHO el financiamiento de sus estudios.

Este análisis se realizó en el marco del convenio ORSTOM-UDO (Instituto Oceanográfico) y en el marco de la sub-comisión "Pesca de Altura", de la Comisión Nacional de Oceanología de Venezuela del CONICYT.

#### BIBLIOGRAFIA

ANON., 1987.- Proyecto sobre: Recomendaciones en materia de muestreo de los túnidos tropicales en el Atlántico Oeste. SCRS-ICCAT policop.: 8 p.

BARD, F. K., 1984 a.- Croissance de l'albacore (Thunnus albacares) Atlantique d'après les données de marquage. Col. Doc. Cien. CICA, 20(1): 104-116.

BARD, F. X., 1984 b.- Aspect de la croissance de l'albacore est Atlantique (Thunnus albacares) à partir des marquages. Col. Doc. Cien. CICAA, 21(2): 108-114.

CAVERIVIERE, A., 1976.- Longueur prèdorsale, longueur à la fourche et poids des albacores (Thunnus albacares) de l'Atlantique. Cah. ORSTOM sér. océanogr., 14(3): 201-208.

FONTENEAU, A., 1980.- Croissance de l'albacore (Thunnus albacares) de l'Atlantique est. Col. Doc. Cien. CICAA, 9(1): 152-168.

GULLAND, J., 1969.- Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie: Analyse des populations. Man. FAO Sci. hal. FRS/M4, 160 p.

LE GUEN, J. C. y SAKAGAWA, G. T., 1973.- Apparent growth of yellowfin tuna from the eastern Atlantic Ocean. Fish. Bull. NOAA/NMFS, 71: 175-187.

MIYABE, N., 1984.- On the growth of yellowfin and bigeye tuna estimated from the tagging results. Col. Doc. Cien. CICAA, 20(1): 117-122.

RICKER, W. E., 1973.- Linear regressions in fishery research. J. Fish. Res. Bd. Can., 30(3): 409-434.

SPARRE, P., 1987.- Computer programs for fish stock assessment. Length-based fish stock assessment for Apple II computers. FAO Fish. Tech. Pap., 101 suppl. 2: 218 p.

MESES	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
No indiv.	150	50	356	253	240	297	277	439	391	355	305	372

TABLA 1.- Número de ejemplares de aleta amarilla muestreados desde Septiembre 1987 hasta Agosto 1988.

FUENTE de VARIACION	Grad. Lib.	S. C.	C.M.	F	Coef. Corr.
Regresion	1	9,632	9,6380		
Residual	499	0,122	0,0002	39569,1	0,9938
				***	
Total	500	9,760			

TABLA 2.- ANOVA de la relación:  $\log_{10} LF = 1,1649 (\log_{10} LD) + 0,2948$  (eje mayor reducido).

ECUAC	REGR.	PARAMETROS	CORREL	L=	K	Ao
(1)	EMR	$y = 9,5937 + 0,7460 x$	0,9893	177,6611	0,6662	
	Pred.	$y = 10,5085 + 0,9360 x$				
(2)	EMR	$y = -57,9453 + 0,6598 x$	0,9899		0,6598	87,8225
	Pred.	$y = -57,3504 + 0,6531 x$				0,6531

TABLA 3.- Estadísticas de la ecuación de FORD-WALFORD (1) y de GULLAND (2) en función del tipo de regresión: Eje mayor reducido (EMR) o recta de TEISSIER y regresión predictiva (Pred.) o de mínimos cuadrados.

ANEXO.- Estadísticos básicos de la relación  $\log_{10}(LF) - \log_{10}(LD)$  establecida para 501 ejemplares de atún aleta amarilla ( $39,5 < LF < 171$  cm;  $12 < LD, < 47$  cm).

$E \log_{10} LD$	$E \log_{10} LF$	$E(\log_{10} LD)^2$	$E(\log_{10} LF)^2$	$E(\log_{10} LD, \log_{10} LF)$
711,1939	976,2378	1016,765	1912,036	1394,143

