

## Estimación de la edad mediante análisis de otolitos en una población de *Dactylopterus volitans*

### Age estimation using analysis of otoliths in a population *Dactylopterus volitans*

Yelipza Longart, Noel Lanza, María Lista, Antulio Prieto y \*Vanessa Acosta

Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias, Departamento de Biología, Cumaná, Sucre, Venezuela.\*Correo electrónico: vanessaacosta@yahoo.com

#### RESUMEN

Se examinaron un total de 345 ejemplares de *Dactylopterus volitans*, los cuales fueron colectados mensualmente desde marzo de 2002 a marzo de 2003 en los alrededores de la isla de Cubagua, estado Nueva Esparta. A dichos organismos se les estimó la edad utilizando los anillos de crecimiento y el radio total de los otolitos sagitales (método directo). La población estuvo conformada por un intervalo de longitud total que osciló entre 71 y 363 mm, con el más alto porcentaje para la clase de talla 120 y 200 mm. Se determinaron los parámetros de crecimiento de la curva en longitud utilizando el modelo de von Bertalanffy. El recuento de los anillos anuales en otolitos, permitió establecer cuatro grupos de edades. El cálculo de los incrementos marginales del crecimiento mensual de los otolitos, presentó los valores más altos en junio y octubre 2002 y los más bajos diciembre 2002, enero, febrero y marzo 2003. Los parámetros de crecimiento en longitud fueron:  $L_{\infty} = 450$  mm,  $K = 0,26$  año<sup>-1</sup> y  $t_0 = 0,13$ , lo que sugiere que se trata de una especie de vida larga y crecimiento moderadamente rápido. Los parámetros de crecimiento en longitud de *D. volitans* indican que aunque presenta un rápido crecimiento en los primeros años necesita mucho tiempo para alcanzar su longitud asintótica.

**Palabras clave:** Cubagua, otolitos, pez volador, crecimiento.

#### ABSTRACT

A total of 345 samples of *Dactylopterus volitans*, which were collected monthly from March 2002 to March 2003 around the Cubagua Island, Nueva Esparta state were examined. In these organisms were estimated ages using the growth rings and the total radius of the sagittal otoliths (direct method). The population consisted of a range of total length ranging from 71 to 363 mm, with the highest percentage for size class 120 and 200 mm. Growth parameters of the curve in length were determined using von Bertalanffy model. The counting of annual rings in otoliths, allowed establishing four age groups. The calculation of marginal increases in monthly growth of otoliths, presented the highest values in June and October and the lowest December 2002, January, February and March 2003. The length growth parameters were:  $L_{\infty} = 450$  mm,  $K = 0.26$  years<sup>-1</sup> and  $t_0 = 0.13$ , suggesting that it is a kind of long life and moderately rapid growth. The growth parameters in length *D. volitans* indicate that although you have a rapid growth in the first years take long to reach its asymptotic.

**Key words:** Cubagua, otoliths, sailfish, growth

## INTRODUCCIÓN

La especie *Dactylopterus volitans* se conoce comúnmente como pez volador y se caracteriza por presentar el cuerpo alargado y ancho anteriormente cubierto con escamas fuertes a modo de pequeños escudetes; preopérculo prolongado posteriormente en una espina larga y aguda que sobrepasa el origen de las aletas pélvicas; boca pequeña situada en posición inferior, por debajo y por detrás del escudete rostral (Cervigón, 1991). Además, posee huesos cefálicos grandes y superficiales con espinas.

Las aletas pectorales son sumamente largas y amplias y llegan hasta el origen de la caudal en los adultos las cuales le permiten ir planeando por el fondo marino en busca de alimento para huir de sus posibles depredadores (Crespo y Ponce, 2003). La aleta dorsal tiene las dos primeras espinas muy juntas entre sí y no están unidas por membranas. *D. volitans* es un pez bentónico que habita fondos arenosos o fangosos en aguas costeras y se alimenta principalmente de crustáceos bentónicos, especialmente cangrejos, almejas y peces pequeños. Se distribuye a ambos lados del Atlántico, en las costas de América, desde Massachusetts hasta Argentina, en Venezuela se encuentra en casi todas las costas del país (Scott y De Scott, 1988).

En Venezuela es escasa la información que se tiene sobre la ecología y biología de esta especie. No obstante, últimamente ha habido un incremento progresivo en la explotación incidental de *D. volitans* para su consumo por parte de los pescadores, debido a la calidad de su musculatura, por lo que se le ha considerado como una especie de interés comercial. Las referencias que se tienen sobre la especie, corresponden a la isla de Cubagua, en este sentido, Ruíz *et al.* (2007) analizaron la estructura comunitaria, reportando que *D. volitans* representa uno de los grupos más importantes y abundantes en la zona; por su parte, Lanza *et al.* (2012), señalaron que la población de este pez, está representada principalmente por organismos adultos, con una relación talla-peso de tipo lineal con una excelente condición fisiológica.

El crecimiento en los peces, se evalúa en función al tamaño corporal, particularmente en las marcas presentes en las estructuras duras

denominadas otolitos y mediante el recuento de los anillos, se obtiene el registro de la historia del crecimiento de un pez (Tavares, 2001; Araya y Cubillos, 2002). Los otolitos de los teleósteos son cuerpos policristalinos, cuya función es intervenir en la percepción del sonido y en el equilibrio. En la mayoría de los peces el par de *sagittas* es el de mayor tamaño y fácil acceso, por lo tanto la mayoría de los trabajos se han realizado con estas estructuras. De forma general, se han reportado investigaciones sobre el análisis de los otolitos en estudios paleontológicos (Campana y Neilson, 1985) para conocer de ecología trófica (Mollo, 1981), diferenciación de stocks (Tuset *et al.*, 2010), edad y crecimiento (Morales-Nin, 2000; Teixeira, 2008) e incluso estudios de bioindicadores y construcciones de patrones de migración (Volpedo y Fuchs, 2010; Tuset *et al.*, 2010).

La determinación de la edad y crecimiento en los peces es un paso fundamental en el esclarecimiento de la biología de las especies y para la adecuada ordenación pesquera; ya que permite obtener otros datos básicos, tales como: estructura de edad de la población, frecuencias de desove, edad de la primera madurez, respuestas individuales y poblacionales frente a cambios en el hábitat y otros. En base a ello, se creyó conveniente la realización de la presente investigación, de manera de incrementar el conocimiento sobre la biología de *D. volitans*, que hasta ahora ha sido escasa, para que en un futuro pudiera servir de base para abordar aspectos relacionados con la pesquería del mismo dado a su gran interés comercial. En este sentido, se estimó la edad y parámetros de crecimiento de la especie, mediante el análisis de los otolitos en el período de marzo 2002 a marzo 2003.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos mensuales para la captura de *D. volitans* (Figura 1) durante 1 año (marzo 2002-2003), en los alrededores de la isla de Cubagua, estado Nueva Esparta, Venezuela; en el área comprendida entre 10°49'30"N y los 64°10'0"O, utilizando como arte de pesca un chinchorro playero de 80 m de largo por 5 m de alto con abertura de malla de ¼ de pulgada. Una vez obtenidos los ejemplares, fueron etiquetados



Figura 1. Ejemplar de *Dactylopterus volitans*.

y se colocaron en cavas con hielo, para su posterior traslado al laboratorio, donde fueron identificados con las claves proporcionadas por Cervigón (1991).

A cada individuo se le determinó la longitud total ( $L_t$ ) con un ictiómetro marca Wilco, con una apreciación de 1mm; y la masa total, mediante el uso de una balanza electrónica, marca Sartorius, con una apreciación de 0,01g y 1000g de capacidad máxima. Posteriormente, fueron extraídos los otolitos mediante un corte a nivel de los huesos de la parte posterior del parasenoide y proóticos. Después fueron lijados hasta que el área nuclear fue expuesta, luego fueron aclarados en aceite de inmersión durante 48 horas, seguidamente limpiados, pulidos y sumergidos en xilol para la lectura de los anillos anuales de crecimiento mediante observación al microscopio óptico (FAO 1982). También, se tomó la medida del radio total y las distancias comprendidas entre el centro del núcleo al extremo de la región caudal y anillos hialinos mediante una escala micrométrica de 10 divisiones usando un objetivo de 10x.

Con el propósito de validar los anillos como indicadores del crecimiento, fue utilizado el incremento marginal (IM) de la estructura dura seleccionada (González y Mengual, 1995; González y Eslava, 1999), a través de la relación:  $IM = R_n / R_{n-1}$ ; donde  $R_n$  es la distancia (mm) desde el borde del último anillo hasta el borde de la estructura y  $R_{n-1}$  la distancia (mm) desde el borde del penúltimo anillo hasta el borde de la estructura. Los datos del IM por mes fueron analizados mediante estadística

descriptiva determinándoseles el promedio ( $\bar{X}$ ), la desviación estándar ( $S$ ), mínimo y máximo.

Para calcular la longitud del pez a edad pretérita se estimó primero, la relación radio total de la estructura ( $Y$ ) vs longitud total del pez ( $X$ ), mediante la ecuación de regresión lineal según Sokal y Rohlf (1981), luego se aplicó la fórmula de Lee (Mengual, 1990).  $L = \frac{r}{R}(L - a) + a$ ; donde:  $L_i$  = Longitud total del pez a edad pretérita o al anillo hialino  $X$ ,  $r_i$  = Longitud del radio parcial o anillo hialino  $X$ ,  $R_t$  = Longitud del radio total de la estructura,  $L_t$  = Longitud total del pez en el momento de la captura,  $a$  = intersección de la recta con la ordenada. Posteriormente se elaboró una clave edad-talla con las longitudes medias de  $L_i$  (Sparre y Venema, 1995).

### Estimación de los parámetros de crecimiento

Para determinar la relación longitud-edad se graficó los valores promedios de las longitudes totales de las estructuras a distintos grupos de edad, los cuales se ajustaron a través de la ecuación de crecimiento en longitud de von Bertalanffy (Csirke, 1980).  $L = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$  donde:  $t$  = edad,  $L_t$  = longitud del pez en la edad  $t$ ,  $L_\infty$  = longitud asintótica o la longitud máxima que el pez puede alcanzar,  $k$  = coeficiente instantáneo de crecimiento,  $t_0$  = constante, que representa la edad que debe tener el pez para que su longitud o masa sea igual a cero y  $e$  = base de logaritmos neperianos.

El  $L_\infty$  se calculó mediante el método gráfico de Gulland y Holt (Sparre y Venema (1995):  $\frac{\Delta L(t)}{\Delta t} = K L_\infty - K L(t)$ ; donde:  $\Delta L(t) =$

variación de la longitud y representa el recorrido de las tallas desde  $L(t)$  la edad  $t$  hasta  $L(t + \Delta t)$ .  $\Delta t$  = variación de la edad,  $K$  = constante de crecimiento,  $L_{\infty}$  = longitud máxima teórica que puede alcanzar el pez,  $L(t)$  = talla media. Usando  $L(t)$  como variable independiente y  $\frac{\Delta L}{\Delta t}$  como variable dependiente, la ecuación anterior se transforma en una regresión lineal  $\frac{\Delta L}{\Delta t} = a + b L(t)$ . Por lo tanto el parámetro  $L_{\infty}$  se obtuvo de:  $L_{\infty} = -\frac{a}{b}$ ;  $K = -b$ . La estimación de los parámetros  $k$  y  $t_0$  se hizo mediante el método gráfico de von Bertalanffy (Sparre y Venema, 1995).

La ecuación de crecimiento se puede expresar también como:  $-\ln(L_{\infty} - L(t)/L_{\infty}) = K(t - t_0) - K$  con la edad  $t$  como variable independiente y el lado izquierdo como variable dependiente, la ecuación define una regresión lineal, en que  $K$  representa la pendiente ( $K=b$ ) y el intercepto ( $a = Kt_0$ ) resultando  $t_0 = -\frac{a}{b}$ . Una vez hechas las estimaciones preliminares, se realizó un ajuste no lineal de la función de von Bertalanffy, utilizando estos valores como estimaciones iniciales; para esto se utilizó el programa Statgraphic Centurion XVI. La curva de crecimiento en masa se obtuvo según Csirke (1980) a partir de los valores de los parámetros de crecimiento en longitud de von Bertalanffy y la relación longitud-masa.  $P = P_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$ ; donde:  $P$  = masa del pez a la edad  $t$ ,  $P_{\infty}$  = masa máxima teórica que puede alcanzar el pez y  $b$  = coeficiente de relación longitud-masa.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ejemplares de *D. volitans* presentaron una longitud total promedio de 201,73 mm, con una talla mínima (71 mm) para el mes de junio 2002 y una máxima (363 mm) para febrero 2003; mientras que la masa promedio fue de 114,44 g oscilando entre 4,87 g en junio 2002 y 580,90 g en el mes de febrero 2003 (Figuras 2 y 3). Estos resultados son superiores a los encontrados por Cervigón (1991), quien reportó tallas promedio de 318 mm y masa con promedios de 333 g para la misma especie. Las diferencias de masas observadas en una misma especie pueden estar relacionadas con las condiciones ambientales y al uso de la energía durante los procesos reproductivos, ya que los aumentos y descensos de la biomasa en los organismos han sido relacionadas con la formación y pérdida de gametos; en base a ello, puede suponerse que en *D. volitans* los períodos de enflaquecimiento están asociados a los desoves y los de engorde con la madurez.

Los estudios sobre edad y crecimiento de peces son esenciales en la evaluación pesquera y en los modelos de dinámica de poblaciones, tanto en los trópicos como en cualquier otra zona. La relación entre la edad y el crecimiento con la abundancia, a menudo se usa para determinar la producción íctica y, por lo tanto, son factores importantes en la gestión o manejo de las pesquerías (Morales, 1991).

La determinación de las tasas de crecimiento hoy en día es importante, ya que a través de esta variable se pueden obtener resultados sobre la

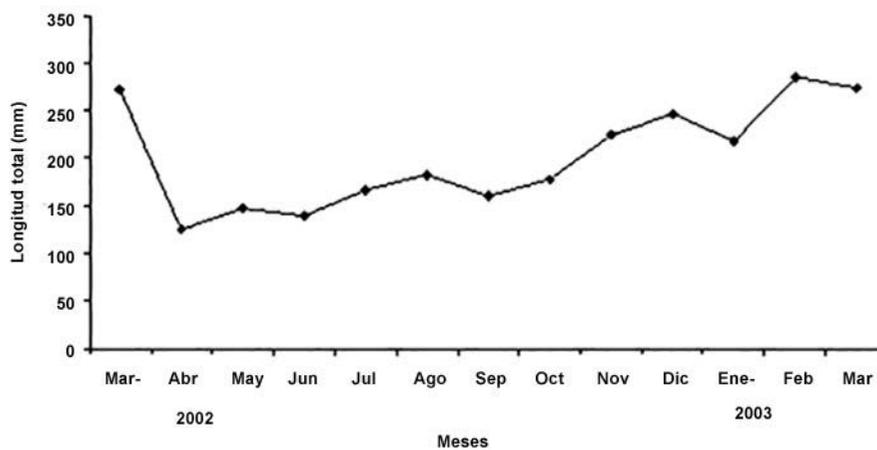


Figura 2. Variación mensual de la longitud total (Lt) en ejemplares de *D. volitans* de la isla de Cubagua.

selectividad o no del arte de pesca empleado y de la condición fisiológica de la especie. En el caso de *D. volitans*, aun cuando no posee ningún tipo de regulación pesquera (González *et al.*, 2006), los datos no reflejan diferencias tan grandes en tallas de captura.

Los datos generados, se corresponden con una población estable desde un punto de vista pesquero, por ello, es necesario tomar en cuenta que para los modelos de control, explotación y manejo de recursos pesqueros es indispensable el estudio de la edad que es de gran utilidad para solucionar ciertos problemas de su biología, ya que obteniendo información sobre la composición demográfica del stock se puede

comprender mejor su dinámica poblacional, la cual es importante en la administración de los recursos pesqueros.

El recuento de los anillos de crecimiento en otolitos, permitió establecer cuatro grupos de edades (1<sup>+</sup>, 2<sup>+</sup>, 3<sup>+</sup>, 4<sup>+</sup>). El radio total del ótolito sagital osciló entre 0,562 y 1,383 mm, con una media de 0,900 mm en septiembre 2002 y 1,188 mm en febrero 2003 y una variación por grupo de edad entre 0,615 mm (1) y 1,210 mm (4); se observó que la cara externa del ótolito, presentó una superficie con pocas concreciones calcáreas lo cual facilitó la lectura de los anillos anuales (Figura 4). Las clases de edades dominantes fueron las de 2 y 3 años (Cuadros 1 y 2).

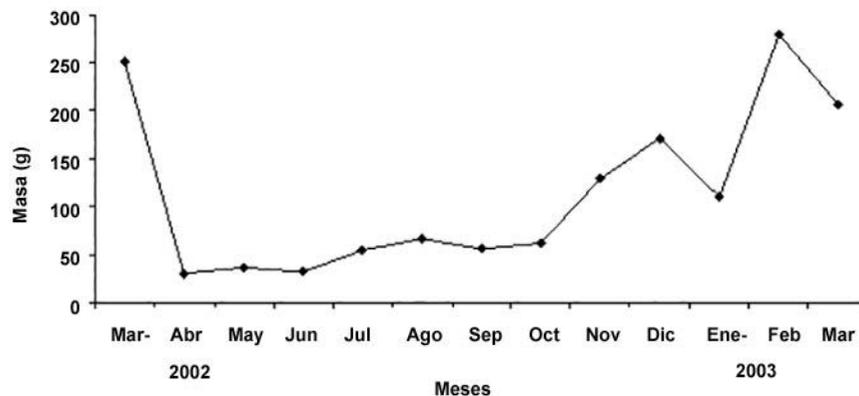


Figura 3. Variación mensual de la masa en ejemplares de *D. volitans* de la isla de Cubagua.

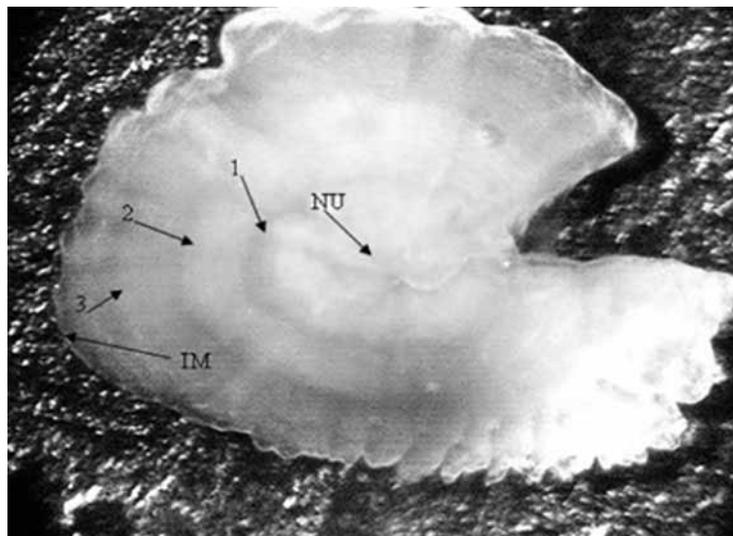


Figura 4. Otolito *sagitta* de *D. volitans*, mostrando anillos crecimiento. NU: núcleo, 1,2,3 edades. IM: incremento marginal.

Cuadro 1. Resumen estadístico del radio total (Rt) del ótolito sagital de *D. volitans* de la isla de Cubagua.

Meses	Rt (mm)		Intervalo		
	X	N	Min	Máx	S
Mar-02	1,169	19	1,003	1,376	0,093
Abr	0,720	27	0,608	1,359	0,211
May	0,784	8	0,661	0,892	0,072
Jun	0,953	10	0,900	1,012	0,036
Jul	0,928	10	0,604	1,175	0,225
Ago	0,967	11	0,777	1,080	0,081
Sep	0,901	20	0,562	1,131	0,196
Oct	0,944	18	0,700	1,120	0,123
Nov	1,070	5	0,969	1,162	0,087
Dic	1,107	4	0,973	1,188	0,099
Ene-03	1,042	4	1,015	1,076	0,026
Feb-03	1,188	6	1,054	1,383	0,107
Mar-03	1,021	8	1,188	1,229	0,015

N: tamaño de la muestra; Min: mínimo; Máx: máximo; X: promedio; S: desviación estándar.

Cuadro 2. Radio total promedio del otolito (Rt) registrado para cada grupo de edad de *D. volitans* de la isla de Cubagua, Venezuela.

Grupos de Edad	Rt (mm)				Rango de Lt observadas (mm)		Lt (mm)
	X	N	%	S	Min.	Máx.	X
1+	0,615	30	20,0	0,024	71,2	127,4	87,02
2+	0,912	51	34,0	0,079	110,3	205,9	170,71
3+	1,074	41	27,4	0,065	198,7	240,1	227,41
4+	1,210	28	18,6	0,069	230,2	363,5	281,43

En la Figura 5, se puede observar la variación mensual del incremento marginal (IM) del ótolito de *D. volitans* en la cual se puede apreciar que los más altos valores se registraron para los meses de junio y octubre 2002, mientras que en diciembre 2002, enero, febrero y marzo 2003 se obtuvieron los valores más bajos, lo que sugiere que el anillo hialino se forma en estos meses. La formación de estos anillos generalmente está asociado con una disminución en el crecimiento,

posiblemente relacionado con la escasez de alimento, cambios bruscos en las condiciones ambientales y gastos de energía durante la maduración de las gónadas (Penha *et al.*, 2004). Tolentino y Mendoza (2001) destacan que las variaciones observadas en el IM, pueden ser consecuencia de la variabilidad intrínseca de la población; así como el desove, metabolismo y cambios de residencia o ambientales como temperatura, salinidad, luz y alimento.

El análisis de regresión (Figura 6) entre la longitud total (Lt) de la especie y el radio total (Rt) del ótolito evidenció que existe una relación lineal y positiva cuya expresión fue  $LT = 0,0031 + 0,3734 * RT$  con un elevado coeficiente de correlación de 0,93, demostrándose la relación positiva entre el tamaño de la estructura y del pez. Los resultados encontrados en éste trabajo reflejan que conforme aumenta la talla de los ejemplares aparecen diferencias en los parámetros alométricos, este hecho pone en evidencia que muy probablemente existan cambios en la morfometría y morfología de los otolitos según la ontogenia del organismo. En este contexto los otolitos son importantes para identificar la estructura poblacional, ya que en

ellos se observan registros de todo lo que pasa en la historia de vida de los peces (Morales, 1991).

El alto coeficiente de correlación obtenido, satisface la premisa básica de isometría que debe existir entre las tasas de crecimiento del pez y alguna de sus estructuras duras (Pinto *et al.*, 2004), lo que indica que el crecimiento alométrico lineal del otolito, se deba probablemente a la presencia del fenómeno de Lee (1920), que consiste en un análisis retrospectivo o retrocálculo; esta técnica permite extraer dicha información mediante varias medidas tomadas del organismo para inferir su longitud en una o varias etapas precedentes. Específicamente,

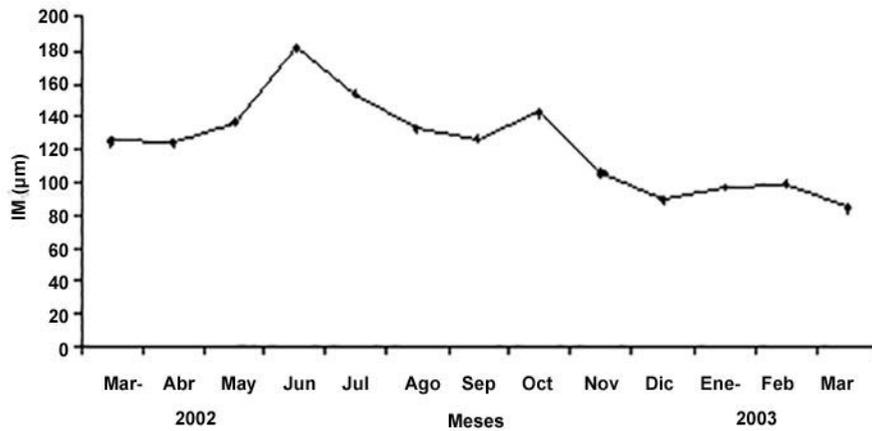


Figura 5. Variación mensual del incremento marginal (IM) de *D. volitans* de los alrededores de la isla de Cubagua.

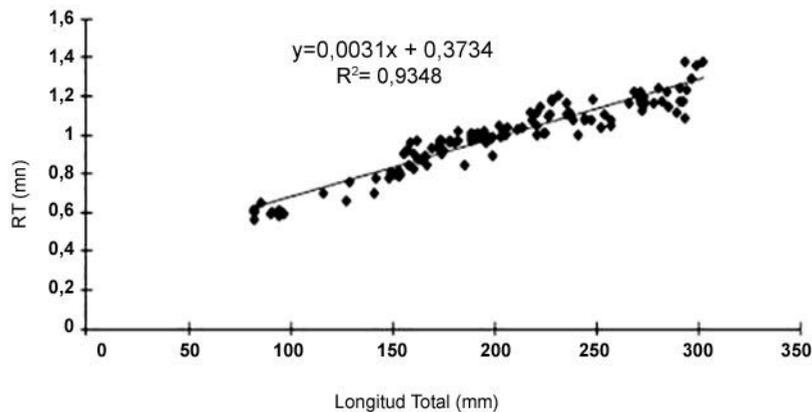


Figura 6. Relación entre la longitud total (Lt) del pez y el radio del otolito (RT), de *D. volitans* de la isla de Cubagua, Venezuela.

se usan las dimensiones de las marcas de crecimiento de la estructura dura, junto a la longitud del cuerpo al momento de la captura, para estimar la longitud al tiempo de formación de cada una de estas marcas. También se basa en el supuesto de que “El incremento de crecimiento del otolito es, en promedio, una proporción constante del incremento de crecimiento del pez” (Francis, 1990).

Las estimaciones de las longitudes a edades pretéritas (Cuadro 3) presentaron un promedio de 100,45 mm de Lt para el grupo de edad 1; 160,15 mm, grupo de edad 2; 212,51 mm, grupo de edad 3 y 258,80 mm, grupo de edad 4. Aunque se establecieron 4 grupos de edades en este estudio, un solo ejemplar presentó siete (7) anillos con un Lt de 363 mm.

La relación longitud-edad se estableció obteniéndose tallas promedio de 87,07 mm; 170,67 mm; 226, 86 mm y 281,43 mm para los

grupos de edades 1+, 2+, 3+ y 4+, respectivamente; indicando además que a mayor tiempo en edad menor es la variación de la talla (Cuadro 4). Por otra parte, se obtuvo una longitud asintótica de 462,7 y un  $K$  de 0,24 año<sup>-1</sup>

El crecimiento relativo instantáneo ( $K$ ) obtenido mediante el gráfico de von Bertalanffy revela que este parámetro aumenta a medida que se incrementa la talla media de *D. volitans*, siendo mayor para el cuarto grupo de edad con 0,98; to de 0,15 y un  $K$  de 0,25 año<sup>-1</sup> (Cuadro 5). El parámetro  $K$  se relaciona con la tasa metabólica del pez. Comúnmente las especies pelágicas son más activas que las especies demersales y poseen valores de  $K$  más alto. Así, la tasa metabólica igualmente tienen relación con la temperatura: los peces tropicales poseen valores de  $K$  más altos que los peces de agua fría (Sparre y Venema, 1995).

Cuadro 3. Promedio de las longitudes totales (Lt) para cada grupo de edad en el momento de captura, calculados a partir de las medias de anillos hialinos de otolitos de *D. volitans* en la isla de Cubagua.

Grupos de edad	N	Lt (mm)	L1	L2	L3	L4
I	30	87,07	71,09			
II	51	170,71	99,98	142,86		
III	41	227,41	110,18	161,62	199,93	
IV	28	281,43	120,56	175,97	225,08	258,80
Promedios	150	191,66	100,45	160,15	212,51	258,80

L1, L2, L3 y L4= promedios de las longitudes pretéritas estimadas según la ecuación de Mengual (1990).

Cuadro 4. Datos para efectuar el Gráfico de Gulland y Holt para obtener la longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ), de *D. volitans* de la isla de Cubagua.

t	$L(t)$	$\Delta Lt$	$[L(t+\Delta t)+L(t)]/2$
1	87,07	83,61	128,87
2	170,67	56,18	198,77
3	226,86	54,58	254,15
4	281,44		

t = tiempo en edad;  $L(t)$ = talla media;  $\Delta Lt$ = variación de la talla.

El ajuste no lineal de la ecuación de von Bertalanffy reveló resultados similares a los obtenidos mediante el método de Gulland y Holt, donde los valores de los parámetros poblacionales fueron  $L_{\infty} = 455,18$  mm;  $K = 0,26$  por año y  $t_0 = 0,17$  años, sugiriendo que la especie es de larga vida (Cuadro 6).

Los valores obtenidos de los parámetros poblacionales en este estudio señalan que *D. volitans* es una especie de crecimiento rápido durante los primeros años de vida y necesita muchos años para alcanzar la longitud asintótica ya que presenta un  $L_{\infty} = 450,38$  con un  $K = 0,25$  (Cuadro 6), lo que significa también que puede alcanzar grandes longitudes; esto relacionado con las condiciones climáticas propias del nororiente de Venezuela para el desarrollo de las especies. No existen reportes sobre estos parámetros en especies de la misma familia.

Existen trabajos en otros peces óseos tropicales donde se han determinados parámetros poblacionales, tales como los realizados por Guzmán y Gómez (2000) quienes señalaron valores de  $K = 0,39$  año<sup>-1</sup> y de  $L_{\infty} = 755$  para *Lutjanus vivanus* de la isla La Blanquilla del nororiente de

Venezuela. Cansio *et al.* (2006), reportaron en *Micropogonias furnieri* en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano valores de  $L_{\infty}$  que variaron entre 33,3 y 37,4 cm, mientras que  $K$  fluctuó entre 0,35 y 0,47 año<sup>-1</sup>; con un índice de desempeño que osciló entre 2,67 y 2,73 y en *Haemulon steindachneri* al suroeste de la isla de Margarita presentó valores con el método de los otolitos de  $L_{\infty} = 231$  mm y  $K = 0,569$  año<sup>-1</sup> (Morales y González, 2010), Sabido *et al.* (2011), obtuvieron en *Pterois volitans* del Caribe Mexicano estimaciones de  $K = 0,50$  y  $L_{\infty} = 337,2$  mm para hembras y para machos de  $K = 0,34$  y  $L_{\infty} = 396,0$  mm, concluyendo que los machos al tener un  $K$  menor, pueden alcanzar longitudes mayores, comparándose con las hembras que al principio tiene un crecimiento rápido, pero conforme llega a su edad adulta, su crecimiento disminuye ya que las hembras utiliza un 12,6% de su energía total a consecuencia de la producción de gametos.

Probablemente estas variaciones entre años y localidades de la tasa de crecimiento en diferentes especies podrían ser atribuidas a diferencias de temperatura y disponibilidad de alimento, esto si se considera que el parámetro de crecimiento

Cuadro 5. Datos para estimar el crecimiento relativo instantáneo ( $K$ ) y edad del pez para que su longitud o masa sea igual a cero ( $t_0$ ) mediante el gráfico de von Bertalanffy.

t	L(t)	$-\ln(1 - Lt/L_{\infty})$
1	87,066	0,215
2	170,673	0,477
3	226,857	0,701
4	281,440	0,982

Cuadro 6. Resumen del ajuste no lineal de los parámetros poblacionales de *D. volitans*, de la isla de Cubagua, Venezuela.

	$L_{\infty}$	Intervalo		$K$	Intervalo		$t_0$	Intervalo	
		Min	Máx		Min	Máx		Min	Máx
Datos agrupados	455,18	264,95	645,05	0,26	-0,0006	0,53	0,17	-0,71	1,05
Datos totales	450,38	361,56	538,44	0,25	0,16	0,34	0,13	-0,03	0,29

$K$  se relaciona con la tasa metabólica del pez y esta a su vez con la temperatura (Sparre y Venema, 1995). En el caso de Venezuela, las variaciones de temperatura y disponibilidad de alimento estarían relacionadas con los eventos de surgencias, alta productividad y producción biológica de los diferentes ecosistemas de la plataforma continental del nororiente del país (Guzmán y Gómez, 2000).

Las especies de vida corta alcanzan  $L_{\infty}$  en uno o dos años y tienen un valor alto de  $K$ ; no obstante, existen otras especies que tienen una curvatura de crecimiento aplanada con un  $K$  bajo y necesitan muchos años para alcanzar  $L_{\infty}$  (Barreto, 1996), este parece ser el caso de *D. volitans* por lo que se recomienda realizar estudios de crecimiento utilizando métodos indirectos de frecuencia de tallas.

Generalmente, los valores de  $K$  son inversos al  $L_{\infty}$ , pero, es posible encontrar en especies diferentes pero de un mismo género valores de  $K$  aproximadamente iguales, aunque el  $L_{\infty}$  sea numéricamente diferente (Mateus y Penha, 2007). En este sentido, el coeficiente de crecimiento ( $K$ ), de la ecuación de von Bertalanffy, guarda cierta proporcionalidad con la mortalidad natural de la población, es decir, un pez que alcanza la longitud asintótica rápido ( $K$  elevado), es probable que tenga una mortalidad natural elevada, mientras que un pez que crece lentamente ( $K$  bajo), es posible que tenga una baja mortalidad natural.

El recuento de los anillos de crecimiento en *D. volitans* muestra que su tasa de incremento de longitud es acelerada durante sus primeros años de edad y luego se estabiliza, alcanzando una talla asintótica de 450,38 mm, también se observa que la especie necesitaría mucho tiempo para alcanzar su longitud máxima teórica (Figura 7).

Por otra parte, existen factores ambientales, como la temperatura y la abundancia de alimento, que influyen sobre la curva de crecimiento, es decir, una especie puede tener sus propios parámetros medios de crecimiento, pero éstos pueden variar por las características del área donde se desarrolla la población. Al observar la curva de crecimiento en longitud de *D. volitans*, se puede verificar fácilmente lo establecido para las zonas tropicales en la cual la mayoría de los peces tienen una tasa de crecimiento muy alta durante el primer año de vida y alcanzan de 25 a 50% de su longitud máxima. Esto también se ha evidenciado en otras especies de peces tropicales como *Lutjanus griseus* (Claro, 1983) y en *Haemulon scirus* (García-Arteaga, 1992), quienes pudieron verificar el crecimiento rápido de los ejemplares durante sus primeros años de vida como lo es característico de estas zonas tropicales.

En este estudio, a partir de los valores de los parámetros de crecimiento en longitud y la relación longitud-peso (Figura 8), se observa que esta especie aumenta la longitud a medida que se incrementa la edad (Cuadro 7).

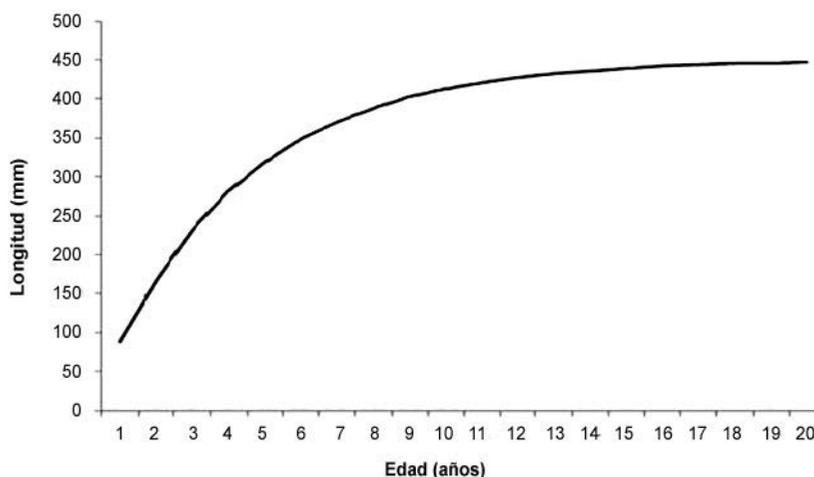


Figura 7. Curva de crecimiento en longitud, estimada de acuerdo a los parámetros poblacionales de *D. volitans* de la isla de Cubagua.

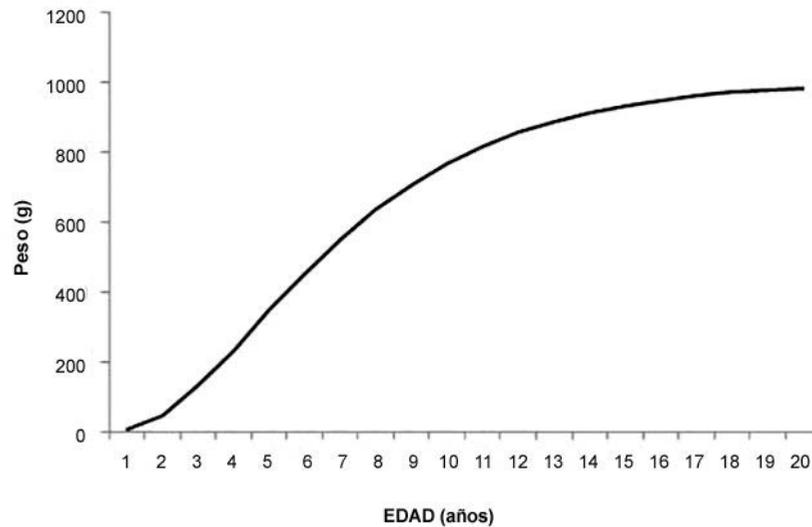


Figura 8. Curva de crecimiento en peso estimada a partir de los valores de los parámetros poblacionales de *D. volitans* de la isla de Cubagua.

Cuadro 7. Estimación del peso teórico a partir de los valores de los parámetros de crecimiento en longitud de von Bertalanfy y la relación longitud-edad de *D. volitans* de la isla de Cubagua, Venezuela.

Edad	Lt	Pt
1	87,468	7,241
2	168,702	51,408
3	231,740	132,573
4	280,658	234,771
5	318,618	342,797
6	348,075	446,300
7	370,934	539,577
8	388,673	620,281
9	402,438	688,159
10	413,120	744,110
11	421,409	789,553
12	427,841	826,061
13	432,833	855,152
14	436,706	878,191
15	439,712	896,350
16	442,044	910,613
17	443,854	921,784
18	445,259	930,516
19	446,349	937,329
20	447,195	942,639

## CONCLUSIONES

La estructura de tallas estuvo constituida principalmente por organismos que oscilaron entre 120 y 200 mm de longitud total que representaron el 65% del total de la población.

El recuento de los anillos anuales permitió establecer cuatro grupos de edades lo cual constituye un buen indicador del crecimiento somático, indicando que los peces capturados tendrían entre 1 y 4 años de edad.

Los parámetros de crecimiento en longitud de *D. volitans* indican que aunque presenta un rápido crecimiento en los primeros años es una especie de larga vida y necesita mucho tiempo para alcanzar su longitud asintótica.

## LITERATURA CITADA

- Araya, M and L. Cubillos. 2002. The retrospective analysis of the growth in fish and their associated problems. *Gayana (Concepción)*, 66 (2):161-179.
- Barreto, C. 1996. Edad y Crecimiento de *Haemulon stendachneri*, capturados en la costa norte del estado Sucre, Venezuela. Tesis de Grado. Licenciatura en Biología. Universidad de Oriente, Venezuela. 88 p.
- Campana, S and J. Neilson. 1985. Microstructure of fish otoliths. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42 (5): 1014-1032.
- Cansio, E., J. Narváez y J. Blanco. 2006. Dinámica poblacional del Coro coro *Micropogonias furnieri* (pisces: sciaenidae) en la ciénaga grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *Bol. Invemar*, 1: 37-58.
- Cervigón, F. 1991. Los Peces Marinos de Venezuela. Vol. I. Fundación Científica Los Roques, Caracas., 425 p.
- Claro, R. 1983. Ecología y ciclo de vida del caballero *Lutjanus griseus* (Linnaeus) en la plataforma Cubana II. Edad y crecimiento, estructura de las poblaciones, pesquerías. *Rep. Invest. Inst. Ocenol. Acad. Cienc. Cuba*, 8: 1-28.
- Crespo, J. y R. Ponce. 2003. Nombres vernáculos y Científicos de organismos marinos. Ministerio de Ciencia e Innovación. CSIC. 98 p.
- Csirke, J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. F.A.O. Documentos técnicos de pesca. Roma, Italia, (192): 82 p.
- F.A.O. 1982. Report of technical consultation on methodologies used for fish age – reading. F. A. O Rapp/ F. A. O Fish. Rep. 257: 104 p.
- Francis, R. 1990. Back-calculation of fish length: a critical review. *J. Fish Biol.* 36:883-902.
- García-Arteaga, J. 1992. Edad y crecimiento del ronco amarillo, *Haemulon scirus* (Shaw) (Pisces: Haemulidae) en el Golfo de Batabano, plataforma suroccidental de Cuba. *Cien. Biol.*, 25: 104 – 116.
- González, L., N. Eslava y F. Guevara. 2006. Catálogo de la pesca artesanal del estado Nueva Esparta, Venezuela. Radoca, Cumaná, Venezuela. 222 p.
- González, L. y A. Mengual. 1995. Edad y crecimiento del machuelo *Opisthonema oglinum* (Le Sueur 1818) (Teleostei: Clupeidae) de la Isla de Margarita, Venezuela. *Ciencias Marinas* 21: 387-399.
- González, L. y N. Eslava. 1999. Edad y crecimiento del pargo colorado *Lutjanus purpureus* Poey, 1867 (Teleostei: Lutjanidae) de la región oriental de Venezuela. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 34: 99-107.
- Guzmán, R. y G. Gómez. 2000. Parámetros poblacionales de *Lutjanus vivanus* en isla la Blanquilla nororiente de Venezuela. *Zootecnia Trop.* 18(3):287-300.
- Lanza, N., Y. Longart., V. Acosta y B. Parra. 2012. Biometría del volador *Dactylopterus volitans* (Linnaeus; 1758) (Pisces:Dactylopteridae) de los alrededores de la isla de Cubagua, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 30(4): 369-381.
- Lee, R. 1920. A review of the methods of age and growth determination in fishes by means of scales. *Ministry of Agriculture and Fishery Investigations* 4: 19-28.
- Mateus, L y J. Penha. 2007. Dinâmica populacional de quatro espécies de grandes bagres na bacia do rio Cuiabá, Pantanal

- norte, Brasil (Siluriformes, Pimelodidae). Rev. Bras. Zool. 24(1): 87-98.
- Mengual, M. 1990. Determinación de la edad y crecimiento del machuelo *Opisthonema oglinum* LE SEUR, 1818 (Pisces: Clupeidae) de la Isla de Margarita, Venezuela. Trabajo de grado. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, 64 p.
- Mollo, S. 1981. Otolitos de peces de la Laguna Chascomús (Provincia de Buenos Aires). Análisis y consideraciones para su identificación en estudios tróficos. Limnobiós, 2(4):253-263.
- Morales, B. 1991. Determinación del crecimiento de peces óseos en base a la microestructura de los otolitos. FAO Documento Técnico de Pesca No. 322. Roma, Italia. 58 p.
- Morales, M. y L. González. 2010. Edad y Crecimiento del pez *Haemulon steindachneri* (Perciformes: Haemulidae) en el suroeste de la Isla de Margarita, Venezuela. Rev. Biol. Trop. 58 (1): 299-310.
- Morales-Nin, B. 2000. Review of the growth regulation processes of otolith daily increment formation. Fish. Res. 46: 53-67.
- Penha, J., F. Mateus and G. Barbieri. 2004. Age and growth of the porthole shovelnose catfish (*Hemisorubim platyrhynchos*) in the Pantanal. Braz. J. Biol. 64(4): 833-840.
- Pinto, M., M. Ximenes e A. Fonteles. 2004. Idade e crescimento do badejo-mira, *Mycteroperca rubra* (Bloch 1793), no sudeste do Brasil. Rquivos de Ciências do Mar 37: 7-14.
- Ruíz, L., B. Parra y A. Prieto. 2007. Estructura comunitaria de peces en dos localidades de la costa norte de la Isla de Cubagua, Venezuela. Ciencia, 15 (4): 398-409.
- Sabido, M., J. Gómez., A. Medina., M. García., y W. Hadad. 2011. Dinámica Poblacional del Pez León (*Pterois volitans*) en El Parque Nacional Arrecifes de Xcalak (PNAX), Quintana Roo, Caribe Mexicano. GCFI, 64:67-74.
- Scott, W. y M. De Scott. 1988. Peces Del Atlántico de Canadá. Puedo. Bull. Fish. Aquat. Sci. 219:205-233 p.
- Sokal, R. y F. Rohlf. 1981. Biometría: principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Editorial Blume, Madrid, España. 832 p.
- Sparre, P. y S. Venema 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte I. FAO. Doc. Téc. Pesca. 306 (1): 420.
- Tavares, R. 2001. Estudio sobre la biodiversidad de tiburones en el Parque Nacional Archipiélago Los Roques. Informe técnico final para la oficina de diversidad biológica del Ministerio del Ambiente y de Los Recursos Naturales. Fundación Científica Los Roques, Venezuela. 44 p.
- Teixeira, C. 2008. Crescimento, idade e mortalidade do congro rosa *Genypterus brasiliensis* (Regan, 1903) na região sudeste e sul do Brasil. Tesis Doctorado. Instituto de Pesca, Sao Paulo. 60 p.
- Tolentino, V y C. Mendoza. 2001. Edad y crecimiento del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith 1834) en el pacífico central de México. Ciencias Marinas 27(4): 501-520.
- Tuset, V., S. Piretti., A. Lombarte and J. González. 2010. Using Sagittal otoliths and eye diameter for ecological characterization of deep sea fish: *Aphanopus carbo* and *A. intermedius* from Atlantic waters. Sci. Mar. 74: 807-814.
- Volpedo, A y D. Fuchs. 2010. Ecomorphological patterns of the *lapilli* of Paranoplatense Siluriforms (South America). *Fish Res.* 102:160-165.