



**Estructura poblacional y espacial del lenguado ojón *Poecilopsetta beanii* Goode, 1881
(Pleuronectiformes: Pleuronectidae) en aguas profundas del Mar Caribe colombiano**

Linda Lenis Montero Argote

Universidad del Magdalena
Facultad de Ingeniería
Programa de Ingeniería Pesquera
Santa Marta D.T.C.H., Colombia
2022



**Estructura poblacional y espacial del lenguado ojón *Poecilopsetta beanii* Goode, 1881
(Pleuronectiformes: Pleuronectidae) en aguas profundas del Mar Caribe colombiano**

Linda Lenis Montero Argote

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniera Pesquera

Director:

Alfredo Luis Rodríguez Jiménez. Ing. Pesquero, M.Sc., Ph.D. (c)

Codirector:

Jorge Enrique Paramo Granados. Ing. Pesquero, M.Sc., Ph.D.

Línea de Investigación:

Pesquerías

Grupo de Investigación:

Ciencia y Tecnología Pesquera Tropical (CITEPT)

Universidad del Magdalena

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Pesquera

Santa Marta D.T.C.H., Colombia

2022

Nota de aceptación:

Aprobado por el Consejo de Programa en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad del Magdalena para optar al título de Ingeniera Pesquera.

Jurado

Jurado

Santa Marta, 3 de 11 del 2022

Dedico este logro:

A mis padres José Montero y Ruth Argote por apoyarme en todo momento, darme lo mejor de ellos, guiarme en los momentos difíciles y ser esa inspiración para seguir adelante. A Yordy Padilla, por ser esa persona que llego a mi vida justo en mis momentos más difíciles y apoyarme a cumplir mis metas.

Agradecimientos

Quiero agradecer a Dios por darme la oportunidad de estudiar en la mejor casa estudio donde pude crecer como persona y como profesional. Sinceros agradecimientos al profesor Jorge Páramo Granados que es uno de los docentes que me motivó como investigadora y estudiante, y a Alfredo Rodríguez Jiménez que me apoyó, guio, explicó y otorgó su tiempo y conocimiento y siempre me impulsaba a seguir adelante. También quiero agradecerle al Grupo de Investigación Ciencia y Tecnología Pesquera Tropical (CITEPT) por permitirme ser un integrante más, brindarme la posibilidad de aprender y realizar mi pasantía de investigación.

Tabla de contenido

1. Resumen	8
2. Abstract	9
4. Marco Teórico	11
5. Objetivos	13
5.1 General	13
5.2 Específicos	13
6. Materiales y Métodos	14
6.1 Área de estudio	14
6.2 Diseño de muestreo	15
6.3 Análisis de información	15
7. Resultados y Discusión	17
8. Conclusiones	20
9. Referencias	21

Lista de Figuras

Figura 1. Lenguado ojón <i>Poecilopsetta beanii</i> (Goode, 1881). Fuente: NOAA\NMFS\Mississippi Laboratory.....	11
Figura 2. Mapa del área de estudio, localizando las estaciones de muestreo (círculos rellenos) del lenguado ojón <i>Poecilopsetta beanii</i> en el Mar Caribe colombiano.....	15
Figura 3. Relación peso-longitud del lenguado ojón <i>Poecilopsetta beanii</i> en el Mar Caribe colombiano. Se muestran el modelo ajustado (línea continua) y los intervalos de confianza al 95% (línea punteada).....	17
Figura 4. Distribuciones de frecuencias de la longitud total (mm) por estrato de profundidad del lenguado ojón <i>Poecilopsetta beanii</i> en el Mar Caribe colombiano.....	18
Figura 5. Distribuciones de frecuencias de la longitud total (mm) por zona de muestreo del lenguado ojón <i>Poecilopsetta beanii</i> en el Mar Caribe colombiano.....	19
Figura 6. Distribución espacial de la biomasa (kg/km²) del lenguado ojón <i>Poecilopsetta beanii</i> en el Mar Caribe colombiano.....	19

Lista de Tablas

Tabla 1. Resumen de la relación peso-longitud del lenguado ojón <i>Poecilopsetta beanii</i> en el Mar Caribe colombiano. n: número de individuos, Min: mínimo, Max: máximo, DE: desviación estándar, a: intersepto, b: pendiente, R²: coeficiente de correlación.....	17
---	-----------

1. Resumen

El lenguado ojón *Poecilopsetta beanii* es una especie de aguas profundas con una amplia distribución geográfica en el Atlántico Oeste, incluyendo Nueva Inglaterra, USA, Golfo de México, costa de América Central, norte de Colombia, Brasil, Cuba y St. Kitts. En el Caribe colombiano, no se conocen trabajos específicos sobre la distribución, abundancia y parámetros de crecimiento del lenguado ojón *P. beanii*. El objetivo de este trabajo fue evaluar la estructura poblacional y espacial del lenguado ojón de aguas profundas *P. beanii* en el Mar Caribe colombiano. Los datos fueron colectados mediante cuatro cruceros de prospección con 54 estaciones de muestreo empleando el método de área barrida, en el cual se colectaron 287 individuos entre 200 y 500 m de profundidad. Se determinó la relación morfométrica entre la longitud total (LT) y el peso total (PT), y se evaluó la significancia en el tipo de crecimiento aplicando una prueba t-student. La variación en la estructura de tamaños en función de la profundidad y zonas de muestreo fue evaluada mediante un análisis comparativo aplicando la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis. La distribución de la biomasa (kg/km^2) de *P. beanii* fue evaluada mediante técnicas de modelación espacial con kriging. El lenguado ojón *P. beanii* presentó un rango de tamaños entre 67,39 y 148,50 mm de LT (media= $113,33 \pm 14,48$ mm) y peso corporal entre 0,60 y 25,50 g (media= $8,60 \pm 4,11$ g). El análisis de la relación longitud-peso mostró que *P. beanii* tiene un crecimiento alométrico positivo, indicando que la especie incrementa su longitud en mayor proporción que su peso corporal ($p= 0,00$). Los parámetros de crecimiento estimados para esta especie fueron: $a= 4,385\text{E-}07$ (I.C. 95%= $1,480663\text{E-}07$ y $1,298618\text{E-}06$), $b= 3,5297$ (I.C. 95%= $3,2998$ y $3,7595$) y $R^2= 0,76$. El análisis estadístico no paramétrico mostró para la estructura de tamaños un patrón decreciente con la profundidad, encontrando a los peces de mayor tamaño corporal (121,5 y 148,5 mm de LT) a profundidades entre 200 y 300 m, mientras que los peces de menor tamaño corporal (67,4 y 94,4 mm de LT) entre 400 y 500 m ($K\text{-}W= 22,43$; $p= 0,00$). Adicionalmente, los peces con mayor tamaño corporal (media= $119,9 \pm 12,27$ mm de LT) se localizaron en la zona norte en comparación a los peces capturados en la zona sur (media= $104,64 \pm 12,47$ mm de LT) ($K\text{-}W= 86,56$; $p= 0,00$). Respecto a la estructura espacial, se encontraron las mayores biomásas (6,3 y $9,5 \text{ kg}/\text{km}^2$) entre el Río Magdalena y Riohacha en la zona norte del Caribe colombiano. Por su parte, en la zona sur, cerca al Parque Nacional Natural Corales de Profundidad, el lenguado ojón mostró valores intermedios de biomasa ($\sim 5,3 \text{ kg}/\text{km}^2$). Este trabajo de investigación contribuyó a la generación de nuevo conocimiento de los peces lenguados bati-demersales de la familia Pleuronectidae, lo cual es esencial para la conservación de los ecosistemas marinos de aguas profundas en el Mar Caribe colombiano.

Palabras clave: *Poecilopsetta beanii*, Estructura de tamaños, Biomasa, Distribución espacial, Aguas profundas, Caribe colombiano.

2. Abstract

The bigeye flounder *Poecilopsetta beanii* is a deepwater species with a wide geographic distribution in the Western Atlantic, including New England, USA, Gulf of Mexico, Central American coast, northern Colombia, Brazil, Cuba and St. Kitts. In the Colombian Caribbean, there are no specific studies on the distribution, abundance and growth parameters of the bigeye flounder *P. beanii*. The objective of this work was to evaluate the population and spatial structure of the deepwater bigeye flounder *P. beanii* in the Colombian Caribbean Sea. Data were collected through four survey cruise with 54 sampling stations using the swept area method, in which 287 individuals were collected between 200 and 500 m depth. The morphometric relationship between total length (TL) and total weight (PT) was determined, and the significance in the type of growth was evaluated by applying a t-student test. The variation of size structure as a function of depth was evaluated by comparative analysis using the Kruskal-Wallis nonparametric test. The biomass distribution (kg/km²) of *P. beanii* was evaluated using spatial modeling techniques with kriging. The bigeye flounder *P. beanii* presented a size range between 67.39 and 148.50 mm TL (mean= 113.33 ± 14.48 mm) and body weight between 0.60 and 25.50 g (mean= 8.60 ± 4.11 g). The analysis of the length-weight relationship showed that *P. beanii* has a positive allometric growth, indicating that the species increases its length in greater proportion than its body weight (p= 0.00). The estimated growth parameters for this species were: a= 4.385E-07 (I.C. 95%= 1.480663E-07 and 1.298618E-06), b= 3.5297 (I.C. 95%= 3.2998 and 3, 7595) and R²= 0.76. The statistical analysis showed a decreasing pattern with depth for the size structure, finding the fish with the largest body size (121.5 and 148.5 mm TL) associated with depths between 200 and 300 m, while than fish of smaller body size (67.4 and 94.4 mm TL) with preferences for depths between 400 and 500 m (K-W= 22,43; p= 0.00). Additionally, the fish with the largest body size (mean= 119.9 ± 12.27 mm of TL) were located in the northern zone compared to the fish captured in the southern zone (mean= 104.64 ± 12.47 mm of TL). LT) (K-W= 86.56; p= 0.00). Regarding the spatial structure, the highest biomasses (6.3 and 9.5 kg/km²) were found between the Magdalena River and Riohacha in the north of the Colombian Caribbean. On the other hand, in the southern area, near the Corales de Depth National Natural Park, the bigeye flounder showed intermediate values of biomass (~5.3 kg/km²). This research work contributed to the generation of new knowledge of the bathy-demersal flounder fish of the Pleuronectidae family, which is essential for the conservation of deep-sea marine ecosystems in the Colombian Caribbean Sea.

Key words: *Poecilopsetta beanii*, Size structure, Biomass, Spatial distribution, Deep waters, Colombian Caribbean.

3. Introducción

Los peces demersales de aguas profundas son importantes no solo por el número de especies conocidas sino además por la variedad de interacciones inter-específicas con el fondo marino, constituyendo así un grupo diverso y de gran interés económico y ecológico. Comprender las características que influyen la estructura de una población posibilita conocer los comportamientos de las poblaciones de peces con fines de manejo y conservación (Araya *et al.*, 2013). La estructura poblacional de los peces demersales puede estar influenciada por las condiciones ambientales, lo cual puede verse reflejado dentro de la red trófica y, por lo tanto, en la estructura comunitaria (Amezcuca & Portillo, 2010; Cogua *et al.*, 2013).

Los peces del género *Poecilopsetta*, se caracteriza tener la aleta dorsal en la mitad del ojo superior, su boca es angosta, carece de dientes en el vómer, la aleta dorsal anterior se encuentra ausente de radios alargados y sus escamas son pequeñas (Quéro *et al.*, 1988; Hoshino *et al.*, 2000; Guibord & Chapleau, 2001, 2002; Hoshino *et al.*, 2001). Las larvas del género *Poecilopsetta* tienen un tamaño mucho mayor que el grupo de peces pleuronéctidos, aunque en su fase pelágica no es lo suficientemente amplia la deriva de las larvas a través del Atlántico por la Corriente Ecuatorial del Norte y la Corriente del Atlántico Norte (Nielsen, 2008). La especie *Poecilopsetta beanii* no es considerada de valor comercial (Molina *et al.*, 2020). Este lenguado tanto a nivel global como local es una de las especies escasamente estudiadas en aguas profundas, considerando que la información disponible se refiere a su taxonomía, en cambio, es muy escasa la información en temas sobre el ciclo de vida, dinámica poblacional, reproducción, distribución espacial y abundancia.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo de investigación pretende llenar vacíos de información para este lenguado de aguas profundas en el Mar Caribe colombiano, en relación con los aspectos poblacionales tales como la relación morfométrica longitud-peso, estructura de tallas y distribución espacial.

4. Marco Teórico

El lenguado ojón (*Poecilopsetta beanii*; Figura 1), es un pez bati-demersal que forma parte de la subfamilia Poecilopsettinae y la familia Pleuronectidae. Esta especie se distribuye a lo largo del Atlántico occidental: Nueva Inglaterra, EE.UU. hacia el sur a través del Golfo de México hasta Campeche, México; frente a la costa centroamericana hasta el norte de Colombia y el norte de Brasil; Cuba y St. Kitts (Munroe, 2003; Froese & Pauly, 2006).

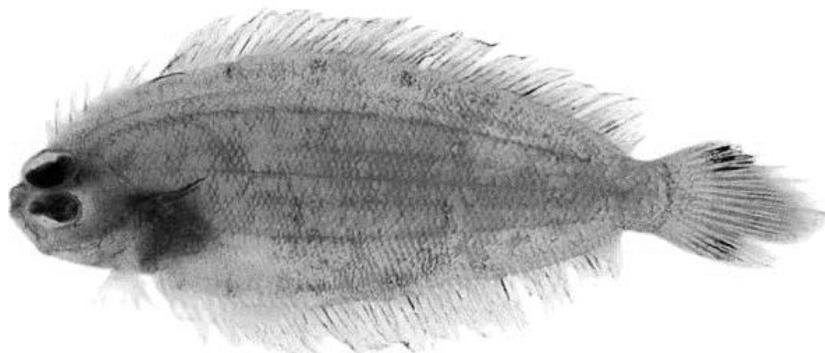


Figura 1. Lenguado ojón *Poecilopsetta beanii* (Goode, 1881). Fuente: NOAA\NMFS\Mississippi Laboratory.

Generalidades taxonómicas de *Poecilopsetta beanii* (Goode, 1881).

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Infraphylum: Gnathostomata

Parvphylum: Osteichthyes

GigaClase: Actinopterygii

Superclase: Actinopteri

Clase: Teleostei

Orden: Pleuronectiformes

Familia: Pleuronectidae

Subfamilia: Poecilopsettinae

Género: *Poecilopsetta*

Especie: *Poecilopsetta beanii*

El orden Pleuronectiformes forma parte del grupo de peces con aletas radiadas, que pertenece a catorce familias y más de 800 especies (Munroe, 2015). Se caracterizan por su visible metamorfosis larval, donde un ojo ya sea derecho u izquierdo se desplaza al otro lado del cráneo, la morfología del género *Poecilopsetta* se distinguen por su boca angosta, carece de dientes en el vómer, la aleta dorsal

no posee radios alargados la cual empieza entre la mitad del ojo superior, con una cavidad del cuerpo pequeña y fuertemente comprimido, los adultos regularmente no cuentan con vejiga natatoria, escamas pequeñas cicloides, los juveniles nadan verticalmente, su longitud varía de 10 a 25 mm, suelen descansar y nadar sobre el lado ciego, su metamorfosis involucra variación en los huesos del cráneo, nervios y músculos (Quéro *et al.*, 1988; Hoshino *et al.*, 2000; Guibord & Chapleau, 2001, 2002; Hoshino *et al.*, 2001).

El lenguado *P. beanii* es una especie demersal que habita en aguas profundas de unos 155 a 1.641 m. Este lenguado llega a mediar hasta 83 mm de longitud total y su tamaño puede verse influenciado dependiendo de la latitud por las diferentes condiciones ambientales (Van der Veer *et al.*, 2003). Este espécimen se encuentra distribuido en el Atlántico norte; frente a la costa de América Central hasta el norte de Colombia y el norte de Brasil (Froese & Pauly, 2006). No cuenta con un valor comercial por lo tanto se descarta en las principales pesquerías y de acuerdo a la Lista Roja de especies amenazadas esta especie se encuentra en una preocupación menor (UICN, 2019).

A nivel mundial, los estudios sobre los lenguados de aguas profundas se encuentran en pleno desarrollo, debido a la carencia de información sobre la distribución, abundancia y parámetros de crecimiento. Considerando la escasez de información de la especie *P. beanii*, este trabajo de investigación se fundamenta en la generación de nuevo conocimiento de los peces lenguados bati-demersales en aguas profundas del Mar Caribe colombiano.

5. Objetivos

5.1 General

Evaluar la estructura poblacional y espacial del lenguado ojón de aguas profundas *Poecilopsetta beanii* en el Mar Caribe colombiano.

5.2 Específicos

- Determinar la relación morfométrica peso-longitud y el tipo de crecimiento del lenguado ojón *P. beanii*.
- Evaluar la estructura de tamaños y la biomasa del lenguado ojón *P. beanii* en función de la profundidad y zonas de muestreo.
- Determinar la distribución espacial de la biomasa del lenguado ojón *P. beanii* en el Mar Caribe colombiano.

6. Materiales y Métodos

6.1 Área de estudio

El área de estudio se localizó en el Mar Caribe colombiano, entre los 200 y 500 m de profundidad, con cubrimiento entre Punta Gallinas en La Guajira (12°10'N - 71°14'W) hasta el Golfo de Urabá (9°03'N - 76°53'W) (Figura 2). En el Caribe colombiano, la plataforma continental es amplia (14.298 km²), y abarca desde la costa entre la desembocadura del río palomino y punta castilletes (Álvarez-León *et al.*, 1995). En la Península de La Guajira la isobata de los 100 m, se ubica a unas 10 millas náuticas (mn) de la costa y frente a Punta Gallinas a solo unas 3 mn, la plataforma continental en dirección al oeste se estrecha poco a poco hasta casi desaparecer en el sector Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), y nuevamente se amplía en 12 mn de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) en el departamento del Magdalena (Quintero, 1992; Álvarez-León *et al.*, 1995). Un poco más hacia el sur se encuentra el golfo de Urabá, en donde la franja costera tiene una extensión a 543 km de borde litoral. Este golfo hace parte de la región del Darién montañoso el cual es conocido por sus altas condiciones de humedad, su gran biodiversidad y relieve montañoso (García-Valencia, 2007).

El Mar Caribe colombiano está influenciado por los constantes cambios en la intensidad de los vientos durante el ciclo anual (Ruiz-Ochoa *et al.*, 2012). Así mismo, en el norte de Colombia, La Guajira se encuentra influenciada por los vientos alisios, los cuales, producen una gran influencia sobre el clima y la variabilidad oceánica (Andrade *et al.*, 2003). Las partículas planctónicas y las aguas ricas en nutrientes tienden a ser desplazadas fuera de la costa por los efectos de la surgencias que se distinguen por ser altamente dispersivos (Roy, 1998, Mackenzie, 2000), y en la Guajira, se presentan las mayores intensidades de surgencia estacional de aguas profundas entre los meses de diciembre hasta abril. Por lo tanto, la circulación de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), donde los movimientos atmosféricos favorecen la surgencia estacional, estos aspectos podrían ser importante para la entrada de nutrientes y biomasa en la cuenca oligotrófica del Caribe (Franco-Herrera & Torres-Sierra 2006, García-Hoyos, 2008). Por otro lado, las temporadas de lluvias y humedad en el Mar Caribe se propagan desde agosto hasta noviembre, se clasifican por ser lluvias fuertes y abundantes con vientos débiles (Bastidas-Salamanca & Figueroa-Casas, 2014), sus aguas son más frías y salinas que las superficiales, estas adquieren un mayor contenido en nutrientes y alta productividad biológica existente que favorece la disponibilidad de recursos marinos como peces y crustáceos (Paramo *et al.*, 2003; Paramo, 2011; Paramo & Sain-Paul, 2011; Rodríguez & Paramo, 2012; Pérez *et al.*, 2018, 2019).

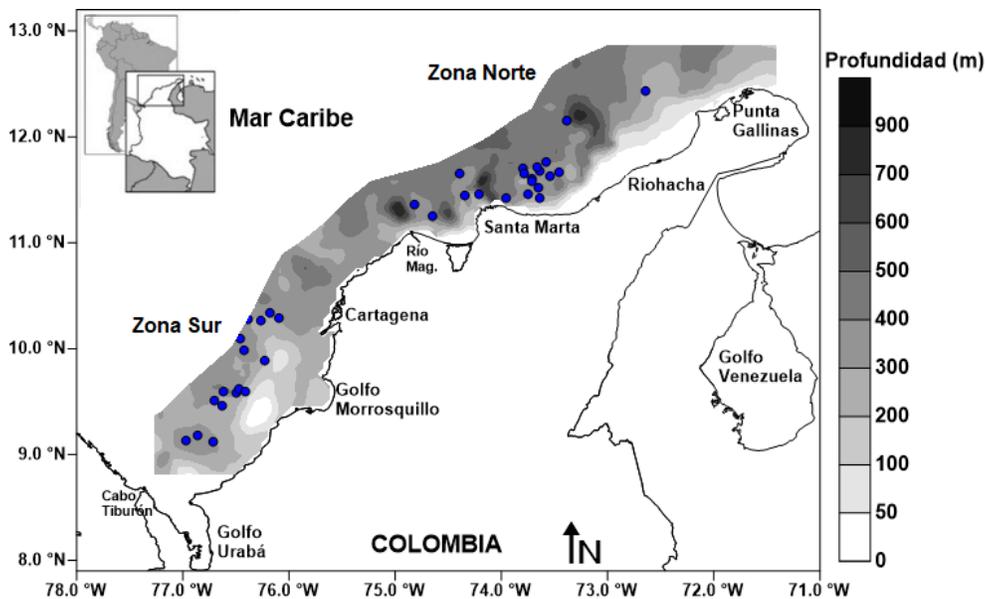


Figura 2. Mapa del área de estudio, localizando las estaciones de muestreo (círculos rellenos) del lenguado ojón *Poecilopsetta beanii* en el Mar Caribe colombiano.

6.2 Diseño de muestreo

Se realizaron cuatro cruceros de investigación entre agosto de 2009 y mayo de 2010 en el Mar Caribe colombiano. En total se realizaron 54 estaciones de muestreo empleando el método de área barrida, en el cual se colectaron 287 individuos entre 200 y 500 m de profundidad (Figura 2). Las estaciones de muestreo fueron georreferenciadas con un GPS Garmin MAP 76CSx, a su vez la profundidad en metros fue registrada con un ecosonda comercial FURUNO FCV 1150 con transductor de frecuencia 28 kHz. En el laboratorio, cada individuo capturado de *P. beanii* fue correctamente identificado por medio de las guías especializadas en la materia. A cada individuo se le registró la longitud total (LT) con un calibrador electrónico con precisión de 0,01 mm y el peso total del cuerpo (PT) con una balanza electrónica con exactitud de 0,01 g.

6.3 Análisis de información

El análisis de la información consistió en tres etapas:

1. Se determinó la relación longitud peso, con el fin de conocer el tipo de crecimiento de la especie ya sea isométrico a razón de una pendiente igual a tres ($b=3$) o alométrico positivo o negativo con una pendiente diferente de tres ($b \neq 3$) aplicando una prueba t-student (Froese, 2006).
2. Se evaluó la estructura de tamaños a partir de un análisis de frecuencias de tamaños por cada uno de los estratos de profundidad 200-300m, 300-400m, 400-500m y zona de muestreo (Norte y Sur). Una vez evaluados los supuestos de normalidad de datos con el test de Shapiro-

Wilk (Gavrilov y Pusev, 2014) y homogeneidad de varianza con el test de Bartlett (Fox y Weisberg, 2011), se aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para detectar diferencias significativas entre las variables.

3. Por último, se realizó un análisis de modelación espacial con kriging (Rivoirard *et al.*, 2000), con el fin de determinar la distribución de la biomasa (kg/km^2) de *P. beanii* en el área de estudio.

Los análisis estadísticos se realizaron en el lenguaje de programación R, empleando las diferentes librerías: FSA, lattice, stats, geoR (R Development Core Team, 2021).

7. Resultados y Discusión

Se analizaron un total de 287 individuos del lenguado ojón *P. beanii*, los cuales presentaron un rango de tamaños entre 67,39 y 148,50 mm de LT (media= 113,33 ± 14,48 mm) y peso corporal entre 0,60 y 25,50 g (media= 8,60 ± 4,11 g). Los parámetros de crecimiento estimados para esta especie fueron: a= 4,385E-07 (I.C. 95%= 1,480663E-07 y 1,298618E-06), b= 3,5297 (I.C. 95%= 3,2998 y 3,7595) y R²= 0,76 (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de la relación peso-longitud del lenguado ojón *Poecilopsetta beanii* en el Mar Caribe colombiano. n: número de individuos, Min: mínimo, Max: máximo, DE: desviación estándar, a: intersepto, b: pendiente, R²: coeficiente de correlación.

Especie	n	Longitud Total (mm)			Peso Corporal (g)			Parámetros de crecimiento		
		Min	Max	Media ± DE	Min	Max	Media ± DE	a	b	R ²
<i>Poecilopsetta beanii</i>	287	67,39	148,50	113,33 ± 14,48	0,60	25,50	8,60 ± 4,11	4,385E-07	3,5297	0,76

El lenguado ojón *P. beanii* presentó un crecimiento alométrico positivo, indicando que la especie incrementa su longitud en mayor proporción que su peso corporal (p= 0,00) (Figura 3). Este estudio generó el primer reporte sobre el tipo de crecimiento de *P. beanii* en el Caribe colombiano. Los hallazgos difieren respecto al lenguado *P. inermis*, el cual se reporta con un crecimiento isométrico en el área de estudio (Díaz *et al.*, 2000).

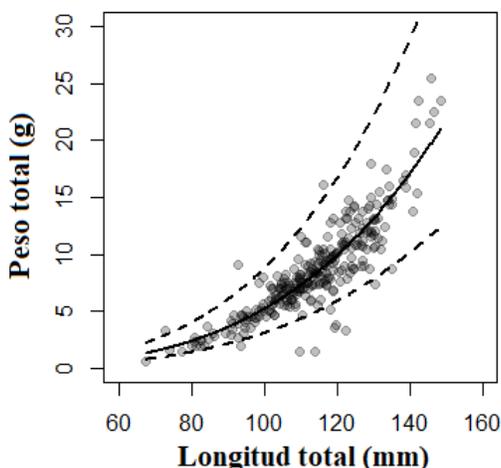


Figura 3. Relación peso-longitud del lenguado ojón *Poecilopsetta beanii* en el Mar Caribe colombiano. Se muestran el modelo ajustado (línea continua) y los intervalos de confianza al 95% (línea punteada).

La estructura de tamaños mostró un patrón decreciente con la profundidad, es decir, que los lenguados de mayor tamaño se encontraron en el estrato de 200-300 m, mientras que los de menor tamaño en 400-500 m (K-W= 22,43; p= 0,00) (Figura 4). Estos resultados difieren a lo reportado comúnmente en la literatura científica, donde por lo general, los organismos marinos de mayores tamaños se localizan a mayores profundidades. No obstante, un estudio realizado en el Golfo de México encontró

que en algunas especies de crustáceos de la familia Nephropidae tiende a decrecer su tamaño corporal en las zonas más profundas (Briones-Fourzán *et al.*, 2020). Por su parte, el análisis comparativo por zonas de muestreo evidenció que los lenguados de mayores tamaños (media= 119,94 ± 12,27 mm de LT) se localizaron en la zona norte, mientras que los de menor tamaño (media= 104,64 ± 12,47 mm de LT) en la zona sur del Caribe colombiano (K-W= 86,56; p= 0,00) (Figura 5).

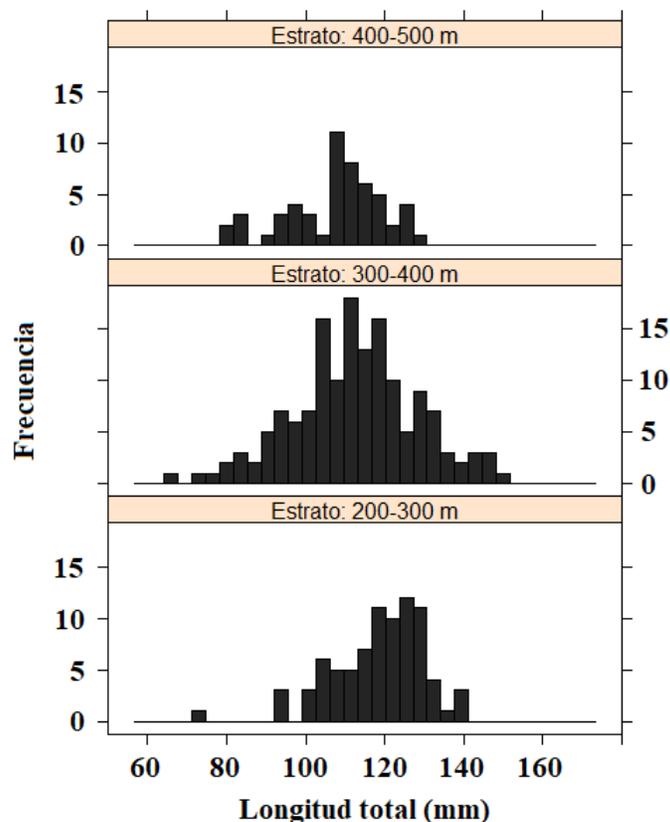


Figura 4. Distribuciones de frecuencias de la longitud total (mm) por estrato de profundidad del lenguado ojón *Poecilopsetta beanii* en el Mar Caribe colombiano.

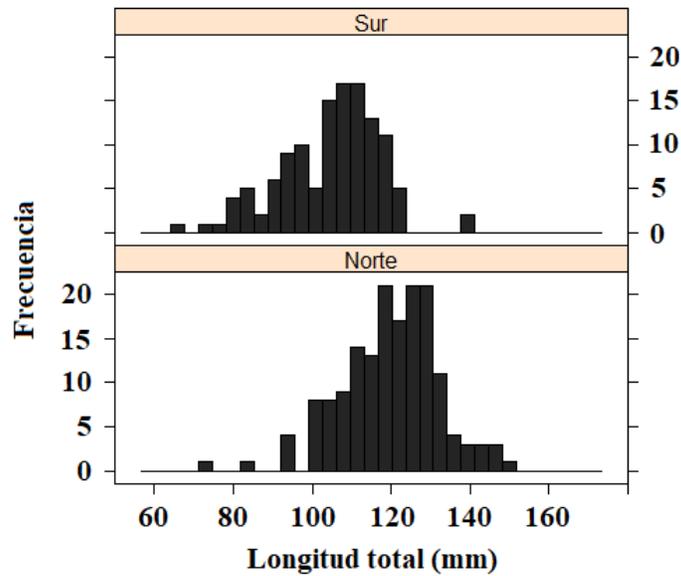


Figura 5. Distribuciones de frecuencias de la longitud total (mm) por zona de muestreo del lenguado ojón *Poecilopsetta beanii* en el Mar Caribe colombiano.

Respecto a la estructura espacial, en la zona norte del área de estudio se encontraron las mayores biomásas del lenguado ojón (6,3 y 9,5 kg/km²) entre el Río Magdalena y Riohacha, mientras que en la zona sur, cerca al Parque Nacional Natural Corales de Profundidad (PNN-CP), se encontraron valores intermedios de biomasa (~5,3 kg/km²) (Figura 6).

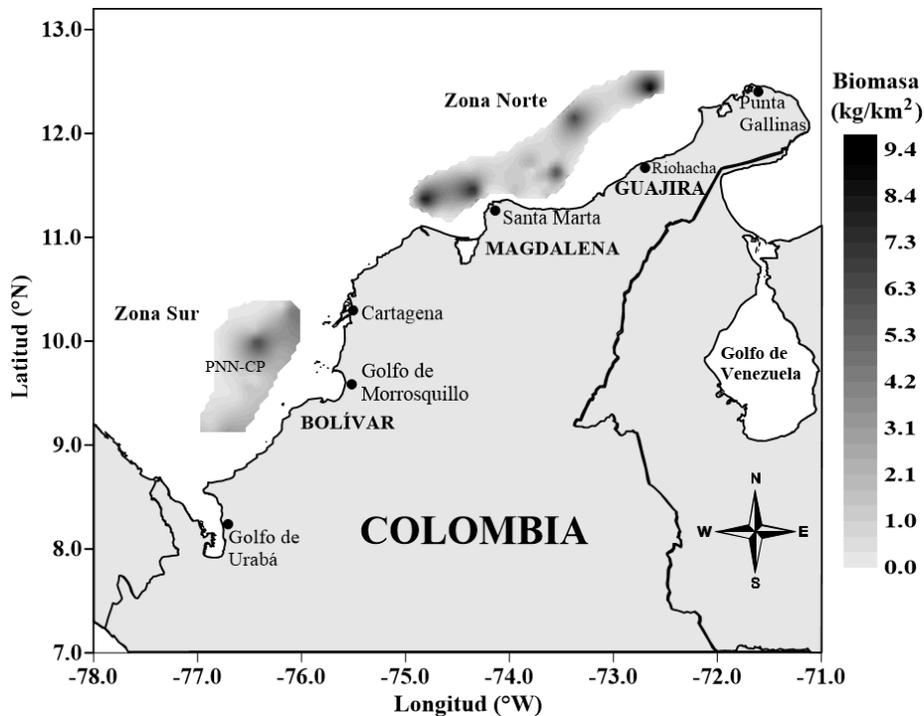


Figura 6. Distribución espacial de la biomasa (kg/km²) del lenguado ojón *Poecilopsetta beanii* en el Mar Caribe colombiano.

8. Conclusiones

- El lenguado ojón *Poecilopsetta beanii* presentó un crecimiento alométrico positivo, lo que significa que incrementa en mayor proporción la longitud respecto al peso corporal.
- El lenguado ojón *Poecilopsetta beanii* mostró un patrón decreciente de la estructura de tamaños con la profundidad.
- Los lenguados con mayor tamaño corporal (media= 119,9 mm de LT) se localizaron en la zona norte en comparación a los capturados en la zona sur del Mar Caribe colombiano (media= 104,6 mm de LT).
- Se encontraron las mayores biomásas (6,3 y 9,5 kg/km²) entre el Río Magdalena y Riohacha en la zona norte del Caribe colombiano.
- Se generó nuevo conocimiento de los peces lenguados bati-demersales de la familia Pleuronectidae, lo cual es esencial para la conservación de los ecosistemas marinos de aguas profundas en el Mar Caribe colombiano.

9. Referencias

1. Álvarez-León, R., Aguilera-Quiñonez, J., Andrade-Amaya, C. A., & Nowak, P. (1995). Caracterización general de la zona de surgencia en La Guajira colombiana. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 19(75), 679-694.
2. Amezcua, F., & Portillo, A. (2010). Hábitos alimenticios del lenguado panámico *Cyclopsetta panamensis* (Paralichthyidae) en el Sureste del Golfo de California. *Revista de biología marina y oceanografía*, 45(2), 335-340.
3. Andrade, C.A., Barton, E.D., & Mooers, C.H.N.K. (2003). Evidence for an eastward flow along the Central and South American Caribbean Coast. *Journal of Geophysical Research*, 108, 1-11.
4. Araya, P., Hirt, L., Flores, S., & Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2013). Humedales de los arroyos de Misiones en relieve escarpado. *Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Proyecto GEF*, 4206, 137-149.
5. Bastidas-Salamanca, M.L., & Figueroa-Casas, A. (2014). Seguimiento satelital de las condiciones océanoatmosféricas asociadas a los eventos de precipitación en Colombia durante el evento La Niña 2010-2011. *Boletín Científico CIOH*, 32, 123-134.
6. Briones-Fourzán, P., Lozano-Álvarez, E., Vázquez-Bader, A.R., & Gracia, A. (2020). Deep-Sea Lobsters (Polychelidae and Nephropidae) from the Continental Slope of the Southern Gulf of Mexico: Distribution and Morphometric Relationships. Pp. (311-341). In, Hendrickx, M.E. (Ed.). (2020). *Deep-Sea Pycnogonids and Crustaceans of the Americas*. Springer Nature Switzerland AG. 708p.
7. Cogua, P., Jiménez-Reyes, MF, & Duque, G. (2013). Relaciones tróficas de cinco especies de peces de interés comercial en la bahía de Cartagena, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 42 (1), 185-192.
8. Díaz, L.S., Roa, A., García, C.B., Acero, A., & Navas, G. (2000). Length-Weight Relationships of Demersal Fishes from the Upper Continental Slope off Colombia. *Naga, The ICLARM Quarterly*, 23(3), 23-25.
9. Fox, J., & Weisberg, S. (2011). *An R Companion to Applied Regression*, Second Edition. Thousand Oaks CA: Sage. 474 p. URL: <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion>.
10. Franco-Herrera, A., y E.A. Torres-Sierra. (2006). La comunidad fitoplanctónica en el evento de surgencia frente al mar Caribe centro de Colombia. *Actual. Divulg. Cient*, 10(1), 159-172.
11. Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 241-253.

12. Froese R. & D. Pauly, 2006. - www.fishbase.org, version Apr. 2006.
13. García-Valencia, C. (Ed). (2007). Atlas del golfo de Urabá: una mirada al Caribe de Antioquia y Chocó. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras –Invemar– y Gobernación de Antioquia. *Serie de Publicaciones Especiales de Invemar N° 12*. Santa Marta, Colombia. 180p.
14. García-Hoyos, L.M. (2008). Dinámica en el acoplamiento océano-atmósfera y su influencia en la biomasa fitoplanctónica durante un evento de surgencia y no surgencia en la zona costera del departamento del Magdalena. *Trabajo de grado Biol. Mar., Univ. Bogotá Jorge Tadeo Lozano*, Santa Marta. 130 p.
15. Gavrilov, I., & Pusev, R. (2014). normtest: Tests for Normality. R package version 1.1. <https://CRAN.R-project.org/package=normtest>.
16. Guibord, A.C., & Chapleau, F. (2001). *Poecilopsetta dorsialta*: a new species of Poecilopsettidae (Pleuronectiformes) from the Pacific Ocean. *Copeia*, 4, 1081-1086.
17. Guibord, A.C., & Chapleau, F. (2002). *Poecilopsetta megalepis* Fowler 1934, un synonyme junior de *Poecilopsetta plinthus* (Jordan and Starks, 1904) (Pleuronectiformes: Poecilopsettidae). *Cybium*, 26(2), 135-139.
18. Hoshino, K., Amaoka, K., & Last, P.R. (2000). Description of transformation larvae and a juvenile of the dextral flounder, *Poecilopsetta praelonga* (Pleuronectidae, Poecilopsettinae) from the northwestern waters of Australia. *Ichthyological Research*, 47(3), 263-270.
19. Hoshino, K., Amaoka, K., & Last, P. (2001). A new dextral flounder, *Poecilopsetta macrocephala* (Pisces: Pleuronectiformes: Poecilopsettidae), from northwestern Australia. *Species Diversity*, 6, 73-81.
20. Mackenzie, B.R. (2000). Turbulence, larval fish ecology and fisheries recruitment: a review of field studies. *Oceanologica Acta*, 23(4), 357-375.
21. Molina, A., Duque, G., & Cogua, P. (2020). Influences of environmental conditions in the fish assemblage structure of a tropical estuary. *Marine Biodiversity*, 50(1), 1-13.
22. Munroe, T.A. (2003). Poecilopsettidae. Righteye flounders. p. 1922-1924. In K.E. Carpenter (ed.) FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Vol. 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. 758p.
23. Munroe, T.A. (2015). Systematic diversity of the flatfishes. *Flatfishes: Biology and Exploitation*. Wiley, 13-44.
24. Nielsen, J.G., & Casey, J. (2008). *Poecilopsetta beanii* (Pleuronectidae): A new record for the East Atlantic. *Cybium*., 32(2), 181-182.

25. Paramo, J., Quiñones, R.A., Ramírez, A., & Wiff, R. (2003). Relationship between abundance of small pelagic fishes and environmental factors in the Colombian Caribbean Sea: an analysis based on hydroacoustic information. *Aquatic Living Resources*, 16(3), 239-245.
26. Paramo, J. (2011). Deep-sea fishery in the Colombian Caribbean Sea: Management and conservation strategies for an ecosystem approach to fisheries. Doctoral Thesis. Faculty of Biology and Chemistry. Universität Bremen. Germany. 153p.
27. Paramo, J. & Sain-Paul, U. (2011). Deep-sea shrimps *Aristaeomorpha foliacea* and *Pleoticus robustus* (Crustacea: Penaeoidea) in the Colombian Caribbean Sea as a new potential fishing resource. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1-8.
28. Pérez, D., Franco, A., & Paramo, J. (2018). Composición y distribución de los crustáceos de profundidad capturados con nasas en el área marina del departamento de Magdalena, Caribe Colombiano. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 22(2), 132-143.
29. Pérez, D., Paramo, J., & Wolff, M. (2019). Distribution, abundance and fishing potential of mega-invertebrates in the sub-euphotic zone (150–535 m) in the Colombian Caribbean. *Regional Studies in Marine Science*, 32, 1-12.
30. Quéro, J.C., Hensley, D., & Mauge, A. (1988). Pleuronectidae de l'île de la Réunion et de Madagascar. I. Poecilopsetta. *Cybium*, 12(4), 321-330.
31. Quintero, R. (1992). Crucero evaluación recursos demersales por el método de área barrida - Fase Caribe colombiano. Mem. VIII Sem. Nal. Cien. Técn. Mar. Tomo II. Santa Marta, 818-829.
32. R Core Team. (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
33. Rivoirard, J., Simmonds, J., Foote, K.G., Fernandes, P., & Bez, N. (2000). Geostatistic for estimating fish abundance. Blackwell Science Ltd. London, 205 p.
34. Rodriguez, A., & Paramo, J. (2012). Distribución espacial del pargo rayado *Lutjanus synagris* (Pisces: Lutjanidae) y su relación con las variables ambientales en el Caribe colombiano. *Actualidades Biológicas*, 34(96), 55-66.
35. Roy, C. (1998). An upwelling-induced retention area off Senegal: a mechanism to link upwelling and retention processes. *South African Journal of Marine Science*, 19(1), 89-98.
36. Ruiz-Ochoa, M., Beier, E., Bernal, G., & Barton, E.D. (2012). Sea surface temperature variability in the Colombian Basin, Caribbean Sea. *Deep Sea Research Parte I Oceanographic Research Papers*, 64,43-53.

37. UICN. 2019. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2019-2. Disponible en: www.iucnredlist.org. (Consultado: 04 de julio de 2019).
38. Van der Veer, H.W., Kooijman, S.A.L.M., Van der Meer, J. (2003). Body size scaling relationships in flatfish as predicted by Dynamic Energy Budgets (DEB theory): implications for recruitment. *Journal of Sea Research*, 50: 255-270.