

**Comparación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para su manejo pesquero, del Mixínido “Bruja Pintada” (*Eptatretus stoutii*) en las temporadas de primavera y verano del 2010, 2011 y 2021 en la Costa Occidental de Baja California, México**

**Comparison of the catch per unit of effort (CPUE) for its fishing management, of the Mixinid “hagfish” (*Eptatretus stoutii*) in the spring and summer seasons of 2010, 2011 and 2021 in the Western Coast of Baja California, Mexico**

DOI: 10.34188/bjaerv4n3-103

Recebimento dos originais: 04/03/2021

Aceitação para publicação: 30/06/2021

**Jorge Flores Olivares**

Doctor en pesquerías por la Universidad de Tokio/Facultad de Ciencias Agropecuarias.  
Instituto Tecnológico de Mazatlán, Profesor-investigador de la División de estudios de Investigación y Posgrado.

Dirección: Corsario 1 # 203, Colonia Urías, Código Postal 82070. Apartado Postal 757. Mazatlán, Sinaloa, México. Correo electrónico: jfloresolivares1954@gmail.com.

**Alfredo Emanuel Vázquez Olivares**

Maestro en Ingeniería Pesquera por el Instituto Tecnológico de Mazatlán/ Maestría en pesca industrial

Instituto Tecnológico de Mazatlán, Profesor-investigador de la División de estudios de Investigación y Posgrado.

Dirección: Corsario 1 # 203, Colonia Urías, Código Postal 82070. Apartado Postal 757. Mazatlán, Sinaloa, México.

Correo electrónico: alfredoemma@yahoo.com.mx

**Osiris Chávez Vargas**

Biólogo Pesquero por la Universidad Autónoma de Sinaloa/ Facultad de Ciencias del Mar.  
Instituto Tecnológico de Mazatlán, Profesor asociado a la Licenciatura de la carrera de Ingeniería en Pesquerías

Dirección: Corsario 1 # 203, Colonia Urías, Código Postal 82070. Apartado Postal 757. Mazatlán, Sinaloa, México. Correo electrónico: osiris.chavezvargas@gmail.com

**Lourdes Ortiz Partida**

Maestro en Ingeniería Pesquera por el Instituto Tecnológico de Mazatlán/ Maestría en pesquerías sustentables

Instituto Tecnológico de Mazatlán, Profesor asociado a la Licenciatura de la carrera de Ingeniería en Pesquerías

Dirección: Corsario 1 # 203, Colonia Urías, Código Postal 82070. Apartado Postal 757. Mazatlán, Sinaloa, México.

Correo electrónico: lourdes\_op84@hotmail.com

**RESUMEN**

Después del año 2011 destacando que por más de 9 años del cese a la actividad pesquera sobre el mixino *Eptatretus stoutii*, ha regresado el esfuerzo de pesca sobre este recurso en el año 2021. Con

el fin de evaluar la abundancia relativa del mixínido, en el presente trabajo se comparan las capturas durante los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio del 2010, 2011 y 2021 obtenidos en la pesca de fomento de la *E. stoutii*. Se analizaron las bases de dato históricas de las temporadas 2010 y 2011 en los meses mencionados; se procesaron hasta obtener la captura por unidad de esfuerzo en términos de captura por trampa, para después compararlo con los resultados de las capturas por unidad de esfuerzo del año 2021. Se determinó que las mejores capturas se obtuvieron en el 2011 con 32,965 kg, empleando 31,680 trampas. En el 2021 se ha obtenido una captura de 9,150 kg con un esfuerzo de 19,604 trampas, dando como resultado un rendimiento superior en la CPUE a los años anteriores con 2.143 kg/trampa en comparación con 0.702 y 1.041 kg/trampa obtenido en el 2010 y 2011 respectivamente. Esto sugiere un posible aumento en número de organismos vulnerables a la pesca.

**Palabras claves:** Bruja pintada, *Eptatretus stoutii*, pesca con trampas, Captura por unidad de esfuerzo

**ABSTRACT.** After the year 2011, highlighting that for more than 9 years since the cessation of fishing activity on the hagfish *Eptatretus stoutii*, the fishing effort on this resource has returned in 2021. In order to assess the relative abundance of the hagfish, in this work compares the catches during the months of March, April, May, June and July of 2010, 2011 and 2021 obtained in the development fishing of *E. stoutii*. The historical databases of the 2010 and 2011 seasons in the mentioned months were analyzed; were processed until obtaining the catch per unit of effort in terms of catch per trap, to later compare it with the results of the catches per unit of effort in 2021. It was determined that the best catches were obtained in 2011 with 32,965 kg, using 31,680 traps. In 2021, a catch of 9,150 kg has been obtained with an effort of 19,604 traps, resulting in a higher performance in CPUE than in previous years with 2,143 kg / trap compared to 0.702 and 1,041 kg / trap obtained in 2010 and 2011 respectively. This suggests a possible increase in the number of organisms vulnerable to fishing.

**Keywords:** Hagfish, *Eptatretus stoutii*, trap fishing, Catch per unit effort

## 1 INTRODUCCIÓN

El Mixinido del Pacífico, también conocido como Bruja pintada del Pacífico (*Eptatretus stoutii*) y el Mixinido obscuro (*Eptatretus deani*), se localizan en el Pacífico nororiental; Estas dos especies de la Familia Myxinidae, son peces primitivos que tienen un esqueleto cartilaginoso y carecen de ojos, mandíbulas, escamas y pares de aletas (Clark y Summers 2007). *E. stoutii* es la especie más abundante y sustenta una pesquería en los Estados Unidos y Canadá. Se distribuye por la costa del Pacífico oriental, desde el sureste de Alaska hasta Punta San Pablo, Baja California en México. Los hábitats preferibles son fondos limosos y arcillosos con profundidades que oscilan entre 16 y 966 m, y temperaturas del agua <math><10^{\circ}</math> C (McLnerney y Evans 1970). Esta especie es un carroñero oportunista de habitantes de la capa de dispersión profunda (eufasiidos, cefalópodos, sergestidos, peces y gusanos poliquetos) (Johnson 1994; Wayne 1994; Leask & Beamish 1999; Clark y Summers 2007). Poco se sabe sobre la biología, la ecología, y comportamiento del mixínido del Pacífico, más allá del reconocimiento de su baja fecundidad varía de 11 a 48 huevos en desarrollo

(Barss 1993). Hembras alcanzan la madurez sexual a unos 32,5 cm de longitud total (LT) y tienen entre 7 y 12 años (Nakamura 1994). El tamaño máximo informado es de 73 cm TL (Leaman & Stocker, 1993).

De todas las especies de bruja pintada en el mundo, el 75% está catalogado como Datos Insuficientes (DD) en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Knapp et al. 2011). El pez bruja del Pacífico está incluido en la categoría DD, ya que no se sabe nada sobre la productividad demográfica o la resiliencia a la pesca, incluida la población de mixinos en aguas mexicanas.

La pesquería de mixinos se expandió desde la costa del Pacífico de Asia de la costa a otros estados costeros de todo el mundo (Ellis et al. 2015). En México, la pesca del mixino se ha venido desarrollando desde el 2006, ha tenido su sede en Ensenada, Baja. California y ha operado con un permiso de pesca experimental especial. En Mexico no hay mercado para el consumo de la bruja pintada, sin embargo, presenta mucha demanda en el mercado internacional, particularmente en el mercado asiático, debido a esta demanda puede alcanzar un valor comercial atractivo, por lo que el desarrollo de su captura la coloca como una actividad pesquera de alta demanda en sus productos en el corto plazo.

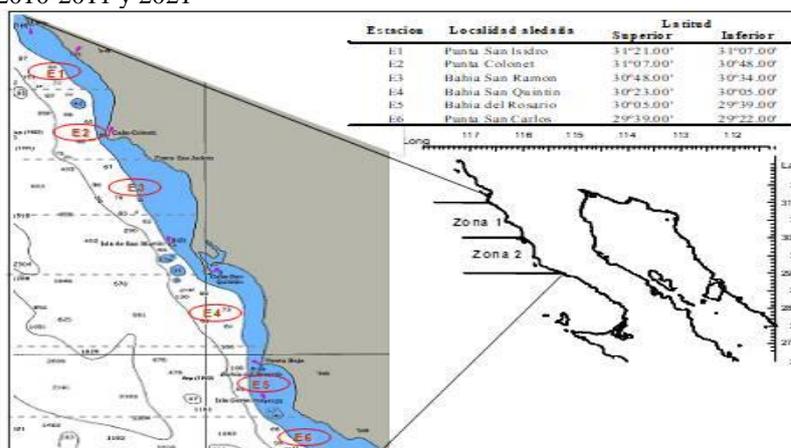
Debido a problemas administrativos, esta labor extractiva paró sus actividades en el 2012. Después de 9 años de inactividad, en 2021, ha regresado el interés por su captura. En el presente trabajo se hace la comparación de los rendimientos de pesca actuales con los obtenidos en el 2010 y 2011 durante el semestre que abarca desde los meses de marzo a julio, correspondientes al ciclo de primavera-verano.

## 2 MATERIALES Y METODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

La especie *Eptatretus stoutii*, habita en la zona del talud continental, su distribución geográfica está ligada a las regiones frías de la corriente de California (Barss, 1993; Benson *et al*, 2001). La captura de la Bruja Pintada del Pacífico en México se lleva a cabo en distintas zonas de la costa occidental de la península de Baja California, éstas son Punta San Isidro, Punta Colonet, Bahía San Ramón, Bahía San Quintín, Bahía del Rosario y Punta San Carlos, las coordenadas geográficas de cada zona se muestran en la Figura 1.

Figura 1. Localidades pesqueras en donde se realizó la pesquería experimental de la Bruja Pintada del Pacífico durante el período primavera 2010-2011 y 2021



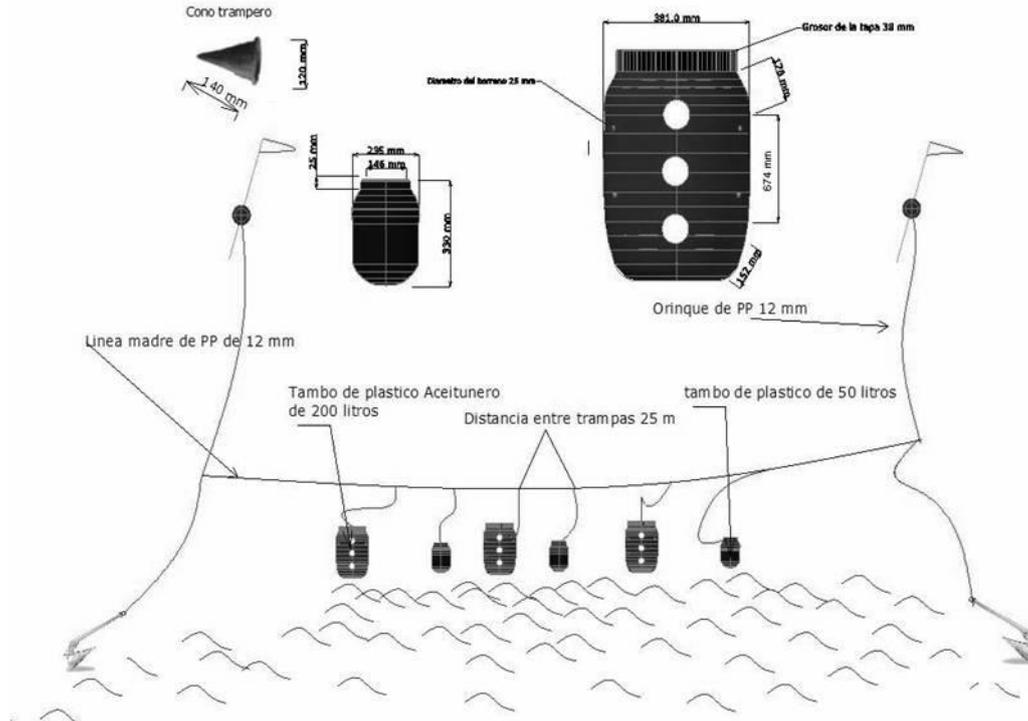
## ARTES Y MÉTODOS DE PESCA

Para la realización de esta investigación se contó con la embarcación Alaskano. La pesca de la bruja pintada (*E. stoutti*) se puede realiza durante todo el año. En la embarcación se manejaron dos líneas de 180 trampas del tipo barril de 200 l y otra línea de 150 trampas con trampas del tipo barril de 30 l (330 trampas en total). Las trampas tipo tambo (Figura 2) de 200 l y trampas barril de 30 l con aberturas circulares laterales con dos centímetros de diámetro, por las cuales se promueve un intercambio de agua, para que así el olor de la carnada colocada en su interior se disperse en el entorno con mayor rapidez (Figura 2).

En ambos extremos de la trampa existe un embudo plástico que permite ingresar al animal, pero que impide su escape (Figura 2). Estas trampas se unen a la línea madre, a través del reinal y unidas en sus extremos a dos anclas que las mantendrán en el fondo lo que permitió que se quedaran en el lugar definido y se utilizó una boya en superficie para reconocer el lugar donde se encontraban las trampas, las cuales quedaban unidas a la línea madre por el orinque.

En la línea fueron colocadas 180 trampas con carnada y otra línea de 180 trampas sin carnada, para que actúen como blancos, los cuales fueron analizados para comprobar si es la carnada lo que insta a estos animales a entrar en la trampa, o solo buscan un tipo de protección en la zona donde habitan.

Figura 2. Esquema de la línea de palangre experimental para la captura de bruja pintada.



### DATOS HISTÓRICOS

Para la obtención de los datos a comparar de la CPUE con los actuales, se utilizaron las bases de datos de las temporadas de pesca 2010 y 2011. Para que los datos correspondieran con el mismo periodo que en el de 2021, ya que solo se tomaron en cuenta los datos obtenidos para los meses de marzo a julio, del periodo analizado.

### CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO DE LA BRUJA PINTADA (*E. STOUTTI*) (CPUE KG/TRAMPA)

Para analizar la distribución de la bruja pintada (*E. stoutti*) se empleó la fórmula de captura por unidad de esfuerzo CPUE (kg/trampa). La fórmula empleada de captura por unidad de esfuerzo es:

$$CPUE = \frac{\sum_{i=1} CT_i}{n \text{ trap}}$$

Dónde: CT = es la captura total en kg,

n trap = son la cantidad de trampas empleadas en cada una de las variables de operación.

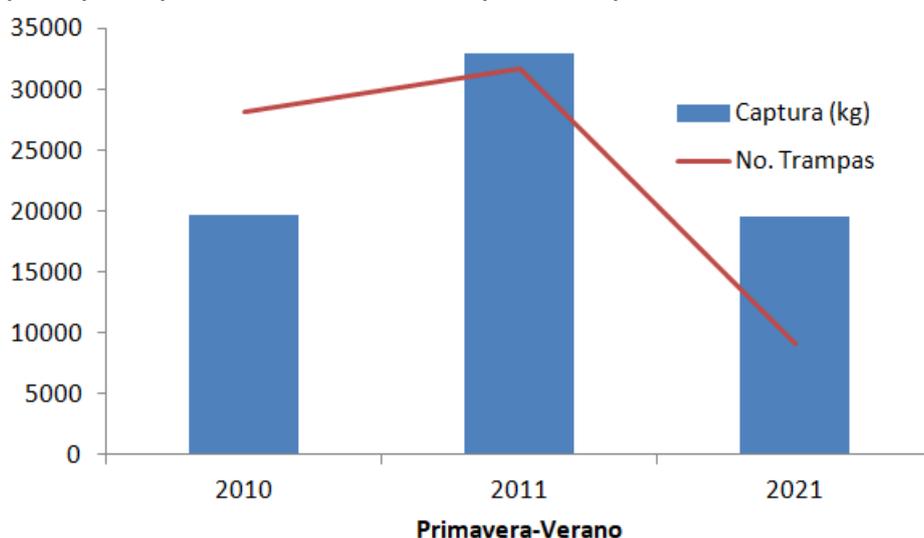
## COMPARACIÓN ESTADÍSTICA

Finalmente con el apoyo del software estadístico Past 4.03 (Hammer et al. 2001), se realizaron pruebas comparativas para determinar si existen diferencias significativas entre la Captura por Unidad de Esfuerzo calculada entre los años de interés en este estudio.

### 3 RESULTADOS

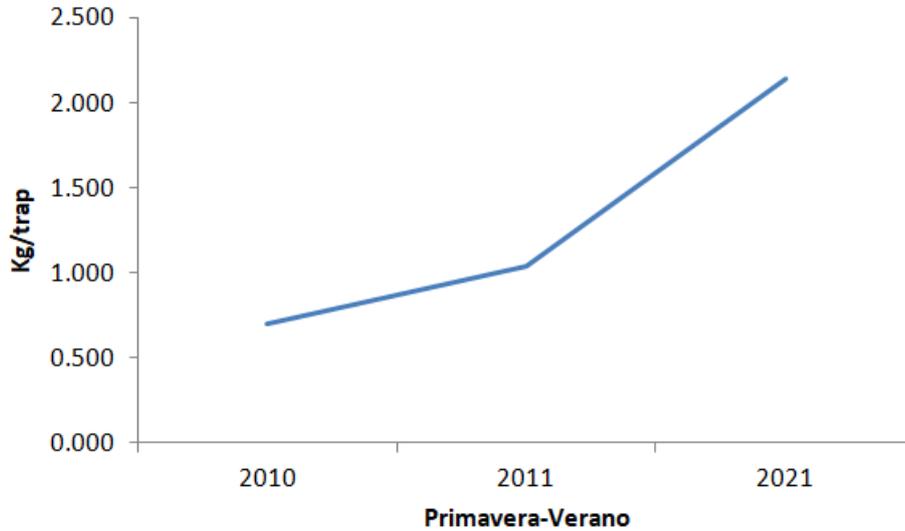
Después de muchos años del cese a la extracción comercial de *E. stoutii* se ha logrado capturar de nuevo a este recurso mediante el uso de trampas durante los meses de marzo a julio del 2021, registrando una captura total de 19,604 kg de producción durante ese periodo, con un esfuerzo 9,650 trampas distribuidas en 29 lances de pesca. Una cantidad menor de esfuerzo que el realizado durante en el mismo periodo tanto en el año 2010 como en el 2011 (Figura 3).

Figura 3. Comparación grafica de la captura obtenida en el periodo de primavera-verano del 2010, 2011, 2021; con el numero de trampas empleado para la obtención de dichas capturas en el periodo mencionado.



Con el dato de captura y el numero de trampas empleada se calculó la captura por unidad de esfuerzo, dando como resultado un promedio de 2.143 kg/trampa para el presente año; En el mismo periodo pero en las temporadas 2010 y 2011, se obtuvo 0.702 kg/trampa y 1.041 kg/trampa respectivamente. (Figura 4)

Figura 4 .Captura por unidad de esfuerzo obtenida en el periodo de primavera-verano del 2010, 2011 y 2021.



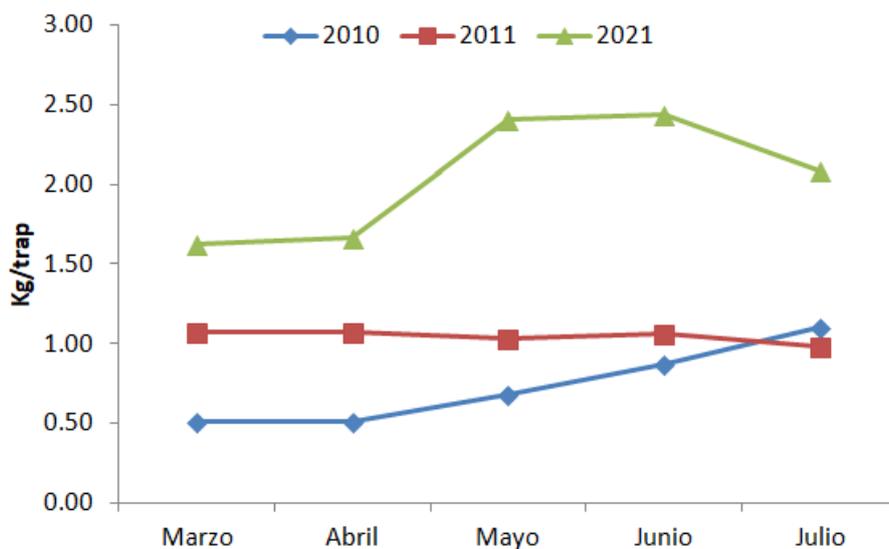
En el cuadro 1 se puede apreciar el detalle del esfuerzo pesquero empleado durante el periodo de estudio en los 3 años en comparación. Donde se puede apreciar que la mayor captura se obtuvo en abril del 2011 con 7,695 kg, mientras que la menor fue durante el mismo mes pero en el año 2021; En lo que respecta al esfuerzo, el mayor número de trampas empleadas fue de 9,700 cantidad usada tanto en junio del 2010, mientras que la menor fue de 1,200 trampas también en el mes de abril pero en el año 2021.

Cuadro 1. Detalles del esfuerzo pesquero total empleado en el periodo de marzo a julio de los años 2010, 2011 y 2021

	Marzo			Abril			mayo			junio			Julio		
	Lances	Trampas	Captura												
2010	18	5,400	2,776	34	7,850	4,037	13	2,950	2,015	43	9,700	8,440	10	2,250	2,480
2011	13	2,340	2,510	40	7,200	7,695	40	7,200	7,425	43	7,740	8,260	40	7,200	7,075
2021	10	1,500	2,430	8	1,200	1,995	11	1,650	3,969	23	3,450	8,400	9	1,350	2,810

En lo que respecta a la captura por unidad de esfuerzo en este mismo periodo, la menor registrada fue en marzo y abril del 2010 con 0.514 kg/trampa, mientras que la mayor fue registrada en el mes de junio del 2021 con 2.435 kg/trampa (Figura 5).

Figura 5. Captura por trampa en promedio obtenida durante el periodo de Marzo a Julio de las temporadas 2010, 2011 y 2021.



Finalmente, en lo relativo a la comparación estadística de la Captura por Unidad de esfuerzo, por las características encontradas en los datos, se optó por utilizar la prueba de Kruskal-Wallis en donde se encontró que había diferencias significativas entre las muestras; para determinar a mayor detalle las diferencias entre los datos se procedió a realizar una prueba de emparejamiento de Mann-Whitney en la que se puede observar que no hay diferencias significativas entre los datos del 2010 y 2011 ( $p=0.1425$ ), por otro lado, la prueba sí encontró diferencias significativas al comparar los datos del 2021, tanto con los del 2010 ( $p=0.0193$ ) como con los 2011 ( $p=0.01219$ ).

#### 4 DISCUSION

Los datos analizados en nuestro estudio, como parte de la pesquería exploratoria, representan una población casi virgen, ya que no hubo explotación comercial de mixinos desde el 2012 en la región. A nivel de otras pesquerías, este organismo resalta más como plaga que por su presencia como fauna de acompañamiento; frecuentemente devora organismos capturados en trampas, anzuelos o redes de enmalle (Kato, 1990). En México, existen muy pocos registros de captura incidental de mixinos en otras pesquerías, Navarro en el 2009 reporta su presencia en la pesca de palangre de fondo, y marineros de la pesca de camarón de profundidad confirman avistamientos esporádicos de organismos atrapados dentro de las trampas, los cuales son regresados al mar con vida; Por lo tanto podemos señalar que actualmente su mortalidad por pesca no es relevante.

En cuanto al rendimiento pesquero, se reporta por Benson et al., 2001, para *E. stoutii* en el área de la Columbia Británica y para la temporada de pesca 2000-2001, el CPUE de 1.1 kg/trampa hasta 0.44 kg/trampa. Asimismo, Wayne, 1994, reporta para la pesquería de *E. stoutii* de California, CPUE que fluctuaron de 1.3 kg/trampa hasta 0.06 kg/trampa. En el caso de los resultados reportados

en el presente estudio, los rendimientos en el último año han sido muy estables, fluctuando desde 2.4 kg/trampa hasta 1.62 kg/trampa, lo que habla bien de los rendimientos que se han mantenido, sin ningún síntoma de preocupación actual de la caída de la pesquería. .

Bajo este juicio, la captura de la pesquería de la bruja pintada, se mantiene en límites sanos, ya que los rendimientos no han bajado de 1.0 kg/trampa (Barss, 1993), pero debemos de considerar esta medida del CPUE como una medida importante para la determinación de un índice de abundancia capaz de anunciarnos la necesidad de ajustar el esfuerzo de pesca autorizado ante una eventual pesca comercial.

La pesquería exploratoria de mixinos se encuentra en una fase de evaluación para determinar el potencial de explotación del stock en el noroeste de México. En este punto, todavía no es posible identificar el nivel potencial de esfuerzo de pesca permisible que la población podría sostener. Definir el nivel de explotación del mixino es un desafío porque aún se desconoce la relación población-reclutamiento para este grupo de especies. Nardi en 1993 propone que para mantener la sostenibilidad en la pesquería de la bruja pintada, es necesario contar con información biológica específica que aun hace falta. Información como la dinámica de población, la relación de la talla, edad y madurez, edad de reclutamiento y el potencial reproductivo son algunas de las áreas que tienen que ser cubiertas antes de llegar a una estrategia efectiva para esta pesquería (Powell, et. al. 2005, Márquez et. al. 2016)

El seguimiento sistemático de la proporción de peces maduros y la fecundidad de las hembras se identifican como líneas prioritarias de investigación. Esto es particularmente importante cuando se carece de una serie temporal de datos de esfuerzo y captura. Los ejemplos de pesquerías de mixinos que han disminuido en regiones individuales señalan que, en general, las poblaciones de mixinos han mostrado poca resistencia a la pesca (Ellis et al. 2015).

## 5 CONCLUSIONES

En México, la pesca exploratoria de mixinos representa una oportunidad para desarrollar una nueva actividad que podría proporcionar fuentes de empleo regional, sin embargo, la pesquería aún se encuentra en la etapa de desarrollo y la agencia gubernamental está recopilando sistemáticamente datos pertinentes sobre abundancia y biología para garantizar que haya una pesquería sostenible.

Después de casi una década sin capturar de forma comercial este recurso, se confirma que el método de pesca aun puede una realizar la labor extractiva que puede superar 1kg/trampa.

El marcado aumento en los rendimientos de pesca actuales con respecto a los de una década atrás, hace considerar la posibilidad de una recuperación del stock pesquero disponible en el área de estudio.

Los estudios realizados a la fecha mediante la información obtenida resultado de la pesca de fomento ha contribuido a generar los primeros índices de sustentabilidad y su desarrollo tecnológico pesquero, necesarios para llevar la pesquería a un nivel comercial en un futuro próximo de acuerdo con los lineamientos establecidos por la CONAPESCA.

Sin embargo, es necesario seguir realizando estudios y pruebas de tal forma que se pueda actualizar la información biológica y pesquera del recurso después de tanto tiempo de cese en la pesquería.

## REFERENCIAS

- Arreguín-Sánchez, F. 2006. Pesquerías de México: (Diagnóstico y Perspectivas). In: P. Guzmán-Amaya & D. Fuentes-Castellanos (Eds.). Pesca, Acuicultura e Investigación en México. Cámara de Diputados, LIX Legislatura / Congreso de la Unión. México. pp. 13-36.
- Barss, W. 1993. Pacific hagfish *Eptatretus stouti*, and black hagfish *E. deani*. The Oregon fishery and port sampling observations, 1988-92. *Marine Fisheries Review* 55(4):19-30.
- Benson, A.J., C.M. Neville, G.A. McFarlane. 2001. An update for the British Columbia experimental fishery for Pacific hagfish (*Eptatretus stoutii*). Department of Fisheries and Oceans Canada, Pacific Biological Station, British Columbia, Canada.
- Clark A.J. & Summers A.P. 2007. Morphology and kinematics of feeding in hagfish: possible functional advantages of jaws. *Journal of Experimental Biology* 210, 3897-3909.
- Ellis J.E., Rowe S. & Lotze H.K. 2015. Expansion of hagfish fisheries in Atlantic Canada and worldwide. *Fisheries Research* 161, 24– 33.
- Flores, J., Chavez, O. y Quiroz M. 2009. Capturas de *Eptatretus stoutii* frente a la costa noroccidental de Baja California, México, 2006-2008. *Ciencia Pesquera*, vol. 17, num. 2, nov.
- Flores, J. Vazquez, A. E. Murillo, A., 2012. Informe Final de la pesca de fomento de *E. stoutii* en la costa occidental de la Baja California, periodo noviembre, 2011-febrero, 2012. Permiso de Pesca de Fomento DGOPA.10356.12110.-5287, que ampara la embarcación B/M Antonia". Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, (Conapesca, México).
- Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001  
PAST: Paleontological Stadistic software package for education and analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1):9 pp
- Johnson E.W. 1994. Aspects of the biology of Pacific (*Eptatretus stouti*) and black (*Eptatretus deani*) hagfishes from Monterrey Bay, California. M.S. Thesis. California State University.
- Kato, S. 1990. Report on the biology of the Pacific hagfish, *Eptatretus stouti*, and the development of its fishery in California. National Marine Fisheries Service Report.
- Knapp L., Mincarone M.M., Harwell H., Polidoro B., Sanciangco J. & Carpenter K. 2011. Conservation status of the world' s hagfish species and the loss of phylogenetic diversity and ecosystem function. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 21, 401– 411.
- Leaman B.M. & Stocker M. (eds.). 1993. Ground fish stock assessments for the west coast of Canada in 1992 and recommended yield option for 1993. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 1919, 1-407.
- Leask K.D. & Beamish R.J. 1999. Review of the fisheries and biology of the Pacific hagfish (*Eptatretus stoutii*) in British Columbia, with recommendation for biological sampling in a developmental fishery. Canadian Stock Assessment Secretariat Research Document 99/205, 1- 47.

Márquez-Farías, J. Fernando & Lara-Mendoza, Raúl E. & Zamora García, Oscar G. & Ramírez-Félix, Evlin. (2016). Observations on the catch and biology of Pacific hagfish (*Eptatretus stoutii*) from an exploratory fishery in Northwest Mexico.

McInerney J. E. & Evans D.O. 1970. Habitat characteristics of the Pacific hagfish, *Polistotrema stoutii*. Journal of Fisheries Research Board of Canada 27, 966– 968.

Nardi, G. C. 1993. Development of a northwest Atlantic hagfish fishery. A Final Report National Marine Fisheries Service

Navarro, J. 2009. Pesca exploratoria y experimental del pez cabeza de tornillo del genero *Sebastes* (*altivelis* y *alascanus*) con palangre de fondo en la Costa Occidental de Baja California, México. Tesis de Maestria. Instituto Tecnológico de Mazatlan. 111 pp.

Mickie L. Powell, Scott I. Kavanaugh, Stacia A. Sower, Current Knowledge of Hagfish Reproduction: Implications for Fisheries Management, *Integrative and Comparative Biology*, Volume 45, Issue 1, January 2005, Pages 158–165, <https://doi.org/10.1093/icb/45.1.158>

Wayne E.J. 1994. Aspects of the biology of Pacific (*Eptatretus stoutii*) and black (*Eptatretus deani*) hagfishes: from Monterrey Bay, California. M.S. Thesis. California State University.