

Nº de Memorandum/CRIP-GMAS/Calamar gigante-002/2018.  
Guaymas, Sonora a 28 de Febrero de 2018.

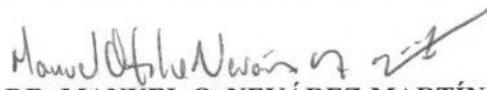
**PARA DRA. ALMA ROSA GARCIA JUAREZ,**  
JEFE DEL CENTRO

**DE DR. MANUEL O. NEVÁREZ MARTÍNEZ**  
RESPONSABLE DE PROGRAMA CALAMAR GIGANTE.

Sírvase la presente para saludarlo y hacer entrega en documento el Informe Final de Investigación titulado “**LA PESQUERÍA DE CALAMAR GIGANTE (*DOSIDICUS GIGAS*) EN SONORA, SU VARIABILIDAD Y SU RELACIÓN CON LA PESCA Y LA VARIABILIDAD AMBIENTAL**”, correspondiente a los productos y metas comprometidos en el Programa 2017 del recurso Calamar gigante.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

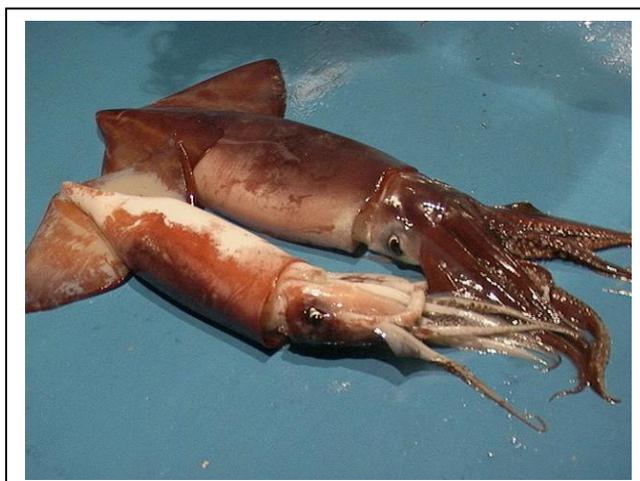
  
**DR. MANUEL O. NEVÁREZ MARTÍNEZ**  
RESPONSABLE PROGRAMA CALAMAR GIGANTE

C.c.p Archivo y minutarío



## INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUACULTURA

CRIP - GUAYMAS, SONORA



### INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN 2017

**“LA PESQUERÍA DE CALAMAR GIGANTE (*DOSIDICUS GIGAS*) EN SONORA, SU VARIABILIDAD Y SU RELACIÓN CON LA PESCA Y LA VARIABILIDAD AMBIENTAL”.**

**RESPONSABLE  
MANUEL O. NEVÁREZ MARTÍNEZ**

**COLABORADORES: DANA I. ARIZMENDI RODRÍGUEZ, GIOVANNA J. AVILES HERNANDEZ, ALEJANDRO VALDEZ PELAYO, EDUARDO ALVAREZ TRASVIÑA, VIOLETA E. GONZALEZ MAYNEZ, MA. ANGELES MARTÍNEZ ZAVALA, CÉSAR I. NAVARRO BOJÓRQUEZ Y J. PABLO SANTOS MOLINA.**

Guaymas, Sonora, 28 de febrero del 2018.

## CONTENIDO

- I. **Nombre del proyecto**
- II. **Localidad**
- III. **Responsable**
- IV. **Participantes**
  - Internos**
  - Externos**
- V. **Resumen**
- VI. **Introducción**
- VII. **Antecedentes y Justificación**
- VIII. **Zona de estudio**
- IX. **Hipótesis**
- X. **Objetivos**
  - 1) Objetivos Generales*
  - 2) Objetivos de Mediano Plazo*
  - 3) Objetivos Particulares*
- XI. **Materiales y Métodos**
- XII. **Resultados de investigación**

- XIII. Discusión**
- XIV. Conclusiones**
- XV. Recomendaciones**
- XVI. Actividades realizadas**
- XVII. Metas logradas**
- XVIII. Resultados logrados (productos Institucionales)**
- XIX. Evaluación del cumplimiento de metas comprometidas y vinculación con resultados institucionales**
- XX. Presupuesto ejercido**
- XXI. Bibliografía**

**I. Nombre del proyecto: La pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Sonora, su variabilidad y su relación con la pesca y la variabilidad ambiental.**

**II. Localidad:** Guaymas, Sonora.

**III. Responsable:** MANUEL O. NEVÁREZ MARTÍNEZ.

**IV. Participantes:**

DANA I. ARIZMENDI RODRÍGUEZ, GIOVANNA J. AVILES HERNANDEZ, ALEJANDRO VALDEZ PELAYO, EDUARDO ALVAREZ TRASVIÑA, VIOLETA E. GONZALEZ MAYNEZ, MA. ANGELES MARTÍNEZ ZAVALA, CÉSAR I. NAVARRO BOJÓRQUEZ Y J. PABLO SANTOS MOLINA.

**V. Resumen:**

Se presenta el informe de investigación de las actividades relacionadas al POA 2017 del Proyecto Calamar Gigante (*Dosidicus gigas*), el cual incluye información biológica y pesquera de 12 meses de pesca, de la temporada 2016/2017, y de los tres primeros meses de la temporada de pesca 2017/18. Se presentan resultados del comportamiento de la captura y esfuerzo de la flota pesquera (pangas y barcos), así como información biológica del recurso pesquero (estructura de tallas, crecimiento, desarrollo gonadal y proporción sexual). En este informe también se incluye la información generada del crucero de investigación realizado en octubre 2017 a bordo del Buque de Investigación Pesquera BIP-XI, en el golfo de California (CCG-1017). La captura total registrada fue de 38.655 toneladas (23.193 t de manto; 11.596 t de cabeza; 3.866 t de aleta), obtenida en 247 noches de pesca de ambas flotas. La CPUE promedio de pangas y barcos fue de 0.37 t/noche y 0.059 t/noche, respectivamente. En el crucero de octubre, la biomasa estimada mediante el método de muestreo aleatorio estratificado fue de 12,172.5 toneladas y 7,760.7 t con el método de área barrida con un intervalo de confianza del 95% en ambos casos, presentando una distribución espacial amplia, con las mayores abundancias en el centro del golfo de California entre Guaymas, Sonora y Santa Rosalía, B.C.S, seguida del área frente a Bahía Lobos, Sonora. La distribución de tallas se presentó de los 150 mm LM a 275 mm LM, con una moda de 180 mm LM y una talla promedio de 188 mm LM, el peso varió de los 77 g hasta 442 g por organismo, con una peso promedio de 119 g; de acuerdo a la relación longitud de manto-peso, los calamares presentaron crecimiento alométrico negativo ( $b= 2.8$ ); el 51% de los organismos muestreados presentaron madurez sexual, solamente 1% de los organismos fue macho y el resto (99%) fueron hembras. Los parámetros de crecimiento ajustados a la función de crecimiento de von Bertalanffy fueron:  $L_{\infty} = 27$  cm (manto),  $K=1.5/\text{año}$  y  $t_0=-0.0979\text{años}$ . El estimado de la tasa de mortalidad natural fue de  $M = 2.25/\text{años}$ . El análisis de cohortes indicó que hubo niveles de explotación intermedios, pues la mortalidad por pesca promedio anual ( $\bar{F}$ ) y de la tasa de explotación promedio anual ( $E_a$ ) fueron  $\bar{F} = 0.88/\text{año}$  y  $E_a=0.281/\text{año}$ , con un nivel de reclutamiento ( $R=696,110$  individuos). El modelo predictivo de Thompson-Bell indicó que la  $F$  anual observada ( $\bar{F}$ ) estuvo por debajo de la  $F_{RMS}$  (asociadas al Rendimiento Máximo Sostenible,  $RMS$ ), mientras que el escape proporcional estimado fue de  $Escp=40\%$ , lo cual indicaría que el calamar gigante fue explotado en el óptimo.

## **VI. Introducción:**

El calamar gigante *Dosidicus gigas* es un recurso que empezó a ser explotado a gran escala durante los 1990's desde su caída en 1982-1983 (Nevárez-Martínez et al. 2000, 2006b, 2014; Rivera-Parra 2001). Fue durante 1996, 1997 y 2002 cuando se obtuvo un registro histórico en la captura del calamar gigante, de más de 105,000 toneladas métricas (TM), debido principalmente a un incremento en la disponibilidad de esta especie, tanto para la flota menor (pangas con motor fuera de borda), como a la flota de barcos camaroneros adaptados para la pesca de calamar gigante (Nevárez-Martínez et al. 2000, 2006b, 2014; Rivera-Parra 2001). Esto trajo como consecuencia que una gran parte del sector pesquero del estado de Sonora, Baja California Sur y Sinaloa tuvieran incentivos para incorporarse a esta actividad, sobre todo durante la temporada de veda del camarón, en la cual ambas flotas permanecen parcialmente inactivas durante un periodo de cuatro a cinco meses.

Sin embargo, durante el fenómeno de El Niño de 1997/98, la abundancia y distribución de esta especie, en el interior del Golfo de California, se afectó de manera muy fuerte, a tal grado que la biomasa estimada a mediados de 1998 fue de solo 15,000 t y para finales de 1998 en menos de 2,000 t (Nevárez-Martínez et al. 1998; Rivera-Parra, 2001), encontrándose organismos muy pequeños y en un área muy restringida. Posteriormente, en 1999, el recurso calamar mostró signos de recuperación de ese efecto ambiental, pues se estimó una biomasa de cerca de 30,000 t (Nevárez-Martínez et al. 1999a), lo que ocasionó una presión fuerte por parte del sector pesquero para iniciar las actividades de pesca sobre este recurso en junio de 1999. Durante el periodo de 2000 y 2001 las capturas fueron de aproximadamente 60,000 t. Además, entre 2002 y 2004 se presentó un incremento promedio de alrededor de 59% en las capturas totales de esta especie, asociadas a un mayor nivel de biomasa del calamar gigante en el Golfo de California (Nevárez-Martínez et al. 2002, 2003a, 2003b, 2004a). Sin embargo, entre 2005 y 2007, hubo una reducción en las capturas totales en el Golfo de California y en el caso particular de Sonora, las capturas en esos años oscilaron entre 11,700 t y 14,500 t, (Nevárez-Martínez et al. 2006a, 2007, 2008<sup>a</sup>), muy por debajo

de los niveles de los años 2002 a 2004 (Nevárez-Martínez et al. 2004b, 2005a), no como consecuencia de una disminución de la abundancia de esta especie, pues la biomasa estimada en 2005 (Nevárez-Martínez et al. 2005b) fue muy similar a la de los tres años previos (Nevárez-Martínez et al. 2002a, 2003b, 2004a), sino que esta reducción en las capturas estuvo, en parte, asociada a aspectos de mercado; es decir, al haberse reducido la demanda en el mercado internacional (que es donde se comercializa la mayor parte de las capturas, una vez que se les da un proceso industrial), las empresas que comercializan el calamar gigante en el exterior no compran calamar o lo compran a un precio muy bajo, ocasionando que los pescadores o no puedan vender su captura o al ser muy bajo el precio decidan no seguir saliendo a pescar calamar, aun cuando haya suficiente disponibilidad para las flotas pesqueras (pangas y barcos), pero se presentó una reducción más importante en la temporada de pesca 2015-2016 (Nevárez-Martínez et al. 2017) la cual se asocia a disponibilidad del recurso. Por otro lado, cuando las condiciones de mercado mejoran (pues es muy dinámico), se ha observado una alta variabilidad en la disponibilidad del recurso, presentándose repentinamente alta disponibilidad y enseguida declinando abruptamente la presencia del calamar gigante; este último comportamiento al parecer está asociado a la variabilidad ambiental (biótica y abiótica) (Nevárez-Martínez et al. 1999b, 2002b).

Con base en lo anterior, en este proyecto se planteó describir la dinámica de la pesquería y el recurso calamar gigante en el Golfo de California, con énfasis en el impacto de la pesca, el medioambiente y consideraciones del mercado. Lo anterior permitiría conocer aún mejor el recurso y la pesquería y en un momento dado poder predecir cambios en la población asociados a la pesca o a cambios en el ambiente, para finalmente proponer estrategias de manejo adecuadas a una situación dada.

## **VII. Antecedentes y Justificación:**

En el Golfo de California, los primeros estudios sobre calamar gigante se realizaron al principio de la década de los 80's (Ehrhardt et al. 1983; Klett 1996). Se intentó explicar la dinámica de la población a partir de datos de captura y esfuerzo, cruceros de investigación e información biológica básica. Sin embargo, el recurso desapareció repentinamente y la hipótesis que pareció más razonable es que el calentamiento ocasionado por el fenómeno El Niño 1982-83 y los altos niveles de explotación fueron la causa (Ehrhardt et al. 1983; Klett 1996). El recurso no fue estudiado de nuevo hasta que en 1995 la pesquería resurgió (Morales-Bojórquez et al. 1997, 2001a, 2001b, 2001c; Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997; Nevárez-Martínez et al. 1999a, 2000, 2006b, 2014; Rivera-Parra 2001). El recurso ha mostrado variaciones importantes en disponibilidad, observando en la temporada de 1997-1998 una nueva caída que se asoció con la presencia de otro evento El Niño (Morales-Bojórquez et al. 2001a, 2001b, 2001c; Nevárez-Martínez et al. 1999a, 2002b). Esto ocasionó que el recurso mostrara un nuevo patrón de distribución, el cual demostró su migración desde Guaymas, Sonora hacia Santa Rosalía, BCS, posteriormente el recurso migró hacia el sur, con una ruta cercana a la costa, su presencia se registró en Mulegé, BCS y posteriormente en zonas cercanas a la bahía de La Paz, BCS. Un único pico de abundancia se registró en la zona de Bahía Magdalena, BCS, la cual se ubica en la costa oeste de la Península de Baja California (Océano Pacífico), con una captura de aproximadamente 20,000 t (Gluyas-Millán et al. 2002).

La elevada abundancia del recurso durante 1996 creó expectativas sobre la pesquería (Hernández-Herrera et al., 1998), ya que representó una alternativa rentable que se complementó bien con la pesquería del camarón del Pacífico Mexicano, prácticamente cuando los rendimientos del camarón disminuyen hacia los meses de diciembre y enero, los barcos camaroneros se adaptan con sistemas de pesca para calamar gigante, y a su vez, cuando la temporada de camarón del Pacífico Mexicano inicia, entonces la presión de pesca sobre el calamar disminuye (Morales-Bojórquez et al., 2001a). Morales-Bojórquez et al. (1997) sugieren que las zonas de Santa Rosalía, B.C.S. y Guaymas, Sonora, explotan "un stock", el cual está conformado por una

cohorte o generación dominante. Los individuos de esa cohorte también han mostrado un movimiento entre ambas costas, lo cual beneficia la pesca en las dos localidades. También se ha observado que el recurso se concentra desde el centro del Golfo de California hasta Santa Rosalía, B.C.S. lo que promueve el desplazamiento de los barcos de Sonora hacia las zonas de pesca de Santa Rosalía, B.C.S.

En la pesquería del calamar se ha planteado al escape proporcional como política de manejo del calamar *Illex argentinus* en las islas Falkland (Rosenberg et al. 1990), con un nivel permisible de  $K = 40\%$ ; dicha política se considera también para otras pesquerías de calamar en el mundo (Beddington et al., 1990; Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997; Morales-Bojórquez et al. 2001a, 2001b). La medida de regulación no puede ser implementada en cualquier momento de la temporada de pesca, ya que es necesario definir el tamaño de la población al inicio de la temporada para determinar el valor de  $K$  (Beddington et al., 1990; Rosenberg et al., 1990; Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997; Morales-Bojórquez et al. 2001a, 2001b).

De la misma forma, se han hecho estimaciones para el calamar gigante en el Golfo de California asumiendo la misma estrategia de administración (Hernández-Herrera et al. 1998; Morales-Bojórquez et al. 2001a, 2001b), la cual depende del reclutamiento, el esfuerzo de pesca y de la variación en la capturabilidad, sin embargo, como la abundancia del calamar gigante es muy variable y su ciclo de vida es corto (2 años) (Ehrhardt et al. 1983; Nigmatullin et al. 2001; Nevárez-Martínez et al. 2006b, 2010b), es necesario evaluar sobre una base anual su dinámica poblacional (Nevárez-Martínez et al. 2006b), para definir el rendimiento de la pesquería.

## **Justificación**

La información biológica y pesquera de *D. gigas* para el Golfo de California es buena, y el problema de mayor atención ha sido la estimación de biomasa del recurso (Hernández-Herrera et al. 1998, Nevárez-Martínez et al. 2000, Morales-Bojórquez et al. 2001a, 2001b). Estas estimaciones se han basado en el supuesto de la existencia de una sola cohorte en la pesquería, por consiguiente la estrategia de manejo adoptada, se apoya en la estimación del escape proporcional de reproductores. Sin embargo, los resultados de recientes análisis indican la presencia de más de una cohorte en la población (Morales-Bojórquez et al. 2001c). Esta situación ha creado dudas sobre la dinámica del recurso y la forma de explotarlo, cambiando la perspectiva de administración del calamar, ya que se debe estimar con precisión la magnitud de cada cohorte así como su contribución a la reproducción, lo cual influye sobre la tasa de reemplazo de la población.

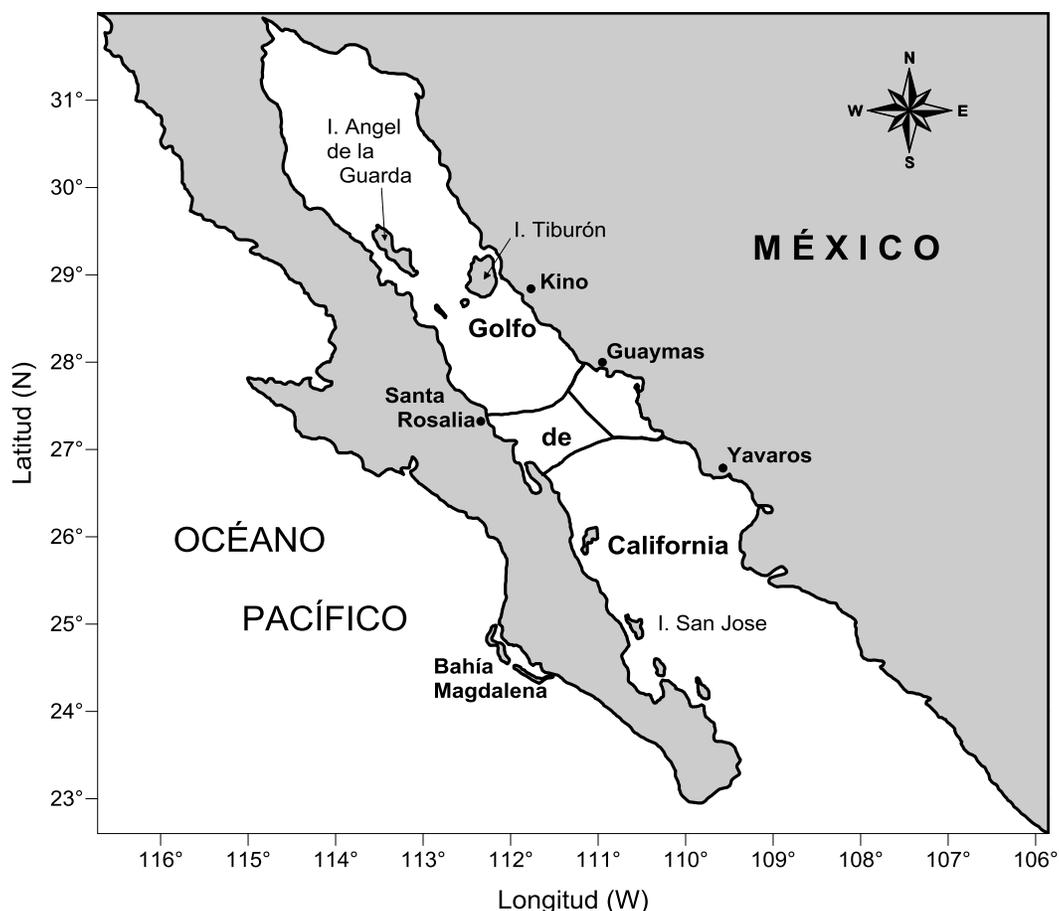
A principios de los años 80's las capturas de calamar gigante disminuyeron de manera drástica, lo cual coincidió con el evento ENSO de 1982/83 que ocasionó cambios medioambientales importantes en el Golfo de California, mismos que fueron asociados con las bajas capturas de calamar (Ehrhardt et al. 1983; Klett, 1996). El recurso no fue estudiado de nuevo hasta que en los 1990's la pesquería resurgió. El recurso ha mostrado variaciones importantes en disponibilidad, observando en la temporada de 1997-1998 una nueva caída que se asoció con la presencia de otro evento El Niño (Morales-Bojórquez et al., 2001a, 2001b, 2001c; Nevárez et al. 2002b). Esto ocasionó que el recurso mostrara un nuevo patrón de distribución, el cual demostró su migración desde Guaymas, Sonora hacia Santa Rosalía, BCS, posteriormente el recurso migró hacia el sur, con una ruta cercana a la costa, su presencia se registró en Mulegé, BCS y posteriormente en zonas cercanas a la bahía de La Paz, BCS. Un único pico de abundancia se registró en la zona de Bahía Magdalena, BCS, la cual se ubica en la costa oeste de la Península de Baja California (Océano Pacífico), con una captura de aproximadamente 20,000 t (Gluyas-Millán et al., 2002). Por supuesto, aun no se tiene una idea clara de cómo se relacionan y como

afectan los cambios en el ambiente a la población de calamar. Tampoco se sabe cómo impacta la pesquería a la población de calamar del Golfo de California. Por otra parte, en los últimos seis años ha habido importantes variaciones en la pesquería, sobre todo una importante reducción de las capturas en los últimos tres años, que no ha estado asociada a eventos ambientales anómalos o de excesivos niveles de esfuerzo de pesca, sino que esta reducción en las capturas estuvo asociada en parte a aspectos de mercado, es decir, al haberse reducido la demanda en el mercado internacional (que es donde se comercializa la mayor parte de las capturas), las empresas que comercializan el calamar gigante en el exterior no compran calamar o lo compran a un precio muy bajo, ocasionando que los pescadores o no puedan vender su captura o al ser muy bajo el precio decidan no seguir saliendo a pescar calamar, aun cuando haya suficiente disponibilidad para las flotas pesqueras (pangas y barcos). Por otro lado, cuando las condiciones de mercado mejoran (pues es muy dinámico), se ha observado una alta variabilidad en la disponibilidad del recurso, presentándose repentinamente alta disponibilidad y enseguida declinando abruptamente la presencia del calamar gigante; este último comportamiento al parecer está asociado a la variabilidad ambiental (biótica y abiótica) (Nevárez-Martínez et al. 1999b, 2002b, 2006b, 2008c, 2014).

Así pues el estudio del calamar gigante se debe abordar desde diferentes ángulos, considerando tanto la variabilidad ambiental y los niveles de pesca ejercidos, así como los aspectos de mercado, pues esto impactara tanto la forma de explotarlo, como la forma en que deba ser administrada la pesquería de calamar gigante.

### VIII. Zona de estudio:

El Golfo de California es un mar angosto y semicerrado, es considerado una gran cuenca de evaporación en comunicación abierta con el Océano Pacífico en su región sur (Bray, 1988). Se localiza entre la península de Baja California y los estados de Sonora y Sinaloa, entre los 22° y 32° de latitud N y entre los 106° y 115° de longitud W. Las flotas calamareras de Sonora (pangas y barcos) operan en la costa en los alrededores de Guaymas, Sonora, además de que la flota de barcos puede pescar en toda una franja entre Guaymas y Santa Rosalía, BCS (Fig. 1).



**Figura 1.** Áreas de pesca de calamar gigante de las flotas de Sonora que pescan en el Golfo de California.

## **IX. Hipótesis:**

La variabilidad de la pesquería de calamar gigante se puede explicar considerando tanto al esfuerzo pesquero como a factores ambientales y al mercado.

## **X. Objetivos:**

### ***X.1) Objetivos Generales***

- Determinar la estructura y dinámica poblacional (tallas, época de reproducción, crecimiento, reclutamiento, mortalidad) del calamar gigante en el Golfo de California.
- Determinar el efecto de la pesca en la estructura de la población de calamar gigante.
- Determinar la biomasa y distribución espacial y temporal de la pesquería calamar gigante en el Golfo de California.
- Determinar el efecto del ambiente en la población de calamar gigante.
- Sistematización y actualización en base de datos electrónicas de las estadísticas pesqueras e información biológica del calamar gigante en el Golfo de California.
- Sustentar y actualizar recomendaciones y/o propuestas de regulación (plan de manejo) y Carta Nacional Pesquera.

## ***X.2) Objetivos de Mediano Plazo***

Realizar la evaluación permanente del estado del recurso y la pesquería de calamar gigante, para recomendar al sector administrativo medidas para su regulación dinámica, que permitan un aprovechamiento sustentable de este recurso.

## ***X. 3) Objetivos Particulares***

- Estimar la abundancia de *D. gigas*.
- Estimar el reclutamiento de *D. gigas*.
- Estimar el escape proporcional de *D. gigas*.
- Determinar el efecto de la pesca en la estructura de tallas de *D. gigas*.
- Determinar la distribución espacial y temporal de *D. gigas* en el Golfo de California.
- Valorar el efecto de la variabilidad ambiental sobre el calamar gigante.
- Valorar el comportamiento del mercado en la pesquería de calamar gigante.

## XI. Materiales y Métodos:

### Temporada de pesca 2016/2017

#### Descargas y esfuerzo de pesca

A partir de los avisos de arribo de pesca en el puerto de Guaymas, Sonora, se registró información quincenal de captura (toneladas, t) y esfuerzo (noches de pesca), tanto de la flota llamada mayor (barcos camaroneros adaptados a la pesca del calamar gigante) como de la flota llamada menor (pangas, 6 a 8 metros de eslora, con motor fuera de borda, 45 a 100 caballos de fuerza). El periodo analizado comprendió, desde octubre 2016 a diciembre 2017.

#### Muestreos

La frecuencia de los muestreos está en función de la actividad pesquera, y en medida de lo posible se realizaron diariamente, consistiendo el muestreo masivo (estructura de longitud de manto) de aproximadamente 50 ejemplares de las descargas comerciales en el puerto de Guaymas, Sonora, o en los alrededores. Los muestreos biológicos, consisten de mediciones de 20 ejemplares a los cuales se les registra la longitud de manto (en cm), el peso del manto y peso total (kg), el sexo y el estadio de desarrollo gonadal.

A partir de los muestreos biológicos y mediante regresión no lineal se estima la relación biométrica longitud de manto – peso total:

$$PT = aLM^b$$

Dónde:

$PT$  = peso total del calamar (g)

$LM$  = longitud de manto (cm)

$a$  = intercepto

$b$  = pendiente

Esta función, en conjunto con la información de capturas totales de calamar gigante, se utiliza para obtener los números totales de calamar por intervalo de talla, los cuales se utilizaron en el análisis de cohortes estructurado por tallas (Jones 1984, Nevárez-Martínez et al. 2006b, 2010).

Los estimados de crecimiento anual se obtienen utilizando las estructuras de tallas mensuales, determinando el crecimiento a través ajuste de los datos de frecuencia por tallas a una función oscilatoria del modelo de crecimiento de von Bertalanffy estacionalizada (Cloern y Nichols 1978; Pauly *et al.* 1984):

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-[K(t-t_0) + C(K/2\pi)\sin 2\pi(t-t_s)]})$$

Donde  $L_t$  es la longitud patrón (en mm) al tiempo  $t$ ,  $L_\infty$  es la longitud asintótica (en mm),  $K$  es el coeficiente de crecimiento (por año),  $C$  es el control de la magnitud de las oscilaciones y  $t_s$  es tiempo de inicio de la oscilación ( $t_s - 0.5$  es el punto de invierno). Los estimados de los parámetros se obtienen usando ELEFAN I (Pauly y David 1981; Pauly 1987; Gayanilo et al. 1989) y la estimación de  $t_0$  se obtienen con la relación propuesta por Pauly (1984).

$$\text{Log}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 * \text{Log}(L_\infty) - 1.038 * \text{Log}(K)$$

La mortalidad natural ( $M$ ) anual fue evaluada mediante la ecuación propuesta por Jensen (1996):  $M = 1.5 * K$ ; Donde,  $K$  (anual) es el coeficiente de crecimiento de la ecuación de von Bertalanffy.

La estimación de mortalidad por pesca específica para cada talla ( $F_i$ ), mortalidad por pesca promedio anual ( $\bar{F}$ ) y abundancias por talla ( $N_i$ ) fueron estimadas mediante un Análisis de Cohortes basado en tallas de Jones (Jones 1984, Nevárez-Martínez et al. 2006b, 2010) en base anual e incorporando mortalidad natural ( $M$ ) para cada año, suponiendo  $M$  constante para todas las edades y dentro de cada año. Además, las

variaciones de los rendimientos futuros ( $Y$ , en toneladas) y la biomasa promedio anual ( $Bm$ , en toneladas) de la población de calamar gigante, fueron exploradas con el modelo predictivo de Thompson-Bell (Sparre y Venema 1995). El modelo asume un equilibrio, sin embargo, debido a la diferencia en la estructura de tallas de la temporada 2016-17 con respecto a las dos temporadas previas, solo se tomó el número total de individuos de la captura por intervalo de talla de la última temporadas (2016-17). Finalmente, se estimó el rendimiento máximo sostenible ( $RMS$ ), la mortalidad por pesca asociado a ese rendimiento ( $F_{RMS}$ ) y el valor de mortalidad por pesca que se corresponde con un escape proporcional de la biomasa de reproductores, en porcentaje ( $F_{\%BD}$ ); el escape se define como el número de reproductores que viven hasta el final de la temporada de pesca, como proporción de los que podrían haber vivido si solamente hubiera habido mortalidad natural (Beddington et al. 1990; Basson y Beddington 1993). En esta pesquería un valor objetivo de 40% ha sido usado como un punto de referencia para la explotación de *D. gigas* en el Golfo de California (Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997; Hernández-Herrera et al. 1998; Morales-Bojórquez et al. 2001b; Nevárez-Martínez et al. 2006b, 2010).

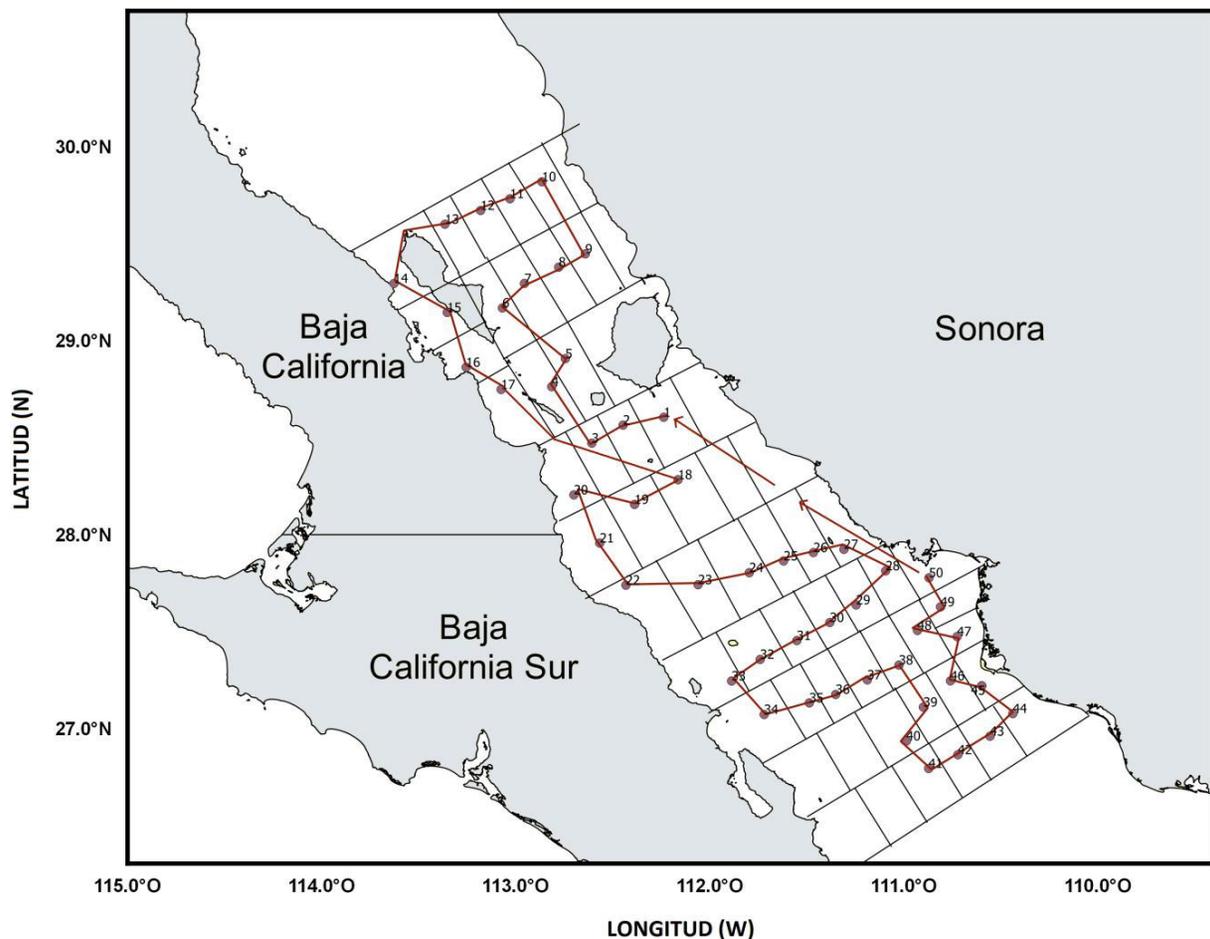
El escape proporcional ( $Escp$ ) de *D. gigas* se estimó con la siguiente ecuación (Beddington et al. 1990; Rosenberg et al. 1990; Nevárez-Martínez y Morales-Bojórquez 1997):

$$Escp = \frac{N_0 e^{-(M+F)}}{N_0 e^{-M}} = e^{-F}$$

### **Crucero de investigación pesquera**

Por otra parte, se realizó un crucero de investigación en el mes de octubre de 2017, a bordo del Buque de Investigación Pesquera BIP-XI, en el golfo de California, cubriéndose una red de 50 estaciones en 11 líneas perpendiculares a la costa, saliendo del puerto de Guaymas, Sonora, desde Puerto Libertad, hasta Isla Lobos por la costa

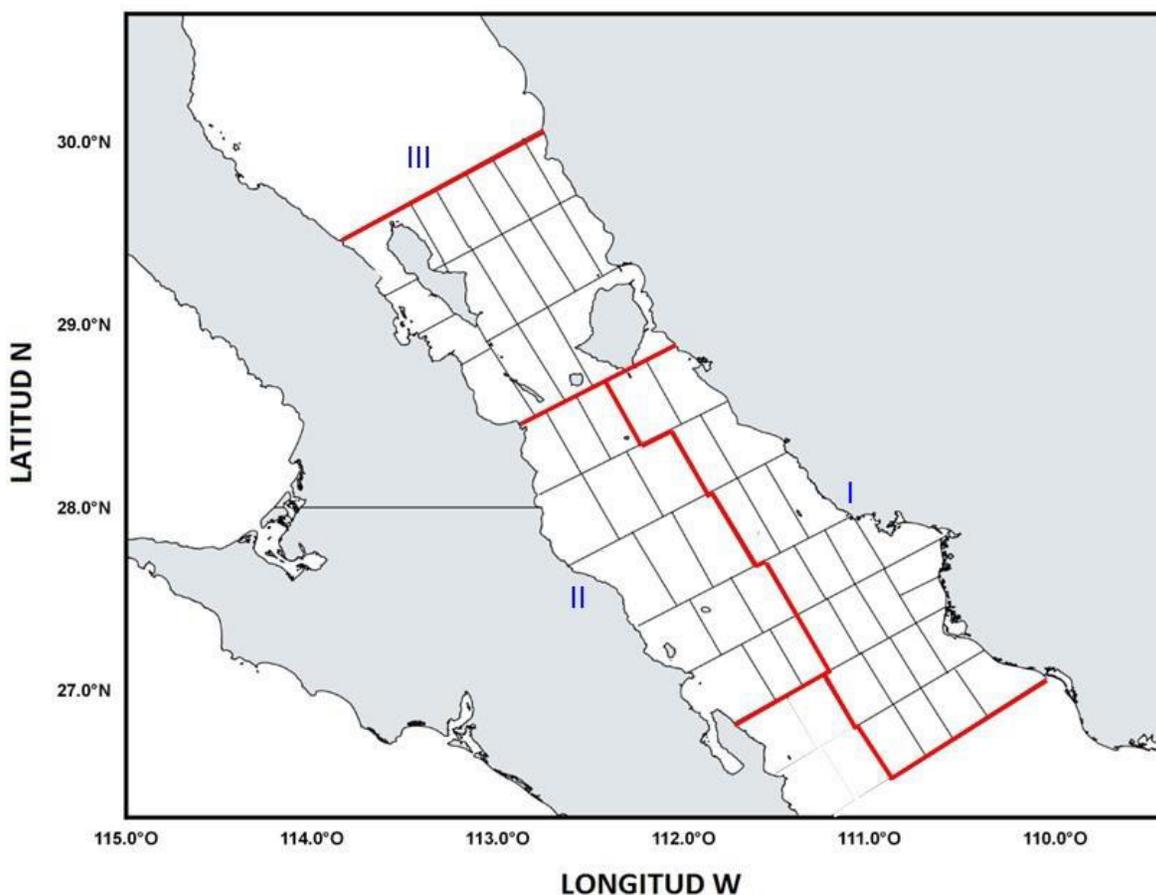
de Sonora y de Puerto Refugio hasta Sur de Punta Chivato en la Península de Baja California (Fig. 2). En cada operación de pesca se trabajaron seis poteras manuales utilizando atracción con luz (Nevárez-Martínez et al. 2000). Cada operación de pesca consistió de 15 minutos de iluminación previa al inicio de la actividad de muestreo, la cual tuvo una duración de 30 minutos.



**Figura 2.** Red de estaciones de muestreo de calamar gigante *Dosidicus gigas* en el golfo de California, octubre de 2017.

## Estimación de Biomasa

La estimación de la biomasa total de la población en toneladas, se obtuvo de acuerdo con los estimadores del muestreo aleatorio estratificado (Schaeffer et al. 1987; Nevárez-Martínez et al. 2000) y la estimación por el método de área de barrida estratificada, utilizando los estimadores propuestos por Pierce y Guerra (1994) y Nevárez-Martínez et al. (2000). Para el caso del primer método se estimaron 7 estratos de densidad de *Dosidicus gigas*. En el caso del segundo método, la estratificación del área de estudio se consideró de manera cualitativa, distinguiendo tres estratos de acuerdo a las zonas de influencia de la flota comercial (Nevárez-Martínez et al. 2000), además de considerar la forma en que se desarrolló el estudio (Fig. 3).



**Figura 3.** Área total de estudio, durante el crucero de calamar gigante realizado en octubre de 2017.

## **XII. Resultados de investigación:**

### **Temporada 2016-2017**

#### Descargas y esfuerzo de pesca

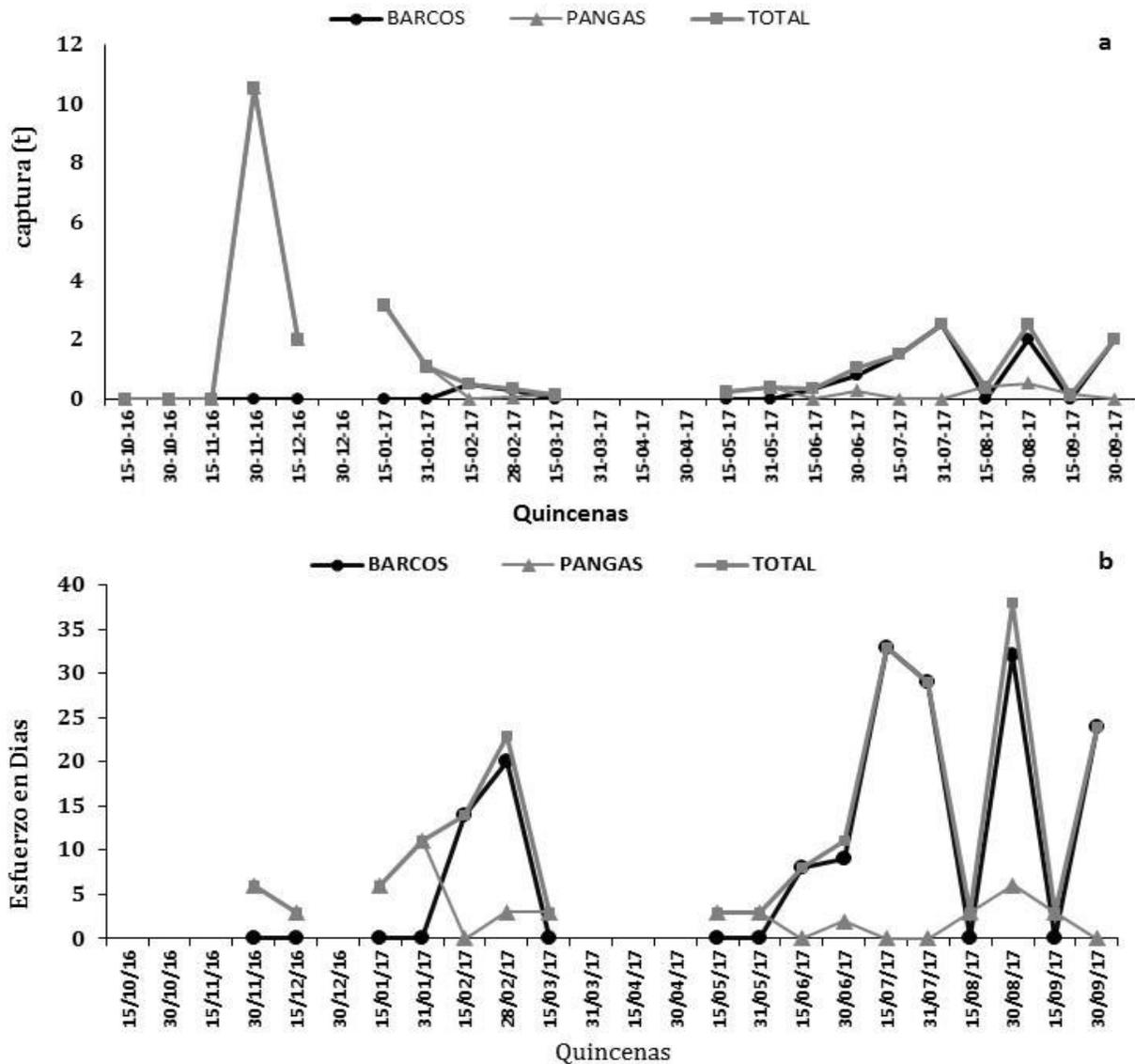
La captura total registrada en Sonora, de octubre de 2016 a diciembre de 2017 fue de 38.655 toneladas (t), de los cuales 28.74 t fueron capturadas por la flota de pangas y 9.915 t por la flota de barcos. En esta temporada, las descargas incluyeron además del manto (23.193 t), la cabeza (11.596 t) y aleta (3.866 t). El esfuerzo de pesca total registrado, de octubre del 2016 a diciembre del 2017 fue de 247 noches de pesca, de las cuales 78 fueron de pangas y 169 por barcos.

Durante el periodo de octubre 2016 a septiembre 2017 fue de 28.905 toneladas (t), de los cuales 18.990 t fueron capturadas por la flota de pangas y 9.915 t por la flota de barcos. En esta temporada, las descargas incluyeron además del manto (17.343 t), la cabeza (8.672 t) y aleta (2.890 t). El esfuerzo de pesca total registrado, fue de 221 viajes de pesca, siendo 52 de pangas y 169 de barcos. La CPUE promedio de pangas y barcos fue de 0.37 t/noche y 0.059 t/noche, respectivamente.

El comportamiento quincenal de las capturas totales se presenta en la figura 4a, se observa que el grueso de las capturas se presentó en los meses noviembre 2016 y enero 2017, sin embargo en la segunda quincena de noviembre fue cuando se reporta la captura máxima con 10.54 t, capturado solo por pangas. Durante los meses marzo y abril 2017, las capturas muestran una tendencia a la baja, con cero capturas durante la segunda quincena de marzo y todo el mes de abril, tendiendo a incrementarse en el mes de mayo (Fig. 4a).

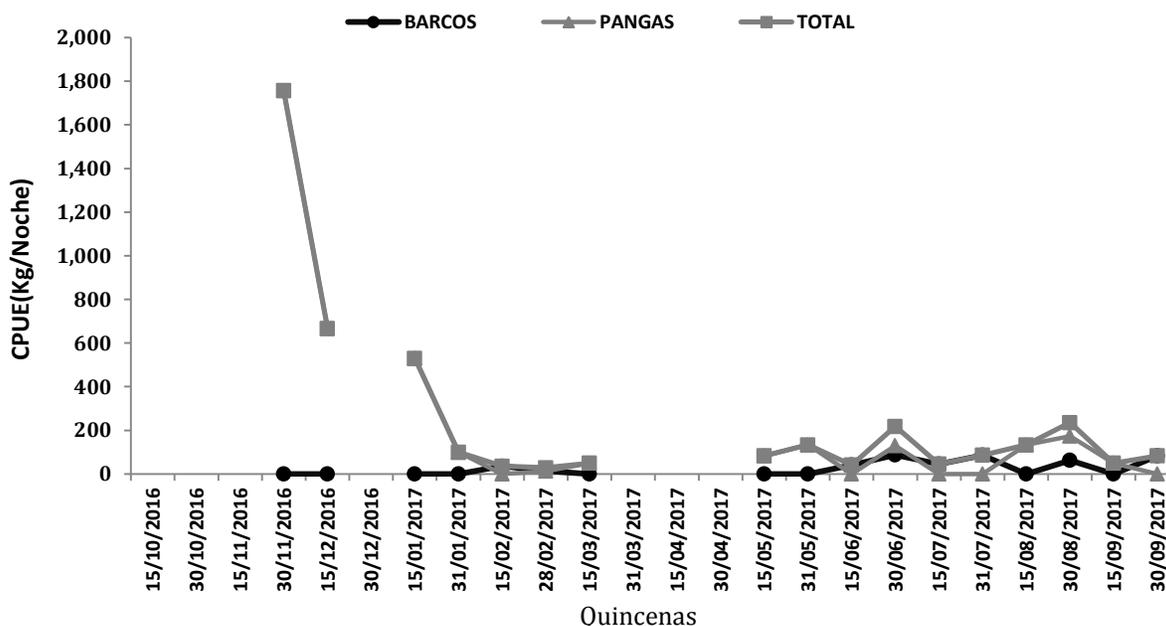
En la Figura 4b, se presenta el esfuerzo de pesca aplicado por quincena, se puede observar que la flota de barcos presenta valores de esfuerzo mayores que la flota de pangas. El esfuerzo de pangas durante enero aumentó y para barcos en febrero,

debido principalmente a que los barcos empezaron a salir a la captura de calamar, siendo notable el esfuerzo en los meses de verano; sin embargo, ese incremento en el esfuerzo no se reflejó en las capturas totales registradas por los barcos, siendo la flota menor quien más arribó.



**Figura 4.** Captura total (a) y esfuerzo de pesca (b) por quincena por tipo de flota en la pesquería de calamar gigante en Guaymas, Sonora, octubre de 2016 a septiembre de 2017.

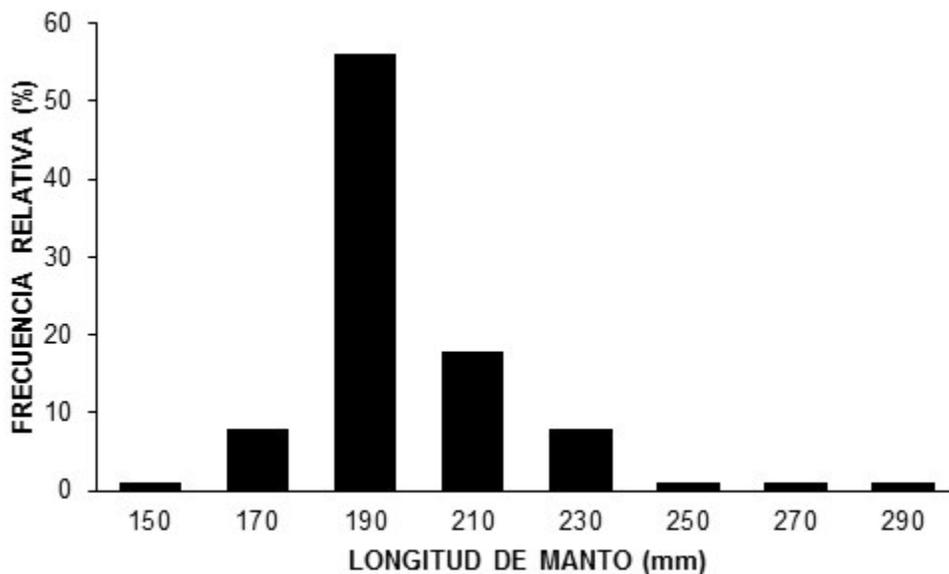
El comportamiento de la captura por unidad de esfuerzo nominal (CPUE, t/noche de pesca) se muestra en la figura 5, donde se observa que la flota de pangas influye sobre la captura total, alcanzando una CPUE de 1.7 t/noche, durante la segunda quincena de noviembre 2016, con un promedio para la temporada de 0.37 t/noche; mientras que la flota de barcos presentó menores valores, registrando el máximo CPUE durante la primera quincena de julio 2017 de 0.062 t/noche, y en la temporada el promedio de los barcos fue 0.059 t/noche (Fig. 5).



**Figura 5.** Comportamiento de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE, captura/viaje) de la pesquería de calamar gigante en Guaymas, Sonora, periodo de octubre 2016 a septiembre 2017.

### Estructura de tallas

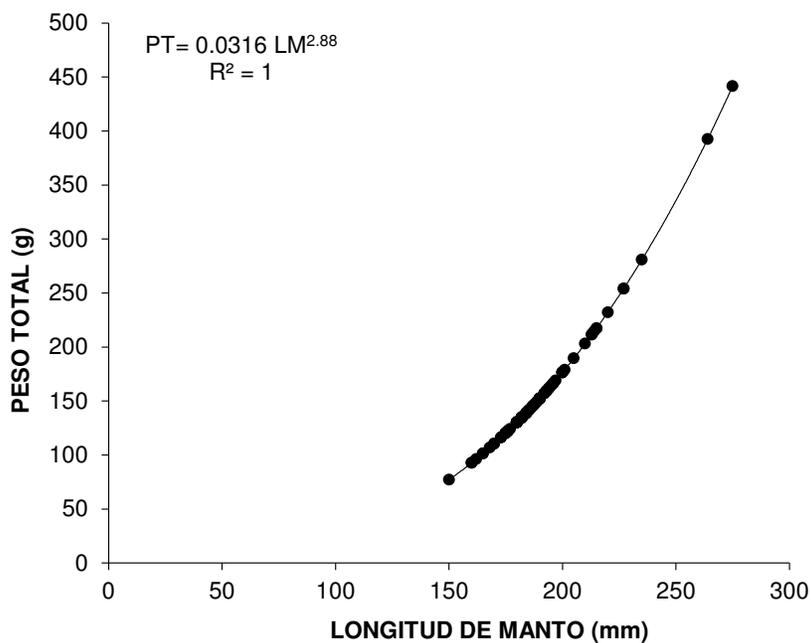
La distribución de frecuencias de tallas fluctuó entre los 150 mm LM a 275 mm LM, con una moda de 180 mm LM y una talla promedio de 188 mm LM. El peso vario de 77 g hasta 442 g (Fig. 6), con un peso medio de 119 gramos.



**Figura 6.** Distribución de frecuencia de tallas (longitud de manto) del calamar gigante *Dosidicus gigas* durante la temporada 2016/17.

#### Relación peso total-longitud del manto

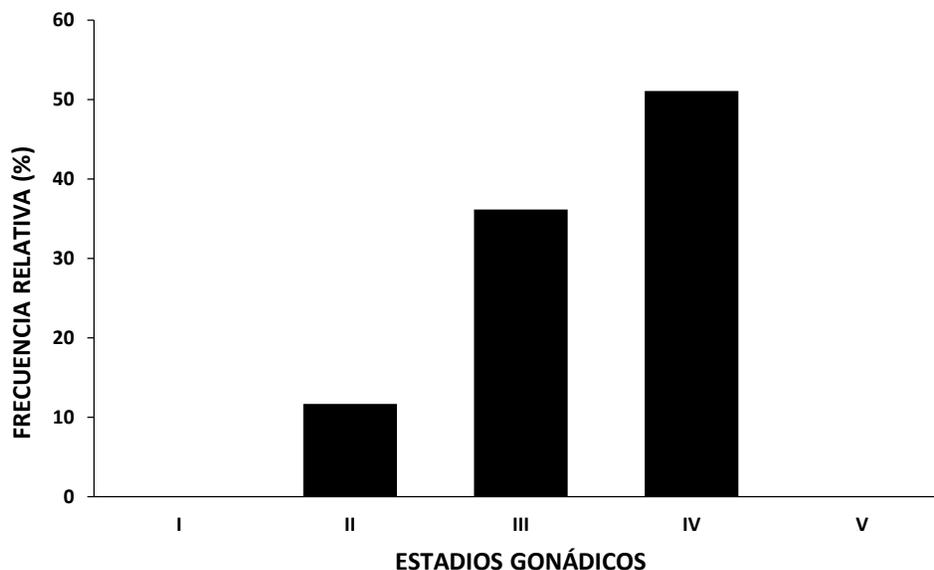
Al evaluar el coeficiente de Isometría (relación peso total-longitud de manto), se determinó que el crecimiento del calamar gigante capturado durante el crucero fue de tipo alométrico negativo, ya que mediante una *t Student*, los resultados mostraron que el valor obtenido de  $b = 2.8$ , fue estadísticamente diferente del valor teórico de 3 ( $p < 0.05$ ) (Fig. 7).



**Figura 7.** Relación peso total-longitud de manto del calamar gigante *Dosidicus gigas* durante la temporada de pesca 2016/17, en el golfo de California.

### Desarrollo gonádico

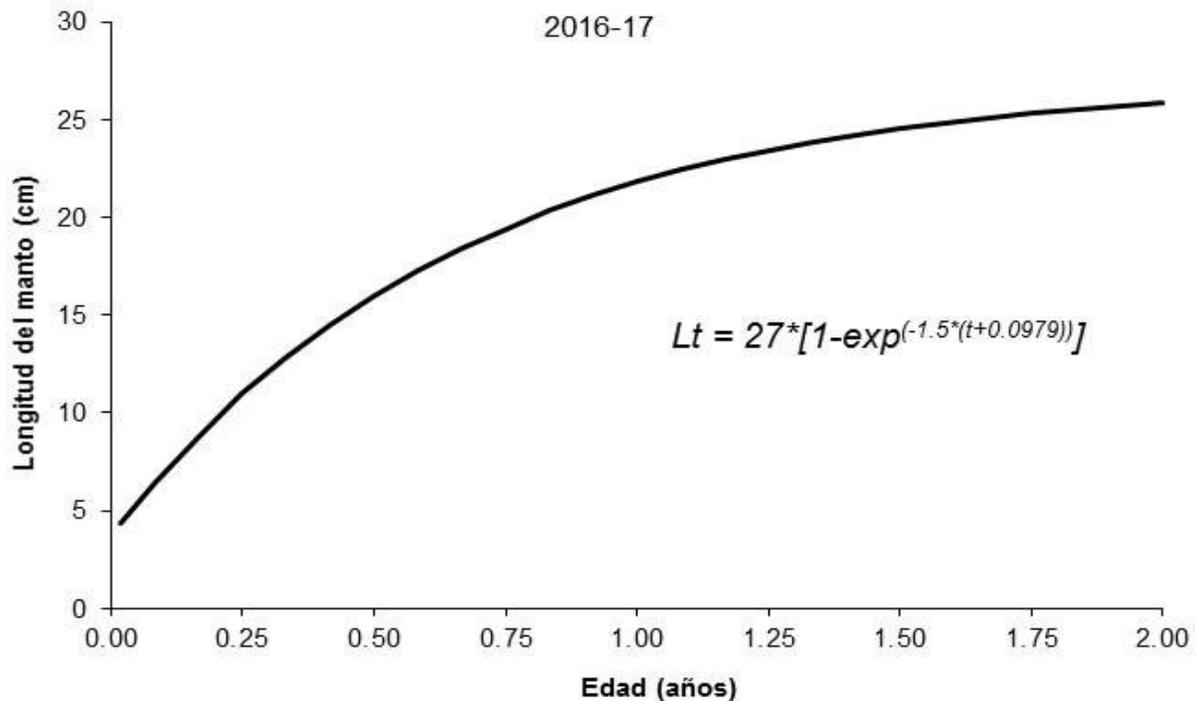
Al revisar el desarrollo gonádico del calamar gigante, se encontró al 51.0% de los organismos en estadio IV es decir maduros, 37.2% en proceso de maduración (estadio III) y el 11.7% presentaron gónadas desarrolladas (II) (Fig. 8).



**Figura 8.** Desarrollo gonádico del calamar gigante *Dosidicus gigas* durante la prospección de octubre 2017 en el golfo de California.

### Crecimiento

Los parámetros de crecimiento ajustados a la función de crecimiento de von Bertalanffy fueron:  $L_{\infty} = 27$  cm (manto),  $K = 1.5/\text{año}$  y  $t_0 = -0.0979$  años. En este caso,  $C$  fue igual a 0 y cuando eso sucede la ecuación se reduce a la función ordinaria de von Bertalanffy, lo cual implica que no hubo estacionalidad en el crecimiento de calamar gigante (Fig. 9). El estimado de la tasa de mortalidad natural para el calamar gigante en 2016-17 fue de  $M = 2.25/\text{años}$ .



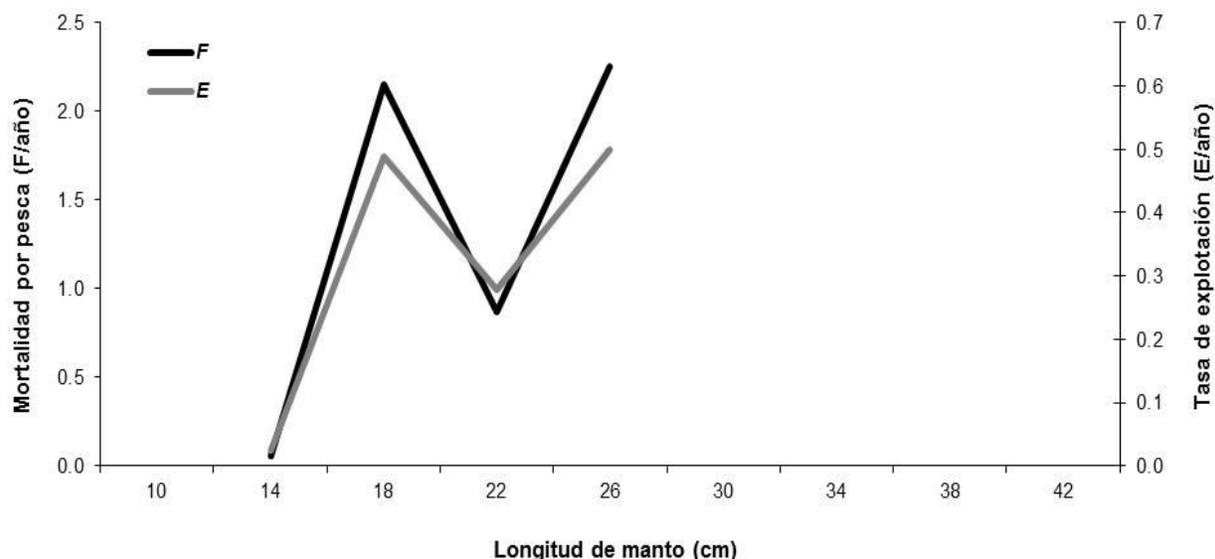
**Figura 9.** Modelo de crecimiento de von Bertalanffy ajustado a longitudes de manto del calamar gigante desembarcado en Sonora, durante la temporada de pesca 2016-17.

### Análisis de cohortes

El análisis de cohorte indicó que los valores más altos de mortalidad por pesca ( $F=2.15$ ) y de la tasa de explotación por talla ( $E=0.49$ ) se concentraron en las tallas de 16-20 cm longitud de manto (Fig. 10). La mortalidad por pesca promedio anual fue de ( $F$ ) 0.88/años, mientras que la tasa de explotación promedio anual fue de ( $E$ ) 0.281/años. El rendimiento anual ( $Y$ ) y biomasa media ( $B_m$ ) para *Dosidicus gigas*, fueron  $Y=30.82$  t y  $B_m= 25.74$  t. El reclutamiento anual estimado aquí como los individuos más pequeños que aparecen en las capturas (Sparre y Venema 1998), para calamar gigante fue de 696,110 individuos.

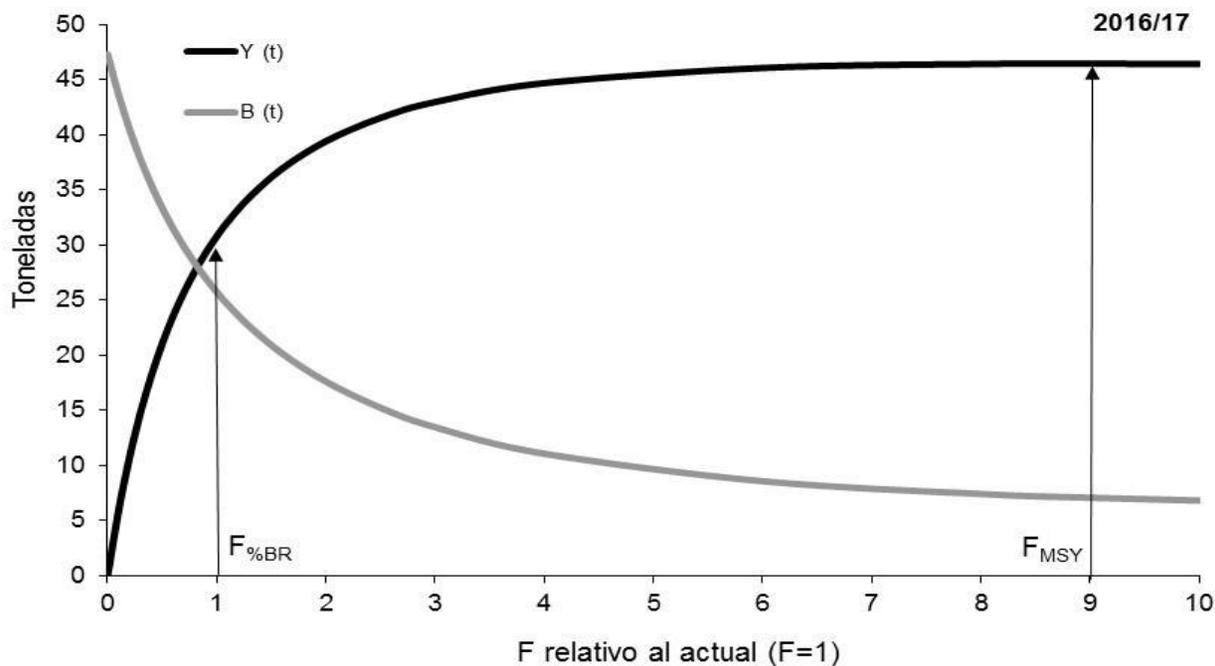
Los resultados de la simulación del rendimiento y la biomasa media anual se muestran en la figura 11. El eje “x” contiene los valores de  $F$  en relación con la mortalidad

promedio anual ( $F$ ). Así un valor de 2.0 en el eje “x” indicaría un incremento del 100% con respecto al  $F$  actual o un valor de 0.5 indicaría una reducción del 50% en relación con el  $F$  actual. El análisis indicó que el rendimiento máximo sostenible (RMS) para *Dosidicus gigas* sería de 46.49 t, el cual podría ser obtenido si la mortalidad por pesca se incrementa 800%. La biomasa media anual asociada a ese RMS se estimó en 7.1 t, que en términos porcentuales representa el 14.93% de la biomasa media virgen ( $B_v = 47.34$  t), es decir, aquella biomasa que habría si  $F$  fuera igual a cero (Fig. 11). La biomasa media anual actual representa el 54.38% de la  $B_v$ .



**Figura 10.** Mortalidad por pesca y tasa de explotación por intervalo de talla de longitud de manto para calamar gigante temporada 2016-2017.

El escape proporcional estimado ( $Escp$ ), considerando el nivel actual de mortalidad por pesca  $F$ , fue 40% valor que es igual al punto de referencia de esta pesquería. En términos económicos, los rendimientos (en toneladas) de la temporada de pesca 2016-17, representaron, considerando que en promedio se pagó a \$5,000.0 la tonelada de calamar gigante, un valor de \$ 154,076 pesos. En el  $RMS$ , el valor de la producción sería de \$232,430 pesos. Si se duplicara la mortalidad por pesca actual, el rendimiento (en t) sería de 39.45 t y el valor sería de \$197,241 pesos.



**Figura 11.** Rendimiento y biomasa media anual, como una función de la mortalidad por pesca (F), para el calamar gigante, durante la temporada de pesca 2016-2017.

## Crucero de investigación pesquera

### Distribución y abundancia

Con el método de muestreo aleatorio estratificado, considerando un número total de 50 estaciones, se estimaron para *Dosidicus gigas* siete estratos de densidad; el número de estaciones donde se colectaron las muestras, el promedio (en kg) y desviación estándar por estrato se indican en la Tabla I. La densidad relativa fue baja, en la mayor parte de las estaciones las capturas estuvieron por debajo de los 0.6 kg. La media de la población fue de 0.42 kg/mn<sup>2</sup> (con error estándar de 0.123 kg).

La biomasa total estimada en octubre de 2017, utilizando éste método, fue de 12,172.5 toneladas, con un error estándar de 0.518 toneladas; los límites inferior y superior fueron 11,654.3 t y 12,690.7 t con un intervalo de confianza del 95%

respectivamente. Los resultados de los estimados por estrato se muestran en la Tabla II.

**Tabla I.-** Estratos de densidad (en kg), promedio (en kg) y desviación estándar por estrato calculados para *Dosidicus gigas* en el golfo de California. Octubre de 2017.

<b>Estratos de Densidad (kg)</b>	<b>Estaciones</b>	<b>Promedio (kg)</b>	<b>Desviación estándar</b>
0.30		0.14	0.065
0.60	4	0.42	0.075
0.90	2	0.83	0.081
1.20	2	1.07	0.067
1.50	2	1.37	0.124
1.80	0	0.00	--
2.10	1	1.95	--

**Tabla II.-** Estimación de biomasa por estratos de densidad para *Dosidicus gigas* en el golfo de California. Octubre de 2017.

<b>Estratos de Densidad</b>	<b>Estaciones</b>	<b>Biomasa (t)</b>	<b>Desviación estándar</b>
0.30	39	2697.7	459.5
0.60	4	1726.3	153.9
0.90	2	2004.6	138.5
1.20	2	968.0	42.9
1.50	2	1761.3	112.7
1.80	0	0	--
2.10	1	3014.7	--

La estimación de biomasa de calamar gigante utilizando el *método de área barrida* fue de 7,760.7 toneladas con un error estándar de 586.8 toneladas, y con un intervalo del 95% de confianza entre los 7,173.9 t y 8,347.5 t (Tabla III). La mayor biomasa estimada fue a lo largo de la costa de Sonora, en el estrato I, con 4,942.70 t, siguiéndole en importancia el estrato II (San Francisquito-Mulegé) con 2,278.80 t, respectivamente. La menor biomasa estimada fue para el estrato III, en la zona norte del área de estudio (Fig. 12).

**Tabla III.-** Intervalos de la estimación de biomasa (en toneladas), con el método de área barrida, de *Dosidicus gigas* en el golfo de California durante octubre de 2017.

<b>Estratos</b>	<b>Estaciones</b>	<b>Límite inferior</b>	<b>Biomasa</b>	<b>Límite superior</b>
I	21	4,142.10	4,942.70	5,743.40
II	15	1,749.60	2,278.80	2,798.00
III	14	224.2	544.2	864.2
TOTAL	50	7,173.90	7,760.70	8,347.50

En cuanto a la distribución espacial del calamar gigante, durante la prospección fue amplia, las zonas de mayor captura fueron el centro del golfo de California entre Guaymas, Sonora, y Santa Rosalía, B.C.S, seguida del área frente a Bahía Lobos, Sonora (Fig. 12).

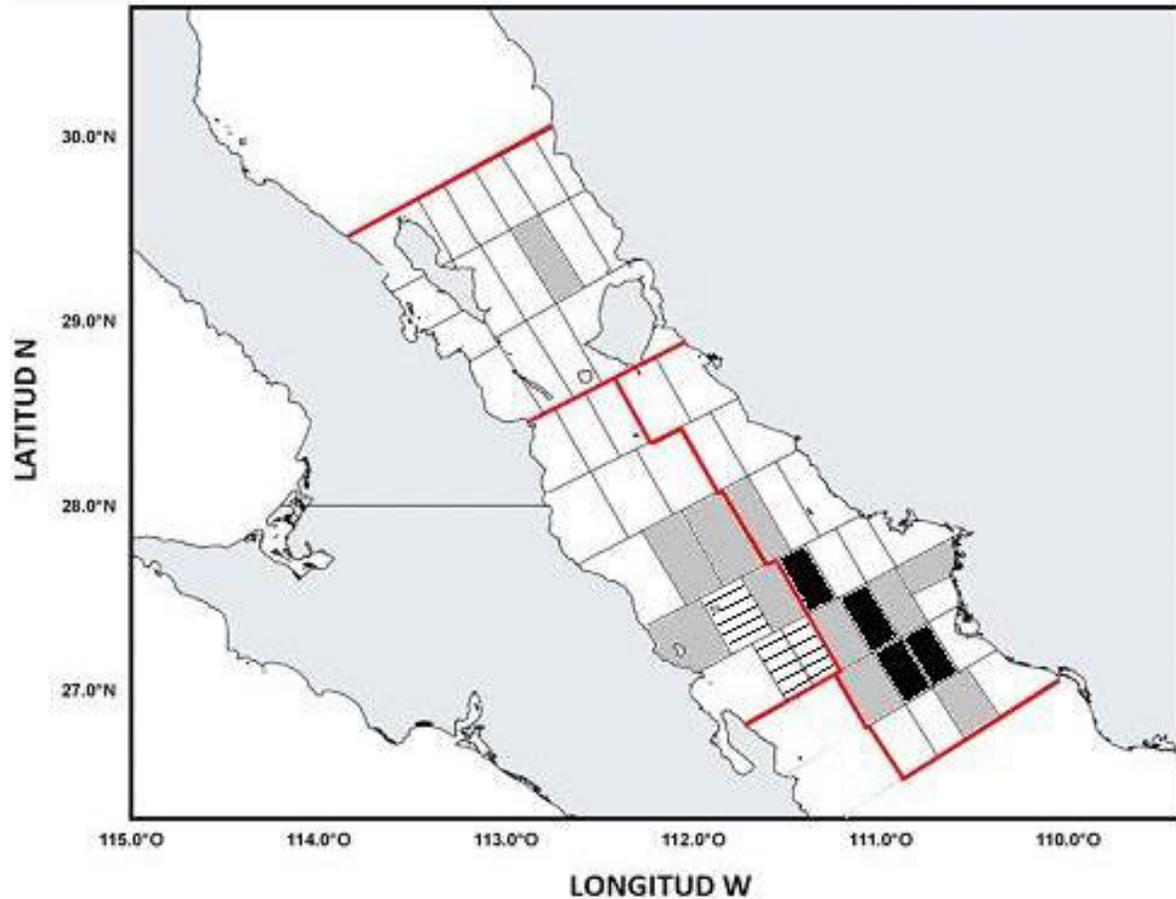


Figura 12. Distribución del calamar gigante *Dosidicus gigas* en octubre de 2017. Las áreas en blanco indican cero captura, las grises capturas entre 0.001 y 0.600 kg, las con líneas horizontales capturas entre 0.601 y 1.200 kg, y las áreas en negro capturas mayores de 1.200 kg.

### XIII. Discusión:

La captura total en Guaymas, Sonora, durante la temporada de pesca 2016-17 fue de 38.655 t, la cual fue más baja que la obtenida en la temporada de pesca 2015-16 cuando se capturaron 94.57 t (Nevárez-Martínez et al. 2017) o más baja que la captura registrada en la temporada de pesca 2014-15 cuando se capturaron 263.3 t (Nevárez-Martínez et al. 2016) y también fue notablemente más baja que la captura registrada en

las temporadas 2012-13 y 2013-14, cuando se capturaron 1,119.5 t y 4,496.5 t, respectivamente (Arizmendi-Rodríguez et al. 2014, 2015); en general, este es el menor valor de captura registrado para esta pesquería, sobre todo si se comparan con las obtenidas en las temporadas 2001-2002 y 2002-2003, las cuales han sido hasta ahora las temporadas con los desembarcos más altos (41,330 t, 36,200 t, respectivamente) en la historia de esta pesquería en Sonora (Nevárez-Martínez et al. 2004b, 2005a, 2006a, 2006b, 2007, 2008a, 2009a, 2010a, 2010b, 2012, 2013a). Al igual que en las últimas temporadas, las capturas registradas durante 2016-2017 incluyen, además del manto (60.0% del total), a la cabeza (30.0%) y aletas (10.0%), dos partes del calamar que también han sido aprovechadas, pero que además, económicamente hablando, fueron muy importantes pues el precio al que se les pagaba al pescador el kilo de la cabeza, aletas y manto fue, en promedio, de \$5.00 pesos por kilo respectivamente.

Durante los primeros tres meses (octubre-diciembre del 2017) de la temporada de pesca 2017-2018 se capturaron 9.7 t, que es muy parecido a lo que se presentó en 2013 a 2016, pero es un comportamiento diferente a lo que se registró en cualesquier otra temporada, fechas en que las capturas oscilaban entre 2,200 t y 7300 t (Nevárez-Martínez et al. 2005a, 2006a, 2007, 2008a, 2009a, 2010a, 2012, 2013, 2017).

Hernández-Herrera et al. (1996, 1998) y Nevárez-Martínez et al. (2004b, 2005a, 2006a, 2007, 2009a), documentan actividad reproductiva a lo largo del año, mencionando que la actividad reproductiva máxima se presenta en otoño-invierno. En este estudio se pudieron realizar muestreos en el mes de octubre, registrándose que el 51.0% de las hembras de calamar presentaron actividad reproductiva, coincidiendo con los autores anteriores en el sentido de que en el otoño se puede observar actividad reproductiva del calamar gigante en el Golfo de California.

La estructura de tallas del calamar gigante observada en la temporada de pesca 2016-2017 (150 mm LM a 275 mm LM), estuvo cargada hacia tallas pequeñas, siendo muy parecida a la observada en la temporada anterior (2015-2016), aunque más pequeña

que la observada en la temporada de pesca 2014-2015 (Nevárez-Martínez et al. 2016, 2017); sin embargo, es aún más pequeña a la talla reportada en otros trabajos sobre calamar gigante del Golfo de California (Hernández-Herrera et al. 1996, 1998; Nevárez-Martínez et al. 2004b, 2005a, 2006a, 2006b, 2007, 2008a, 2009a, 2010a, 2010b, 2012, 2013), en donde esta ha oscilado entre los 16 cm y 100 cm de longitud de manto, pudiéndose encontrar más de una moda (v.g., Nevárez-Martínez et al. 2006b, 2010a, 2010b, 2012, 2013; Arizmendi-Rodríguez et al. 2014, 2015).

Los parámetros de crecimiento aquí estimados, indican que el crecimiento del calamar gigante es acelerado, alcanzando casi el 60% de longitud de manto en los primeros seis meses vida. Esta característica ha sido encontrada en otros trabajos (Ehrhardt et al. 1983; Hernández-Herrera et al. 1998; Argüelles et al. 2001; Nigmatullin et al. 2001; Nevárez-Martínez et al. 2006b, 2008a, 2009a, 2010a, 2010b, 2012, 2013, 2016, 2017). En la mayoría de esos trabajos el valor de los estimados de los parámetros fueron diferentes a los aquí presentados, particularmente en el valor de  $L_{\infty}$ , el cual fue notablemente más bajo que lo estimado en años previos, cuando los valores estimados, hasta 2010-11, estuvieron entre 82 y 98 cm, entre 2011-12 y 2013-14 el  $L_{\infty}$  estimado fue de 56 cm, en la temporada 2014-15 el valor de  $L_{\infty}$  estimado fue de 36.5 cm y en la temporada de pesca 2015-16 el valor de  $L_{\infty}$  estimado fue de 32 cm. Lo contrario se presentó en el estimado de  $K$ , pues el valor aquí estimado fue similar al estimado en 2014-15, pero fue un poco mayor que el de la temporada 2015-16, y en general más alto que lo encontrado en temporadas previas en el Golfo de California (Ehrhardt et al. 1983; Hernández-Herrera et al. 1998; Nevárez-Martínez et al. 2006b, 2008a, 2009a, 2010a, 2010b, 2012, 2013, 2016, 2017; Arizmendi-Rodríguez et al. 2014, 2015).

El valor anual de mortalidad natural ( $M$ ) estimado por el método de Jensen (1996), al igual que el valor de  $K$ , fue un poco mayor que el de la temporada 2015-16, similar al de la temporada 2014-15, y mayor que el estimado para las temporadas previas (Nevárez-Martínez et al. 2006b, 2008a, 2009a, 2010a, 2010b, 2012, 2013; Arizmendi-Rodríguez

et al. 2014, 2015). Ya que los parámetros de crecimiento y mortalidad natural son básicos en varios modelos de evaluación pesquera, no considerar las variaciones entre temporadas, así como los potenciales errores de muestreo e incertidumbre, pudieran resultar en medidas de manejo erróneas (Nevárez-Martínez et al. 2006b).

Los valores anuales encontrados para la mortalidad por pesca ( $F$ ) y la tasa de explotación ( $E$ ) se encontraron por debajo de los niveles que se consideran como saludables para un recurso explotado comercialmente (Gulland 1983, Hilborn y Walters 1992), indicando que el calamar gigante no se encuentra sobrexplotado, en términos de la mortalidad por pesca en el Rendimiento Máximo Sostenible. La magnitud de reclutamiento en 2016-17 fue baja comparado con lo observado en las temporadas de pesca 2013-14, 2014-15 y 2015-16 (Nevárez-Martínez et al. 2016, 2017; Arizmendi-Rodríguez et al., 2015), y junto con el reclutamiento estimado para 1997-98, son los valores de reclutamiento más bajos observados hasta la fecha (véase Nevárez-Martínez et al. 2006b, 2008a, 2009a, 2010a, 2010b, 2012, 2013).

La evaluación del impacto de la pesca, a través del modelo de Thompson-Bell, indica que la mortalidad por pesca anual observada ( $\bar{F}$ ) (Véase Fig. 10) está por debajo de la  $F_{RMS}$  (asociadas al Rendimiento Máximo Sostenible,  $RMS$ ), lo cual indicaría que el calamar gigante está siendo explotado por debajo del  $F$  óptimo o subexplotada (Csirke y Sharp, 1985; Sparre y Venema, 1995). Lo anterior se refuerza, si además se considera a la biomasa media de la población, pues en este caso el  $RMS$  está asociado a una biomasa media de casi el 15% de la  $B_v$  de la población de calamar gigante y la biomasa media actual es del 54.38% de  $B_v$ . Por otra parte, el escape proporcional ( $Escp$ ) aquí estimado es igual al punto de referencia biológico de 40% planteado como adecuado para esta pesquería y la mortalidad por pesca que en este caso estaría asociado a ese nivel de referencia ( $F_{40\%BR}$ ), tendría un valor igual que el valor de  $\bar{F}$ , y que en este caso es un valor mucho menor que el estimado para  $F_{RMS}$ .

En cuanto a los niveles de biomasa de la población de calamar gigante en el Golfo de California, los resultados indicaron que la biomasa (método de área barrida) de calamar en el Golfo de California fue de 7,760.7 (otoño) toneladas métricas, que está por debajo de los estimados para la mayoría de los años en que se han realizados estimaciones de biomasa (Nevárez-Martínez et al. 1998a, 1999a, 2000, 2002, 2003a, 2004a, 2005b, 2008b, 2009b, 2012a, 2012b, 2013), pero es mayor al estimado para el otoño de 1998, cuyo valor estuvo alrededor de las 2,000 toneladas métricas (Nevárez-Martínez et al. 1998b).

La distribución espacial latitudinal observada en el otoño de 2017, fue más amplia que la observada en el otoño de 1998, fecha en que la presencia de calamar gigante solo se encontró frente a Santa Rosalía (Nevárez-Martínez et al. 1998b) o que la distribución observada en el otoño de 2016, fecha en que solo se encontró en la parte media de una angosta franja entre Guaymas-Santa Rosalía (Nevárez-Martínez et al. 2017). También fue un poco más amplia (y diferente) que la observada en otoño de 2008, año en que la distribución estuvo cargada principalmente hacia la zona al norte de Isla Tiburón (Nevárez-Martínez et al. 2008b). Además, la distribución en 2017 fue más amplia (y diferente) que la observada en junio del 2003 y 2010, pues en esos años, sobre todo en 2010 la población de calamar gigante se observó más concentrada hacia la parte norte del área de estudio (estrato II) con nulas capturas en la zonas aledañas a Guaymas, Sonora y Santa Rosalía, BCS (Nevárez-Martínez et al. 2003b, 2010). Por otro lado, la distribución fue menos amplia (considerando el área desde Isla Tiburón, Sonora, hasta la altura de Isla del Carmen, BCS) que la encontrada en el otoño de 1996 y 1997, así como en la primavera de 2002, 2004a, 2009, 2011, 2012, 2013 y el otoño de 2014 (Nevárez-Martínez et al. 2002, 2009, 2012, 2013; Arizmendi-Rodríguez et al. 2014, 2015). Sin embargo, en junio de 2016 la distribución de calamar gigante (Nevárez-Martínez et al. 2017), tanto latitudinal como longitudinalmente, fue similar a lo observado en el otoño de 2017.

Además de las diferencias o semejanzas observadas en la distribución espacial, otro rasgo notable de los resultados de 2017 fue que la abundancia relativa (captura por lance de pesca) fue muy baja comparada con cualquier crucero realizado en cualquier año anterior, pues en 2017 los estratos de densidad fueron de 0.3 kg, cuando en otros años estos han sido desde 1.1 kg (Nevárez-Martínez et al. 2016), o desde 10 kg y hasta 100 kg (Nevárez-Martínez et al. 2000, 2002, 2003b, 2004a, 2005b, 2008, 2009, 2011, 2012, 2013; Arizmendi-Rodríguez et al. 2014, 2015). Lo anterior se reflejó en el hecho que en la zona de Guaymas y Santa Rosalía, la disponibilidad de calamar fue muy baja (para la flota comercial), y además estuvo compuesta por calamares de talla muy pequeña (principalmente entre 150 y 275 mm de longitud de manto). Así pues, y no obstante que en otoño se encontró calamar gigante en la parte central del Golfo de California, esto no se vio reflejado en las capturas comerciales pues básicamente estas fueron bajísimas. Es probable que se hayan presentado (o se estén presentando) cambios en el ecosistema marino del Golfo de California que han estado afectando la distribución espacial del calamar gigante, ya que también se observaron anomalías en otras especies, en términos de su distribución espacial y abundancia, en particular de especies de pelágicos menores que pueden llegar a ser un componente importante de su dieta (Ehrhardt 1991), además de sus propios congéneres (Gutiérrez-Reyes 2014). Las especies de peces pelágicos son muy susceptibles a los eventos climáticos tipo El Niño o La Niña, por lo que cambios en su distribución y abundancia influirán también en la dinámica de la población de calamar gigante (Nevárez-Martínez et al. 1999b, 2000, 2002b, 2008c; González-Máynez et al. 2013). Debe de recordarse que desde finales de 2014 se declaró El Niño, el cual se mantuvo durante todo el 2015, e incluso todavía durante 2016 se sintieron los efectos del evento El Niño de acuerdo al Climate Prediction Center/NCEP/NOAA (2016), y además hubo un regreso a condiciones frías, es decir a un evento La Niña hacia finales de 2016 y principios de 2017 ([www.cpc.ncep.noaa.gov](http://www.cpc.ncep.noaa.gov)).

Aun cuando en el ámbito internacional se ha impactado negativamente a las empresas que han comercializado el calamar en el extranjero, partes del calamar como la cabeza

(o “bailarina”, como le dicen los pescadores) ha ganado aceptación en el consumidor local y nacional, impactando positivamente a esta pesquería, pues se está menos expuesto a los vaivenes del mercado internacional, sobre todo si se considera que el precio en playa es aceptable (precio promedio de más de dos pesos por kilo) y que además también les compran la aleta (precio promedio de más de un peso por kilo), con lo cual en estos últimos años ha habido un aprovechamiento más integral de cada calamar capturado. Por otro lado, aun cuando las condiciones de mercado mejoran (ya sea que demande más o que pague un mejor precio), si se presenta una alta variabilidad en la disponibilidad del recurso, es decir que repentinamente se de una alta disponibilidad y enseguida una disminución abrupta de la presencia del calamar gigante, puede impactarse negativamente el nivel de las capturas desembarcadas; este último comportamiento al parecer está más asociado a la variabilidad ambiental (biótica y abiótica) (Nevárez-Martínez et al. 1999b, 2002b, 2006b, 2009a, 2010a, 2012). En 2017, incluidos los últimos años, una situación similar a esta última situación es lo que se ha estado observando (2010 a 2017), en los que ha habido muy baja disponibilidad y/o vulnerabilidad del calamar gigante a las flotas pesqueras, lo cual ha ocasionado que las flotas, tanto de Guaymas, Sonora, como de Santa Rosalía, BCS, estén presentando problemas para poder capturar al calamar con el método de pesca tradicional (línea de mano con potera). Aunado a lo anterior, la talla promedio de captura de esta especie se ha estado reduciendo en los últimos años, de tal manera que en este momento predominan los calamares de 150 mm LM a 275 mm LM, y además se ha observado un comportamiento menos voraz en el calamar pues en los últimos años no ha atacado la potera como lo había hecho entre 1995 y 2010. Todo lo anterior hace que, bajo las condiciones actuales, este siendo impráctico y poco rentable salir a pescar calamar gigante en el Golfo de California.

#### **XIV. Conclusiones:**

- La captura total registrada en Sonora, de octubre de 2016 a diciembre de 2017 fue de 38.655 toneladas (t), de los cuales 28.905 t fueron capturadas por la flota de pangas y 9.75 t por la flota de barcos. En esta temporada, las descargas incluyeron además del manto (23.193 t), la cabeza (11.596 t) y aleta (3.866 t).
- El esfuerzo de pesca total registrado, de octubre del 2016 a diciembre del 2017 fue de 247 noches de pesca, de las cuales 78 fueron de pangas y 169 por barcos.
- La estructura de tallas de calamar gigante, presento un estrecho intervalo de tallas (150 a 275 cm longitud de manto), con una moda de 180 cm LM, siendo la longitud promedio de 188 cm de longitud de manto.
- En esta temporada de pesca se registró que el 51.0% de las hembras de calamar presentaron actividad reproductiva durante el otoño.
- Los parámetros de crecimiento ajustados a la función de crecimiento de von Bertalanffy fueron:  $L_{\infty} = 27$  cm (manto),  $K = 1.5/\text{año}$  y  $t_0 = -0.0979$  años, indicando que el crecimiento del calamar gigante es acelerado, alcanzando casi el 60% de longitud de manto en los primeros seis meses de vida.
- El valor anual de mortalidad natural ( $M$ ) estimado fue 2.25/año, siendo mayor a la obtenida en la temporada anterior.
- La mortalidad por pesca promedio anual ( $\bar{F}$ ) fue de 0.88/año, mientras que la de la tasa de explotación promedio anual ( $E_a$ ) fue de 0.281/año; niveles que se consideran como saludables para un recurso explotado comercialmente.
- El reclutamiento estimado de calamar gigante estuvo en el orden de los 696,110 individuos.
- El análisis de Thompson-Bell, indicó que el rendimiento máximo sostenible ( $RMS$ ) para *Dosidicus gigas* sería de 46.49 t, el cual podría ser obtenido si la mortalidad por pesca se incrementara en un 800%.

- La biomasa media anual asociada a ese  $RMS$  se estimó en 7.1 t, que en términos porcentuales representa el 14.93% de la biomasa media virgen ( $B_v=47.34$ ), es decir, aquella biomasa que habría si  $F$  fuera igual a cero.
- El escape proporcional estimado ( $Escp$ ), considerando el nivel actual de mortalidad por pesca  $\bar{F}$ , fue de 40%, que es igual al nivel de referencia.
- En términos económicos, los rendimientos (en toneladas) de la temporada de pesca 2016-17, representaron, considerando que en promedio se pagó a \$5,000.0 la tonelada, un valor de \$154,076 pesos.
- En general, los resultados indicaron que el calamar gigante, durante la temporada de pesca 2016-2017, fue explotado alrededor del punto de referencia biológico.
- Considerando los resultados de los cruceros de investigación, se puede concluir que, en el Golfo de California, 1) existía una notable biomasa de calamar gigante, la cual fue de 7,760.7 t; 2) que la distribución espacial observada fue en el centro del golfo de California entre Guaymas, Sonora, y Santa Rosalía, B.C.S., así como en el área frente a Bahía de Lobos, Sonora.
- Finalmente, debido a que la talla promedio de la población de calamar gigante se ha estado reduciendo en los últimos años, en el 2016-2017 predominaron los calamares de 188 mm de longitud de manto, y aunado a que se ha observado un comportamiento menos voraz en el calamar (pues en los últimos años no ha atacado la potera como lo había hecho entre 1995 y 2010), ha ocasionado que, este siendo impráctico y poco rentable salir a pesca calamar gigante en el Golfo de California.

## **XV. Recomendaciones:**

- En general, considerando los resultados aquí obtenidos para la temporada de pesca 2016-2017, así como lo observado en las últimas temporadas, se recomienda mantener el seguimiento de la pesquería, procurando que se realicen los estudios considerando tanto la variabilidad ambiental, los niveles de pesca ejercidos, los aspectos económicos y los de tipo tecnológico, pues todos ellos impactan la forma en que está siendo explotado y por lo tanto la forma en que debería ser administrada la pesquería de calamar gigante.

### XVI. Actividades realizadas:

Descripción	U. de Med.	Total	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Muestreos de las descargas comerciales (masivos y biológicos)	Muestreo	12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Recopilación de estadísticas pesqueras (captura y esfuerzo)	Recopilación	12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Recopilación y registro de parámetros ambientales	Recopilación mensual	12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Registro diario	240	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Realización de crucero	Día navegado (Golfo de California)	16										x		
Captura sistematizada de muestreos, información estadística pesquera, ambiental y de cruceros	Base de datos (Actualización)	12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Análisis, procesamiento e integración de la información obtenida	Ficha técnica (actualización)	1										x		
	Informes técnicos	1											x	
	Dictámenes y opiniones técnicas	1				x							x	
	Informe final de investigación	1		x										
	Documento / publicación	1												x
	Foros y otros eventos	2		x								x		

## XVII. Metas logradas:

Descripción	U. de Med.	Total	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Actualizar base datos	Base de datos	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Elaborar informes trimestrales	Informe	4				1			1			1		1
Elaborar informes técnicos de cruceros	Informe	1												1
Elaborar opiniones o dictámenes técnicos*	Opinión o Dictamen técnico (anual)	2				1							1	
Elaborar actualización de ficha técnica CNP	Ficha técnica (actualización)	1									1			
Elaborar actualización documento Capitulo Calamar gigante (Libro Rojo)	Documento	1												1
Elaborar actualización de Plan de Manejo Pesquero	Documento	1												1
Elaborar informe de investigación final	Informe de investigación final	1		1										
Participar foros y eventos académicos	Evento	2			1							1		
Elaboración de documentos publicables	Documentos	1												1
Formación de recursos humanos*	Tesis Prácticas Profesionales													

\*Depende de las solicitudes recibidas

### **XVIII. Resultados logrados (productos Institucionales):**

Dentro de los productos institucionales durante 2017, se actualizó de la Ficha Técnica de la pesquería de calamar gigante de la Carta Nacional Pesquera, se actualizó el capítulo de Calamar gigante para el Libro Rojo. Se elaboró una versión actualizada del Plan de Manejo Pesquero. Además, se elaboraron dos opiniones técnicas. Entre las actividades realizadas estuvo la difusión de las actividades que realiza el programa en dos eventos científicos en modalidad ponencia.

### **XIX. Evaluación del cumplimiento de metas comprometidas y vinculación con resultados institucionales:**

Se cumplieron la mayoría de las metas comprometidas.

### **XX. Presupuesto ejercido:**

Se desconoce qué porcentaje del presupuesto 2017 se ejerció durante ese año fiscal.

## XXII. Bibliografía:

- Argüelles, J., Rodhouse, P. G., Villegas, P. y Castillo, G., 2001. Age, growth and population structure of the jumbo flying squid *Dosidicus gigas* in Peruvian waters. *Fisheries Research* 54: 51–61.
- Arizmendi Rodríguez, D.I., J.P. Santos Molina, M.O. Nevárez Martínez, M.V. Curiel Bernal, V.E. González Máynez, A. Valdez Pelayo y M.A. Martínez Zavala. 2014. La pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Sonora, su variabilidad y su relación con la pesca y la variabilidad ambiental. CRIP GUAYMAS. INP-SAGARPA. 42 p.
- Arizmendi Rodríguez, D.I., M.O. Nevárez Martínez, J.P. Santos Molina, E. Álvarez Trasviña, V.E. González Máynez, A. Valdez Pelayo, M.A. Martínez Zavala. J.G. Padilla Serrato y C. Enciso Enciso. 2015. La pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Sonora, su variabilidad y su relación con la pesca y la variabilidad ambiental. CRIP GUAYMAS. INP-SAGARPA. 41 p.
- Beddington, J.R., A.A. Rosenberg, J.A. Crombie y G.P. Kirkwood. 1990. Stock assessment and the provision of management advice for the short fin squid fishery in Falkland Islands waters. *Fisheries Research* 8: 351-365.
- Bray, N. A. 1988. Thermohaline circulation in the Gulf of California. *J. Geophys. Research* 93: 4993-5020.
- Cloern, J. E. y F. H. Nichols. 1978. A von Bertalanffy growth with a seasonally varying coefficient. *J. Fish. Res. Board Can.* 35: 1478–1482.
- Csirke, J. y G. D. Sharp. 1985. Informes de la consulta de expertos para examinar los cambios en la abundancia y composición de especies de recursos de peces neríticos. San José, Costa Rica, 18-19 abril de 1983. *FAO Inf. Pesca* 291(1):104 p.
- DOF. 2014. Plan de Manejo Pesquero de Calamar Gigante (*Dosidicus gigas*). Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de julio del 2014.
- Ehrhardt, N. M., P. S. Jaquemin, B. F. García, D. G. González, B. J. M. López, C. J. Ortiz y N. A. Solís. 1983. On the fishery and biology of the giant squid *Dosidicus*

- gigas* in the Gulf of California, Mexico. *En*: J.F. Caddy (ed.), *Advances in assessment of world cephalopod resources. FAO Fish. Tech. Pap.* (231): 306-340.
- Forsythe, J. W. y W. F. Van Heukelem. 1987. Growth. Pp. 135-156. In P. R. Boyle (Ed.), *Cephalopod Life Cycles Vol. II, Comparative reviews.* Academic Press, London: 441 pp.
- Gayanilo, F. C. Jr., P. Sparre and D. Pauly. 1995. The FAO-ICLARM Stock assessment tools (Fisat) User's guide. *FAO Computerized Information Series* (8): 126 p.
- González-Máynez, V. E., Nevárez-Martínez, M. O. Gallegos-García, A, Márquez-García, E y Rodríguez-Sobreyra, R. 2013. Abundancia del calamar gigante *Dosidicus gigas* y su relación con factores ambientales en el Golfo de California, México. *Ciencia Pesquera*, 21(1): 5-13.
- Gutierrez-Reyes, C. 2014. Hábitos alimenticios del calamar gigante *Dosidicus gigas* d'Orbigny, 1835 (Cephalopoda: Ommastrephidae) en el Golfo de California, México. Tesis de Maestría Instituto Tecnológico de Guaymas. Guaymas, Sonora. p, 100.
- Gluyas-Millan, M.G., Turrubiates, J., Trasviña, A. and Reinecke, M.A. 2002. Unusual occurrence of giant squid *Dosidicus gigas* at the southwest coast of Baja California Sur in the Spring and Summer of 1998. In: 2<sup>nd</sup> International Symposium of Pacific Squids, La Paz, BCS, México. November 25-29. pp. 36.
- Gulland, 1983. *Fish stock assessment: A manual of basic methods.* John Wiley & Sons, New York, NY. 223 p.
- Hernández-Herrera, A., Morales-Bojórquez, E., Nevárez-Martínez, M. O., A. Balmori y Rivera-Parra, G. I. 1996. Distribución de tallas y aspectos reproductivos del calamar gigante (*Dosidicus gigas*, d'Orbigny, 1835) en el Golfo de California, México. *Ciencia Pesquera* 12: 85-89.
- Hernández-Herrera, A., Morales-Bojórquez, E., Cisneros-Mata, M. A., Nevárez-Martínez, M. O. and Rivera-Parra, G. I. 1998. Management strategy for the giant squid (*Dosidicus gigas*) fishery in the Gulf of California, Mexico. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports.* 39: 212-218.

- Hilborn, R., Walters, C., 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. Chapman-Hall, New York. 570 pp.
- Jensen, A. L. 1996. Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 820-822.
- Jones, R. 1984. Assessing the effects in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Tech. Pap.* 256: 118 p.
- Klett, A. 1996. Pesquería del calamar gigante. En: Casas-Valdez, M., Ponce-Díaz, G. (Eds.), Estudios del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur, vol. 1. CIB-CICIMAR-UABCS, pp. 127–149, 350.
- Morales-Bojórquez, E., A. Hernández, M. O. Nevárez, A. J. Díaz De León, G. I. Rivera y A. Ramos. 1997. Abundancia poblacional del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en las costas de Sonora, México. *Oceánides* 12(2):90-96.
- Morales-Bojórquez, E., Hernández-Herrera, A., Nevárez-Martínez M. O., Cisneros-Mata, M. A. and Guerrero-Escobedo, F. J. 2001a. Population size and exploitation of giant squid (*Dosidicus gigas* D'Orbigny, 1835) in the Gulf of California, Mexico. *Scientia Marina* 65(1): 75-80.
- Morales-Bojórquez, E., Cisneros-Mata, M. A., Nevárez-Martínez M. O. y Hernández-Herrera, A. 2001b. Review of stock assessment and fishery biology of *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico. *Fisheries Research* (54): 83-94.
- Morales-Bojórquez, E., Martínez-Aguilar, S., Arreguín-Sánchez, F., and Nevárez-Martínez, M. 2001c. Estimations of catchability-at-length for the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the Gulf of California, Mexico. *California Cooperative Fisheries Investigation Reports*, 42: 167-171.
- Nevárez-Martínez, M. O. y E. Morales-Bojórquez. 1997. El escape proporcional y el uso del punto de referencia biológico  $F\%BR$ , para la explotación del calamar gigante *Dosidicus gigas*, del Golfo de California, México. *Oceánides*, 12(2):97-105.
- Nevárez-Martínez, M. O., E. Morales-Bojórquez, y E. Miranda-Mier. 1998a. Estimación de biomasa del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, durante mayo de 1998. CRIP Guaymas, INP-SEMARNAP. 8 p.

- Nevárez-Martínez, M.O., E. Morales-Bojórquez, A. Balmori-Ramírez y G.I. Rivera-Parra. 1998b. Estimación de biomasa del calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California, durante el otoño de 1998. CRIP Guaymas, INP-SEMARNAP. 9 p.
- Nevárez-Martínez, M. O., E. Morales-Bojórquez, A. Balmori-Ramírez, C. Cervantes-Valle y E. Miranda-Mier. 1999a. Biomasa y distribución de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, México. Mayo de 1999. Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora. 9 p.
- Nevárez-Martínez, M.O., E. Morales-Bojórquez, G. I. Rivera-Parra, D. Lluch-Cota y J. López-Martínez. 1999b. El niño y sus efectos en la Pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) del Golfo de California. *Pesca y Conservación* 3: 6-8.
- Nevárez-Martínez, M. O., A. Hernández-Herrera, E. Morales-Bojórquez, A. Balmori-Ramírez, M. A. Cisneros-Mata y R. Morales-Azpeitia. 2000. Biomass and distribution of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*, d'Orbigny, 1835) in the Gulf of California, México. *Fisheries Research*, 49: 129-140.
- Nevárez-Martínez, M. O., F. J. Méndez-Tenorio, C. Cervantes-Valle, M. L. Anguiano-Carrasco y J. P. Santos-Molina. 2002a. Biomasa y distribución de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, México. Junio del 2002. CRIP Guaymas, INP-SAGARPA. 14 p.
- Nevárez-Martínez, M. O., G. I. Rivera-Parra, E. Morales-Bojórquez, J. López-Martínez, D. B. Lluch-Cota, E. Miranda-Mier y C. Cervantes-Valle. 2002b. The jumbo squid (*Dosidicus gigas*) fishery of the Gulf of California and its relation to environmental variability. *Investigaciones Marinas* 30(1): 193-194.
- Nevárez-Martínez, M. O., F. J. Méndez-Tenorio, C. Cervantes-Valle, M. L. Anguiano-Carrasco, J. P. Santos-Molina y E. Miranda Mier. 2003a. Biomasa y distribución de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, México. Febrero del 2003. CRIP Guaymas, INP-SAGARPA. Marzo del 2003. 14 p.
- Nevárez-Martínez, M. O., F. J. Méndez-Tenorio, C. Cervantes-Valle, M. L. Anguiano-Carrasco, J. P. Santos-Molina y E. Miranda Mier. 2003b. Biomasa y distribución de

calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, México. Junio del 2003. CRIP Guaymas, INP-SAGARPA. Julio del 2003. 14 p.

Nevárez-Martínez, M. O., C. Cervantes-Valle, F. J. Méndez-Tenorio, M. L. Anguiano-Carrasco, E. Miranda Mier y J. P. Santos-Molina. 2004a. Biomasa y distribución de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, México. Mayo del 2004. CRIP Guaymas, INP-SAGARPA. Agosto del 2004. 14 p.

Nevárez-Martínez, M. O., F. J. Méndez-Tenorio, C. Cervantes-Valle, E. Miranda Mier, M. L. Anguiano-Carrasco, Ma. A. Martínez Zavala y J. P. Santos-Molina. 2004b. Pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Sonora. Temporada de pesca 2002-2003. CRIP Guaymas, INP-SAGARPA. Marzo del 2004. 12 p.

Nevárez-Martínez, M. O., F. J. Méndez-Tenorio, C. Cervantes-Valle, E. Miranda Mier, M. L. Anguiano-Carrasco, Ma. A. Martínez Zavala y J. P. Santos-Molina. 2005a. Pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Sonora. Temporada de pesca 2003-2004. CRIP Guaymas, INP-SAGARPA. Febrero del 2005. 13 p.

Nevárez-Martínez, M. O., C. Cervantes-Valle, F. J. Méndez-Tenorio, M. L. Anguiano-Carrasco, E. Miranda Mier y J. P. Santos-Molina. 2005b. Biomasa y distribución de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, México. Junio del 2005. CRIP Guaymas, INP-SAGARPA. Agosto del 2005. 15 p.

Nevárez-Martínez, M. O., F. J. Méndez-Tenorio, C. Cervantes-Valle, M. L. Anguiano-Carrasco y E. Miranda Mier. 2006a. Pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Sonora. Temporada de pesca 2004-2005. CRIP Guaymas, INP-SAGARPA. Marzo del 2006. 14 p.

Nevárez-Martínez, M. O., F. J. Méndez-Tenorio, C. Cervantes-Valle, J. López-Martínez y M. L. Anguiano-Carrasco. 2006b. Growth, mortality, recruitment, and yield of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) off Guaymas, México. *Fisheries Research*, 79:38-47.

Nevárez-Martínez, M. O., F. J. Méndez-Tenorio, C. Cervantes-Valle, M. L. Anguiano-Carrasco y E. Miranda Mier. 2007. Pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Sonora. Temporada de pesca 2005-2006. CRIP Guaymas, INP-SAGARPA. Junio del 2007. 12 p.

- Nevárez-Martínez, M. O., C. Cervantes-Valle, M. L. Anguiano-Carrasco, E. Miranda Mier y E. Velarde-Romero 2008a. Pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Sonora. Temporada de pesca 2006-2007. Documento Interno. Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora. Instituto Nacional de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 34 p.
- Nevárez-Martínez, M. O., C. Cervantes-Valle, J. P. Santos-Molina, Á. R. Godínez-Cota y H. Cervantes-Higuera. 2008b. Biomasa y distribución de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, México. Octubre del 2008. Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora. 16 p.
- Nevárez-Martínez M.O., E. Morales-Bojórquez y G.I. Rivera-Parra. 2008c. La pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) del Golfo de California y su relación con la variabilidad ambiental. *En: J. López-Martínez (ed.), Variabilidad Ambiental y Pesquerías de México*. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca, México. pp: 129-140.
- Nevárez-Martínez, M. O., C. Cervantes-Valle, M. L. Anguiano-Carrasco, E. Miranda Mier y E. Velarde-Romero 2009a. La pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Sonora, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental. Documento Interno. Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora. Instituto Nacional de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 41 p.
- Nevárez-Martínez, M. O., C. Cervantes-Valle, J. P. Santos-Molina, Á. R. Godínez-Cota y H. Cervantes-Higuera. 2009b. Biomasa y distribución de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, México. Junio del 2009. Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora. 16 p.
- Nevárez-Martínez, M. O., C. Cervantes-Valle, J. P. Santos-Molina, E. Miranda Mier y H. Cervantes-Higuera. 2010a. La pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Sonora, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental. Documento

Interno. Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora. Instituto Nacional de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 42 p.

Nevárez-Martínez, M. O., E. Morales-Bojórquez, C. Cervantes-Valle, J. P. Santos-Molina y J. López-Martínez. 2010b. Population dynamics of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the 2002-2008 fishing seasons off Guaymas, México. *Fisheries Research*, 106:132-140.

Nevárez-Martínez, M. O., C. Cervantes-Valle, J. P. Santos-Molina, Á. R. Godínez-Cota, H. Cervantes-Higuera y A. Ramos-Montiel. 2011. Biomasa y distribución de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, México. Junio del 2009 y 2010. Resumen III Reunión Bianual de la Sociedad Mexicana de Pesquerías. Mayo de 2011, Mazatlán, Sinaloa.

Nevárez-Martínez, M. O., M. V. Curiel-Bernal, J. P. Santos-Molina, V. E. González-Máynez y A. Valdez-Pelayo. 2012a. La pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Sonora, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental. Documento Interno. Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora. Instituto Nacional de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 41 p.

Nevárez-Martínez, M. O., C. Cervantes-Valle, J. P. Santos-Molina, Á. R. Godínez-Cota y H. Cervantes-Higuera. 2012b. Biomasa y distribución de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, México. Junio del 2012. Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora. 17 p.

Nevárez-Martínez, M. O., M. V. Curiel-Bernal, J. P. Santos-Molina, V. E. González-Máynez, A. Valdez-Pelayo y D. I. Arizmendi. 2013. La pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Sonora, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental. Documento Interno. Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora. Instituto Nacional de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 44 p.

- Nevárez-Martínez, M. O., G.I. Rivera-Parra, J.G. Díaz Uribe, S. Martínez-Aguilar y C. Cervantes-Valle. 2014. Calamar Gigante *Dosidicus gigas* del Océano Pacífico. En: L.F.J. Belendez-Moreno et al. (eds.). *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México. Evaluación y Manejo 2013*. INAPESCA-SAGARPA, México, pp: 47-82.
- Nevárez-Martínez, M. O., Dana I. Arizmendi Rodríguez, Eduardo Álvarez Trasviña, Violeta E. González Máynez, Alejandro Valdez Pelayo, Ma. De Los Angeles Martínez Zavala y J. Pablo Santos Molina. 2016. La pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Sonora, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental. Documento Interno. Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora. Instituto Nacional de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 46 p.
- Nevárez-Martínez, M. O., Dana I. Arizmendi Rodríguez, Eduardo Álvarez Trasviña, Violeta E. González Máynez, Alejandro Valdez Pelayo, Ma. De Los Ángeles Martínez Zavala, Jesús A. Valdez López, César I. Navarro Bojórquez Y J. Pablo Santos Molina. 2017. La pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en Sonora, su variabilidad y su relación con la variabilidad ambiental. Documento Interno. Centro Regional de Investigación Pesquera de Guaymas, Sonora. Instituto Nacional de Pesca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 44 p.
- Nigmatullin, C.N., Nesis, K.N. y Arkhipkin, A.I. 2001. A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fisheries Research* 54: 9–19.
- Pauly, D. 1987. A review of the ELEFAN system for the analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. *ICLARM Conf. Proc.* 13: 7-34.
- Pauly, D. y N. David. 1981. ELEFAN I. A BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length frequency data. *Meeresforsch* 28 (4), 205–211.
- Pauly, D., Ingles, J. y Neal, R. 1984. Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment-related parameters from length-frequency data (ELEFAN I and II). pp 220-234. En: J. Gulland y B.

- Rothschild (eds). Penaeid shrimps, their biology and management. Fish. New Books. 310 p.
- Pierce, G. J. y A. Guerra. 1994. Stock assessment methods used for cephalopod fisheries. *Fisheries Research*, 21: 255-285.
- Rivera-Parra, G. I. 2001. La pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas* (d'Orbigny, 1835) en el Golfo de California, México. Tesis de Doctorado, Universidad de Colima, p. 90.
- Rosenberg, A. A., Kirkwood, G. P., Crombie, J. A. y Beddington, J. R. 1990. The assessment of stocks of annual squid species. *Fisheries Research*, 8: 335-350.
- Schaeffer, R. L., W. Mendenhall and L. Ott. 1987. Elementos de muestreo. Grupo Editorial Iberoamérica. México D.F. 321 p.
- Velázquez-Abunader, J.I., M. O. Nevárez-Martínez y A. Hernández-Herrera. 2010. Distribución de tallas y condición reproductiva del calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'Orbigny, 1835) en el Golfo de California. *CICIMAR Oceánides*, 25(2): 103-110.