

ESTRATEGIA DE EXPLOTACIÓN PARA EL  
PULPO DE BAHÍA DE LOS ÁNGELES, B.C.

Carlos Alvarez



## Introducción

Los cefalópodos son organismos altamente productivos, de crecimiento rápido, de breve vida, semélparos, oportunistas y de poblaciones altamente variables que responden con intensidad a la variabilidad en las condiciones ambientales (Ambrose 1988; Pauly 1985; Rodhouse *et al.* 2014; Tian 2009). Muchos organismos marinos semélparos y de ciclos de vida cortos como los calamares, los pulpos y los pelágicos menores, presentan fluctuaciones interanuales impredecibles y de gran escala, así como una muy pobre o nula relación stock recluta (Anderson y Rodhouse 2001). Tales fluctuaciones han sido asociadas a la variabilidad en las condiciones oceanográficas (Waluda *et al.* 1999; Ichii *et al.* 2018; Tian 2009). Por ello, las tendencias en la abundancia, se explican mejor a partir de la variabilidad interanual de las condiciones ambientales prevalecientes que de un reclutamiento que depende poco de la abundancia de reproductores. En el caso del pulpo, diversas especies muestran considerables fluctuaciones en abundancia. Por ejemplo, en Alaska *O. dofleini* se ha observado que presenta ciclos de alta abundancia a baja en un período de 7 a 8 años (Gillespie *et al.* 1998).

La característica del pulpo de ser semélparo con un ciclo de vida de uno o dos años, implica que cada evento reproductivo contribuye a casi la totalidad de la biomasa presente en un tiempo determinado, es decir, la gran mayoría de los individuos presentes en un lugar específico a un tiempo cualquiera pertenecen a una sola cohorte y su reclutamiento depende más de las condiciones ambientales que de otra cosa. De lo anterior se desprende también, que la pesca y las decisiones de manejo sobre actividades pesqueras, posiblemente tienen escaso impacto en la respuesta del stock a menos que el stock se encuentre en niveles muy bajos y/o las condiciones ambientales sean muy desfavorables (p.ej. Tian 2009).

En contraste, el análisis de poblaciones de peces de ciclo de vida largo se observa la presencia de varias cohortes en un año dado, lo cual favorece trayectorias poblacionales con un alto grado de auto-correlación, es decir, las fluctuaciones en la tendencia son más suaves. Además, el reclutamiento presenta una relación estrecha con la abundancia de los reproductores (i.e. hay relación stock-recluta). Las poblaciones con estas características pueden presentar además efectos reguladores denso-dependientes compensatorios como los descritos por Rose *et al.* (2001). De manera particular, es importante identificar en organismos como el pulpo, de llegar a darse efectos denso-dependientes compensatorios, en qué etapa del ciclo de vida tienen mayor efecto ya que esto determinaría sobre qué clases de edad o talla es más importante ejercer medidas de manejo (Anderson *et al.* 2017).

En el análisis de poblaciones de especies de ciclo de vida corto, En estas condiciones la modelación del comportamiento de la población con modelos que no incorporan factores ambientales puede ofrecer una representación sesgada de la dinámica de estos organismos. Más importante es el hecho de que la trayectoria suave de un modelo sin factores ambientales puede ser de poca utilidad en la definición de medidas de manejo ya que el potencial pesquero puede estar muy por arriba o por abajo del estimado para un año dado.

A pesar de ser animales de ciclo de vida corto, sus períodos de reproducción pueden durar varios meses, por lo cual una misma cohorte tendrá una amplia diversidad de tallas, por lo cual, este parámetro que usualmente es útil en la interpretación de procesos poblacionales, resulta ser complicado de utilizar.

## Análisis de las capturas

La estrategia se divide en dos partes. La primera utiliza un modelo de predicción del nivel potencial de captura en función de la temperatura, y la segunda parte observa la evolución de la temporada de pesca midiendo la captura acumulada al final de cada mes.

La predicción de la captura es una herramienta que los pescadores pueden usar para planear su temporada de pesca, mientras que la observación de la captura acumulada es una herramienta de manejo que puede utilizarse para tomar decisiones conjuntas en el seno del comité de coadyuvancia. A continuación se presentan algunos datos que permiten describir el funcionamiento de la herramienta de decisión.

La historia del registro de captura de pulpo se construyó utilizando avisos de arribo y tomando en cuenta únicamente sitios de captura en Bahía de los Ángeles y sus inmediaciones, de manera que la captura representada en la figura efectivamente refiera a explotación de pulpo en la zona (Figura 1). Se observa que entre el 2005 y el 2008 hay un incremento notable en la captura total. Incrementos similares se observan entre el 2010 y el 2012, y entre el 2015 y 2017. En cuanto a los períodos en los que la captura total declina, en la Figura 1 se observa que estos ocurren entre el 2008 y el 2010, así como entre el 2012 y el 2015.

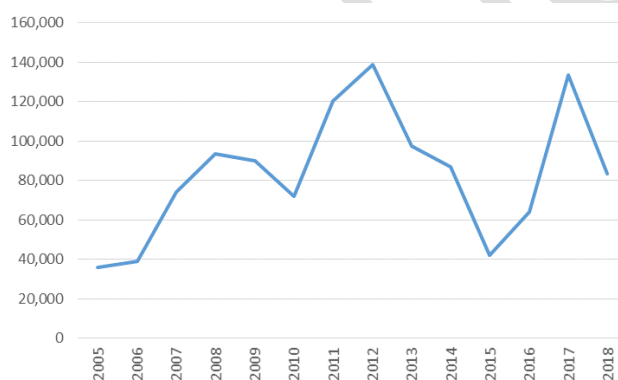


Figura 1. Captura total de pulpo por año obtenida en Bahía de los Ángeles y áreas adyacentes. Datos de avisos de arribo.

La Figura 2 muestra el comportamiento de la captura mensual acumulada entre el 2007 y el 2018. En estas figuras la captura se muestra estandarizada respecto al promedio de los dos años anteriores, la línea anaranjada está ubicada en 1 representando ese promedio, mientras que la línea gris es la mitad del promedio y se ubica en el valor de 0.5. Dado que se requiere el promedio de los dos años previos, esta serie inicia en el 2007 cuando los incrementos en la captura casi han alcanzado su máximo en ese período. Por ello, los incrementos observados en la captura anual del 2007 y 2008 se manifiestan en la captura acumulada de manera que la tendencia de la curva, en junio o antes ya rebasa la línea del promedio de los dos años anteriores. Otros años en los que la captura acumulada rebasa este promedio son 2011, 2012 y 2017 y en todos esos casos la captura rebasó el promedio en junio o antes. En la Figura 2 también se observa que en el incremento en la captura anual que inicia en 2015, las tendencias reflejan que no únicamente la captura total aumentó, sino que la producción también se dio de manera más rápida, obteniéndose en 2016 y 2017 mayores volúmenes más temprano en la temporada.

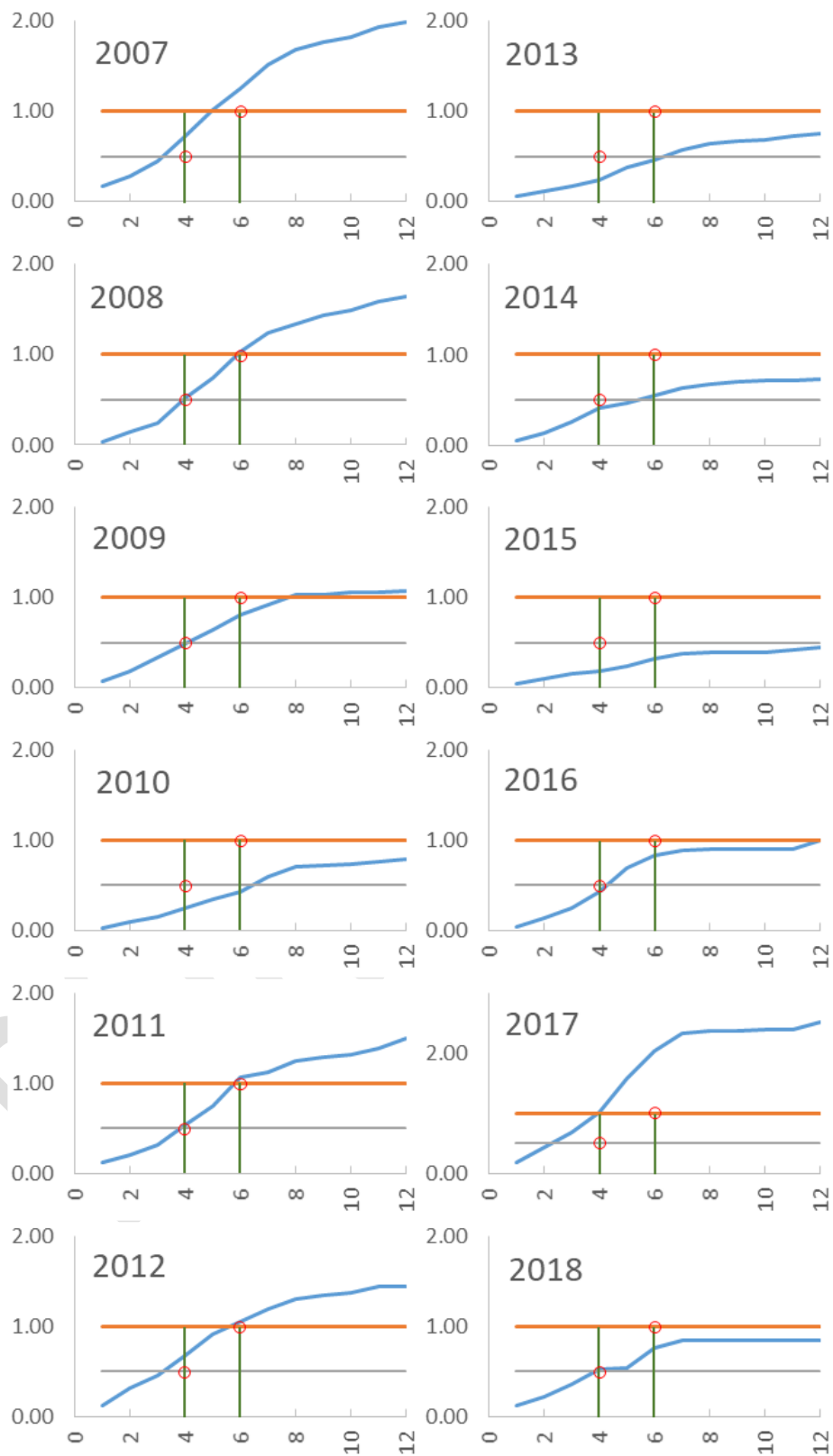


Figura 2. Captura acumulada y estandarizada al promedio de los dos años anteriores de pulpo en Bahía de los Ángeles, B.C.

En estos períodos en los que la captura declina, se registran capturas totales que son menores a los años previos inmediatos, lo cual en la Figura 2 se refleja de manera que la captura acumulada en 2009 no alcanza el promedio hacia junio, mientras que en el 2010 en junio ni siquiera ha alcanzado el 50% del promedio de los dos años anteriores. Una de las capturas más bajas desde que se estableció la pesquería se dio en el 2015, sin embargo, en la secuencia de gráficas se observa que la disminución inició desde el 2013. Además, en junio de 2013 la captura acumulada apenas alcanza la mitad del promedio, mientras que en junio del 2014, aun no llega al 50% del promedio y para 2015 nunca se alcanza la mitad del promedio.

Finalmente, se observa también que cuando en una temporada de pesca la captura va a rebasar la expectativa basada en el promedio de los dos años previos, para el mes de abril la captura acumulada ya alcanzó o rebasó el 50% del promedio. Por el contrario, cuando la captura acumulada no va a rebasar el promedio de los dos años anteriores, la tendencia en la captura no alcanza el 50% del promedio en abril. Estas observaciones sugieren la posibilidad de que temprano en la temporada se pueda predecir cómo terminará relativo a una expectativa basada en las capturas de los años anteriores.

### La propuesta de estrategia

En la Figura 1 es notable que las tendencias tienen claramente un cierto grado de autocorrelación de manera que una captura que inicia un declive, seguirá con ese declive por uno, dos o tres años más. De la misma manera, una captura que se incrementa, seguirá esa tendencia por períodos de tiempo similares. Se asume que esta clase de variación es similar a los patrones ambientales de la zona y que estos determinan el reclutamiento (recordando que en cada año habrá principalmente una sola cohorte).

De acuerdo a lo anterior, cuando en la tendencia de la captura anual se inicia un declive se puede esperar que los años siguientes inmediatos declinarán aún más, y aun cuando el nivel mínimo no se pueda predecir, la tendencia se espera que se revierta al paso de dos o tres años. Dado que el futuro del stock depende de manera inmediata de que haya un mínimo de reproductores que pertenecen a una sola cohorte, se sugiere entonces la necesidad de proteger al stock justo en los momentos en que la abundancia, reflejada en la captura está en niveles bajos relativo a las capturas de otros años.

Para proteger el stock al tiempo que se protege la actividad pesquera, se sugiere que en primer lugar se observe la predicción de la captura en base a las condiciones ambientales. Tomando en cuenta que la captura de años previos deberá de ser consistente y dar indicios de que la captura se incrementa o declina. Como se mencionó inicialmente, esta predicción burda, pero temprana, puede ayudar al pescador a anticipar una mala temporada y prepararse para realizar otra actividad económica sin necesidad de continuar aplicando esfuerzo de pesca costoso sobre un stock poco abundante.

Una vez iniciada la temporada, es fundamental registrar la captura de la manera más completa y precisa posible para poder compararla con indicadores que tienen dos dimensiones, el de la captura acumulada y el del tiempo. En primer lugar se establece el punto de referencia límite, el cual tiene dos etapas. En la primera etapa se compara el nivel de captura acumulada estandarizada al mes de abril con un nivel crítico del 25% del promedio de los dos años previos (punto A en rojo sobre la línea punteada en las gráficas de la Figura 3). Si la captura es menor al nivel crítico de abril la regla de control indica iniciar la veda de manera adelantada. Cuanto más adelantada puede ser sujeto a discusión en el Comité de Coadyuvancia ya que depende de

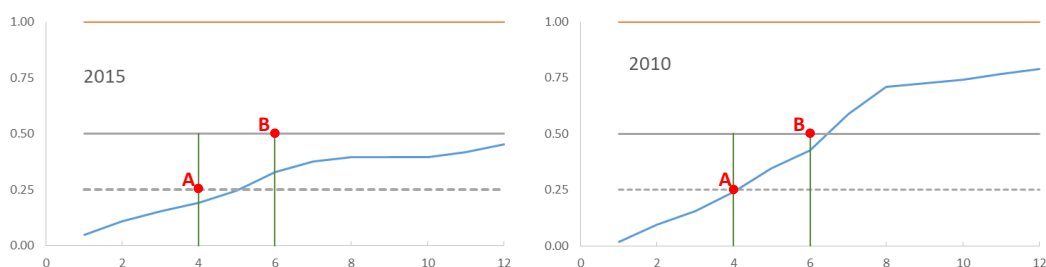


Figura 3. Ilustración del Punto de Referencia Límite para la pesquería de pulpo en Bahía de los Ángeles, B.C.

la magnitud de la pérdida económica. En una segunda fase, se sigue con la tendencia en la captura, si pasó en abril cerca o por arriba del 25% de la expectativa del año (gráfica derecha en la Figura 3, pero para junio no ha alcanzado el 50% (Punto B sobre la línea horizontal gris continua), la regla de control indica adelantar el inicio de la veda en fecha sujeta a discusión.

Para poder decidir en el pleno de una reunión del Comité de Coadyuvancia cuál sería la decisión aceptable de manejo, se ha calculado la pérdida en captura que habrían sufrido los pescadores en años malos en el período del 2007 al 2018. Los años malos están determinados por el comportamiento de la captura acumulada relativo a su expectativa del año correspondiente como se describió en párrafos anteriores. En este período de 12 años únicamente los años de 2010 y 2015 requerirían de manera indiscutible que se protegiera el stock reproductor anticipando el inicio de la veda (ver Figura 3). Sin embargo, como se observa en la Figura 2, en los años 2013 y 2014, la captura acumulada en junio pasan muy cerca de la marca del 50%, por lo que podría cuestionarse si amerita iniciar también en esos caso la veda en el mes de julio. En el caso del 2010, la captura acumulada en abril rebasó la marca del 25% pero no alcanzó el 50%, por lo que se sugiere iniciar la veda el 1º de julio. Mientras tanto, en 2015 la captura acumulada en abril no llegó siquiera al 25%, por lo que se discuten las opciones de iniciar la veda en el 1º de mayo o en el 1º de junio.

Tabla 1. Pérdida potencial de captura de pulpo en Bahía de los Ángeles bajo escenarios alternativos de manejo. La respuesta de manejo se aplica a las condiciones observadas en 2010 y 2015 y se aplica para cada caso la política descrita en el texto de acuerdo a la captura acumulada en abril y junio. En 2010 la captura en abril es aproximadamente 25% de la expectativa del año pero no alcanza el 50% en junio; se cierra la pesquería el primero de julio siendo el único mes de trabajo que se pierde (marcado en azul). En 2015 la captura acumulada no alcanzó el 25% en abril por lo que se analiza la opción de cerrar el 1º de mayo (opción 2015a) o el 1º de junio (opción 2015b). Los meses de pérdida en ambos casos se marcan también en azul. La suma de los meses perdidos en azul representa la pérdida de captura bajo cada decisión de manejo. Esta pérdida se compara con la captura total registrada en cada año (en rojo) y se calcula el porcentaje de pérdida si se hubiese detenido la captura de acuerdo a cada decisión de manejo. Los años 2013 y 2014 presentaron una captura acumulada para el mes de junio alrededor del 50% de la expectativa del año, y podrían o no requerir acción de manejo. Sin embargo se muestran para observar la magnitud de la pérdida si la decisión fuese cerrar la pesquería en julio. La tabla muestra la captura absoluta de cada mes en kg.

	2010	2013	2014	2015a	2015b
Mayo	9,562	17,288	7,673	5,065	5,065
Junio	7,138	10,717	9,671	7,572	7,572
Julio	15,094	15,202	9,372	4,313	4,313
Captura total registrada	56,018	76,524	76,732	36,553	36,553
Pérdida absoluta	15,094	15,202	9,372	16,951	11,886
Pérdida en %	26.95	19.87	12.21	46.37	32.52

En la Tabla 1 se muestran los valores de captura mensual en kg registrados entre mayo y julio en 2010, 2013, 2014 y 2015. Se muestra en rojo el total de la captura del año de manera que la pérdida total de captura de cada decisión de manejo se compara con el total de año y se presenta de forma relativa como porcentaje. En 2010, 2013 y 2014 la decisión de manejo es iniciar la veda en junio y los valores registrados en ese mes se muestran en azul en la tabla. En estos casos, la pérdida total de cada año corresponde exclusivamente a la captura de junio si se hubiera iniciado la veda en ese mes. Mientras tanto, en el 2015 dado que el inicio de la veda se da más temprano, cesar las actividades de pesca implica más meses de inactividad, lo cual podría representar mayor pérdida. Por ello, se exploran los escenarios alternativos de iniciar la veda en mayo o en junio. Las pérdidas totales fluctúan de 9,372 a 16,951 kg, representando el 12.21 y 46.37 % de la captura total de cada año respectivo. Cuando la veda inicia en junio, las pérdidas relativas promedio de los tres años analizados fue del 19.67%, lo cual es indicativo de que en esos casos, la mayor parte de la captura del año ya habría sido obtenida para el mes de mayo con pérdida relativamente menor en caso de requerir iniciar la veda en junio.

La situación es algo más compleja cuando la captura en abril no alcanzó el 25% de la expectativa del año. En estos casos, la primera alternativa es iniciar la veda en mayo, lo cual implica tres meses de pérdida de trabajo y puede ser inaceptable. Si en el 2015 la veda hubiese iniciado en mayo, la pérdida habría sido de 16,951 kg representando el 46.35% de la captura total del año. De manera alterna, si la decisión hubiera sido iniciar la veda en junio, perdiendo dos meses de trabajo, la pérdida habría sido de 11,886 kg representando un 32.52% de la captura total del año.

Es importante resaltar dos aspectos importantes de este análisis. En primer lugar, la expectativa de situaciones en las que sea necesario iniciar la veda de manera anticipada es relativamente baja ya que en el caso analizado habría ocurrido entre 2 y 4 ocasiones en 12 años. El otro aspecto es que la pérdida en producción podría observarse no tanto como pérdida sino como inversión al tratarse de proteger la viabilidad del stock. Pero de manera más práctica, se debe de observar que si el 2015 es una representación cercana del patrón de captura de un año malo, la captura mensual fue considerablemente menor que el promedio de cada mes del 2007 al 2018 (Figura 4), lo cual indicaría que es posible que con capturas tan bajas ya no sea redituable continuar con la actividad de pesca.

Una observación adicional respecto al análisis discutido es que los valores y expectativas de pérdida bajo los diferentes escenarios utilizados, se presenta tan sólo como una guía para tener una idea de la magnitud de pérdidas económicas potenciales y no que estos son los valores predichos de márgenes de pérdida potencial.

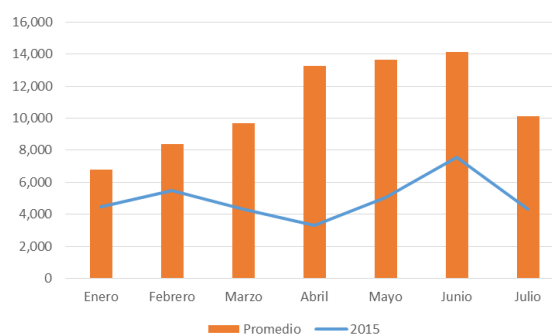


Figura 4. Comparación de la captura mensual obtenida en 2015 respecto al promedio entre el 20107 y el 2015.

## Puntos de referencia, reglas de control

### *Punto de referencia objetivo*

La estrategia considera un punto de referencia objetivo que se define en dos etapas de la siguiente manera:

- En abril la captura debe encontrarse en, o por arriba del 50% de la captura esperada del año (línea gris en las gráficas de la Figura 2 y la Figura 3).
- En junio la captura debe encontrarse en, o por arriba del 80% de la captura esperada del año (la captura esperada se representa con línea anaranjada sobre el valor de 1 en las gráficas de la Figura 2 y la Figura 3).

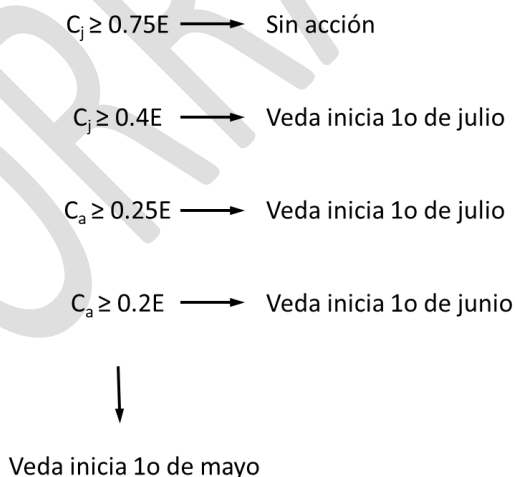
### *Punto de referencia límite*

El punto de referencia límite se encuentra también definido en dos etapas:

- En abril la captura debe encontrarse en, o por arriba del 25% de la captura esperada del año (punto rojo A sobre la línea punteada de la Figura 3).
- En junio la captura debe encontrarse en, o por arriba del 50% de la captura esperada del año (punto rojo B sobre la línea continua gris de la Figura 3).

### *Reglas de control y toma de decisiones*

Las reglas de control se definen de acuerdo a los puntos de referencia y las características observadas de las trayectorias de la pesquería, así como de las consideraciones hechas sobre la biología de la especie. El siguiente diagrama representa las reglas de control como una guía para la toma de decisiones ( $C_j$  = captura acumulada en junio;  $C_a$  = captura acumulada en abril;  $E$  = captura esperada de año = promedio de los dos años previos).



En la discusión de la sección previa se sugirió que cuando la captura acumulada fuese menor al 25%, de acuerdo a las pérdidas económicas potenciales se discutiese en el seno del Comité de Coadyuvancia la conveniencia de adelantar la veda al 1º de mayo o al 1º de junio. En este diagrama se ha agregado un elemento más de guía que puede ayudar a la discusión. En particular, si la captura acumulada en abril es menor al 20%, de manera definitiva reducir la temporada para iniciar la veda en mayo.

Por otra parte, queda también para discutir en el caso contrario, cuando la captura acumulada en junio, no sólo es mayor a 0.75 la esperanza del año sino que rebasa con mucho la esperanza del año ( $E \gg 1.0$ ). En este caso, dado que significa que hay una gran abundancia del recurso,



se puede discutir la posibilidad de ampliar la veda por dos semanas o el período que se considere conveniente.

## Herramientas de manejo asociadas

Para que el mecanismo de manejo descrito en esta estrategia de explotación tenga mayores posibilidades de cumplir con los objetivos de manejo, es necesario que se cumplan ciertas condiciones que representan requerimientos o premisas del modelo de manejo.

### *Registro de captura*

Un aspecto determinante para el correcto funcionamiento de la presente estrategia de explotación es el registro continuo y preciso de la captura de cada pescador de acuerdo a la bitácora que ha sido aprobada para la pesquería de pulpo. Al final de cada mes se debe contar con un registro completo de la captura para poder evaluar el desempeño de la pesquería de acuerdo a los puntos de referencia.

### *Veda*

Cuando se entra en período de veda, es indispensable que los pescadores no capturen pulpo, que los comercializadores no compren producto durante época de veda y que los comercios locales no ofrezcan el producto. Acciones complementarias pueden ser inspecciones regulares de los vehículos que transportan producto fuera de Bahía de los Ángeles y la vigilancia en el mar para evitar que ocurra pesca por parte de flotas provenientes de otros puertos.

### *Control del esfuerzo*

Es importante tener un padrón de embarcaciones y un registro del número de artes de pesca (incluyendo el número de trampas, equipos de buceo o pescadores individuales de a pie), evitando que aumente el poder de pesca por este factor. En caso de que exista un incremento notable y constante, será necesario introducir un factor de corrección para ajustar la extensión de los períodos de veda. De preferencia no incrementar.

### *Características del arte de pesca.*

En este apartado es difícil establecer que cambios puedan darse que deban ser incorporados en ajustes al tiempo de veda. Se refiere a cualquier factor que pueda incrementar el volumen de captura por unidad de arte de pesca. Por ejemplo, un cambio en la configuración de la trampa tal que capture más pulpos por hora de trabajo sumergida, cambios en la carnada, etc.

## Referencias

- Ambrose R.F. 1988. Population dynamics of *Octopus bimaculatus*: Influence of life history patterns, synchronous reproduction and recruitment. *Malacologia*, 29(1):23-39.
- Anderson C. I.H. and P.G. Rodhouse. 2001. Life cycles, oceanography and variability: ommastrephid squid in variable oceanographic environments. *Fisheries Research* 54:133-143.
- Anderson K.H., N.S. Jacobsen, T. Jansen and J.E. Beyer. 2017. When in life does density dependence occur in fish populations? *Fish and Fisheries* 18(4):656-667.
- Pauly D. 1985. Population dynamics of short-lived species, with emphasis on squids. *NAFO Sci. Coun. Studies* 9:143-154.
- Rodhouse P.G.K., G.J. Pierce, O.C. Nichols, W.H.H. Sauer, A.I. Arkhipkin, V.V. Laptikhovskiy, M.R. Lipinski, J.E. Ramos, M. Gras, H. Kidokoro, K. Sadayasu, J. Pereira, E. Lefkaditou, C. Pita, M.

Gasalla, M. Haimovici, M. Sakai and N. Downey. 2014. Environmental effects on cephalopod population dynamics: Implications for management of fisheries. *Advances in Marine Biology*, 67:99-233.

Rose K.A, J.H. Cowan Jr, K.O. Winemiller, R.A. Myers and R. Hilborn. 2001. Compensatory density dependence in fish populations: importance, controversy, understanding and prognosis. *Fish and Fisheries* 2(4):293-327.

Tian Y. 2009. Interannual-interdecadal variations of spear quid *Loligo bleekeri* abundance in the southwestern Japan Sea during 1975-2006: Impact of the trawl fishing and recommendations for management under different climate regimes. *Fisheries Research*, 100:78-85.

BORRADOR