

## DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ABULÓN (*Haliotis fulgens* y *H. corrugata*) Y SU VARIACIÓN EN EL TIEMPO; IMPLICACIONES PARA SU MANEJO

Guzmán del Prío, Sergio A. & José Manuel Borges Souza

\*Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. Departamento de Pesquerías y Biología Marina. La Paz, B.C.S. México. Email: [sguzmandelproo@gmail.com](mailto:sguzmandelproo@gmail.com), [jborges@ipn.mx](mailto:jborges@ipn.mx)

**RESUMEN.** La pesquería de abulón en la región central del Pacífico de Baja California está sostenida por las especies *Haliotis fulgens* y *H. corrugata*, cuya captura está regulada por un sistema de cuotas que determina la autoridad pesquera. Por ser especies sedentarias, las evaluaciones que anualmente se hacen, asumen que la densidad poblacional y la biomasa son relativamente constantes. Sin embargo, surge la pregunta de si esto es correcto, o si la movilidad de los individuos, por reducida que sea, puede influir en la distribución espacial de la especie y, en consecuencia, la densidad y biomasa que se calculan depende estrechamente del momento en que se realizan las evaluaciones. Con objetivo de responder a dicha pregunta se realizaron prospecciones a diferentes tiempos en un mismo banco, en ocho estaciones fijas de muestreo. Los resultados mostraron cambios de abundancia y posición de abulones a las 24 y 72 h inmediatas. De igual forma, hubo cambios en todas las estaciones 24 días después. La abundancia total cambió de 79 individuos al inicio, a 46 al final del experimento. En algunos sitios la presencia de abulones disminuyó a menos del 50%. La distancia promedio entre individuos agrupados fue de 0.5 m; no obstante, la mayoría de los agrupamientos fue de solo dos individuos. Se concluye que, dado los cambios observados en densidad y distribución espacial en tan corto tiempo, es necesario realizar varias prospecciones a lo largo del año para obtener cifras de densidad promedio de la población con mayor certidumbre. Asimismo, se recomienda monitorear el tamaño y frecuencia de las agregaciones, que garanticen una reproducción exitosa y mantengan los stocks a un nivel sustentable.

**Palabras clave:** Abulón, agrupamientos, movilidad, Baja California, manejo pesquero.

### Spatial distribution of abalone (*Haliotis fulgens* and *H. corrugata*) and its time variability; implications for their management

**ABSTRACT.** Abalone fisheries in the central pacific coast of Baja California relies on the exploitation of *Haliotis fulgens* (green abalone) and *H. corrugata* (pink abalone). Their catch is regulated under a quotas system annually assessed by the fisheries authority. Because they are sedentary species it is assumed that their density and biomass are roughly constant along the time. Thus, annual biomass assessments are realized only once a year. However, a central question emerges: whether this assumption is true, or density and biomass are changing even in a short time? To respond this question, submarine surveys were carried out at different times, in eight reefs along the same fixed sampling stations. Results showed that both the density and spatial distribution changed just after 24 and 72 h. Similar changes were observed 24 days later. Total abundance changed from 79 specimens at the beginning of the experiment to 46 at the end. In some sites, abundance falls less than 50%. Changes in spatial distribution were observed commonly. The average of the minimum distance within the abalone patches was 0.5 m; however, most patches were only of 2 individuals. We conclude that it is necessary to undertake more than one annual survey assessment to attain average confident figures of density and biomass population, with less uncertainty. Furthermore, assessments should include measurement of size and frequency of the patches, which should be numerous enough to guarantee a successful reproduction, in-order-to maintain the stocks at a sustainable level.

**Key words:** Spatial variability, abalone patches, Baja California, biomass assessments.

Guzmán del Prío, S. A. & J. M. Borges Souza. 2016. Distribución espacial de abulón (*Haliotis fulgens* y *H. corrugata*) y su variación en el tiempo; implicaciones para su manejo. *CICIMAR Oceánides*, 31(2): 35-44

### INTRODUCCIÓN

La pesquería de abulón en la región central del Pacífico de Baja California está sostenida por las especies *Haliotis fulgens* y *H. corrugata*, cuya captura está regulada por un sistema de cuotas que determina la autoridad pesquera a partir de estimaciones anuales de su densidad y biomasa en todas las zonas concesionadas a las cooperativas pesqueras (Sierra *et al.*, 2006)

La pesquería acusa una fuerte disminución desde la década de 1970. De 3,500 toneladas en promedio en la década de 1960, pasó a 2,000 toneladas en promedio en 1975, y actualmente la captura

alcanza escasamente 350 toneladas en toda la zona desde Punta Eugenia a Punta Abreojos (Sierra *et al.*, 2006). A pesar de que las capturas están reguladas por cuotas, veda y tallas mínimas, la población ha seguido disminuyendo hasta llegar a una escasez tal que algunas cooperativas han decidido suspender la extracción del recurso.

Los organismos de estas especies son relativamente sedentarios y de escasa movilidad, por tanto, las estimaciones de la biomasa y densidad poblacional que se hacen cada año entre octubre y diciembre, asumen que dichos parámetros en ausencia de pesca mantienen cifras más o menos constantes en el tiempo inmediato. Sin embargo, surge la pregunta de si

Fecha de recepción: 02 de septiembre de 2016

Fecha de aceptación: 7 de noviembre de 2016

esto es cierto, o bien ¿si la movilidad de los individuos, por limitada que sea, puede modificar la distribución espacial de las especies y, en consecuencia, si existe la posibilidad de que tanto la densidad como la biomasa que se calculan pudieran generar resultados diferentes en tiempos diferentes a los que se obtienen con una sola prospección anual?

De ocurrir lo último, el cálculo de la biomasa disponible podría resultar con cifras muy altas o muy bajas, dependiendo del tiempo en que se realiza la evaluación. Por consecuencia, las cuotas serían igualmente altas o muy bajas sin tener la certeza de su exactitud. Si las estimaciones sobreestiman las existencias de abulón, habrá repercusiones en la sustentabilidad biológica de la población, pero si son demasiado bajas tendrá repercusiones en la economía de las cooperativas.

En el presente trabajo se buscó responder la pregunta anterior realizando un experimento en bancos abuloneros de Bahía Tortugas (Clam Bay), cuyo objetivo fue medir los cambios en espacio y tiempo de la densidad y distribución de abulones, en diferentes períodos: a) un día, b) tres días y, c) tres semanas después del primer muestreo.

### MÉTODO

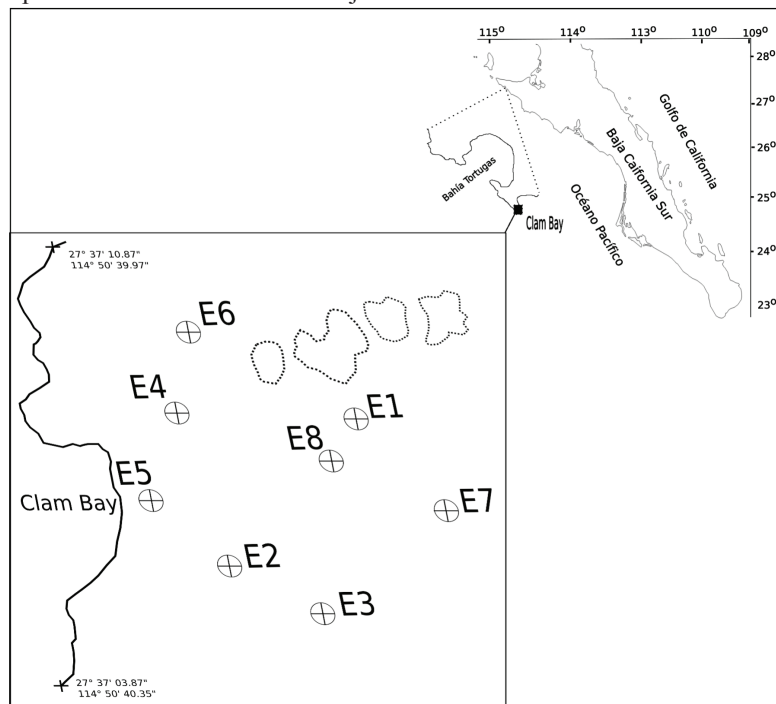
Se realizaron prospecciones de abundancia y distribución de abulón en ocho sitios fijos en la Ensenada de Clam Bay (Fig. 1). Los muestreos se llevaron a cabo en los meses de otoño (octubre-noviembre), época reproductiva de abulones de Baja

California; misma época en que se realizan las evaluaciones para estimar el tamaño y biomasa de la población. El área aproximada en que se distribuyeron las ocho estaciones fue de 3.74 ha, y entre 4 a 12 m de profundidad. La zona se caracteriza por ser un arrecife rocoso muy productivo de abulón, con presencia de mantos de algas pardas como el “sargazo gigante” *Macrocystis pyrifera* y la “coliflor” *Eisenia arborea*, las cuales, junto con algas rojas carnosas, y coralinas costrosas y articuladas que tapizan el fondo, forman parte fundamental del hábitat de *Haliotis fulgens* y *H. corrugata*.

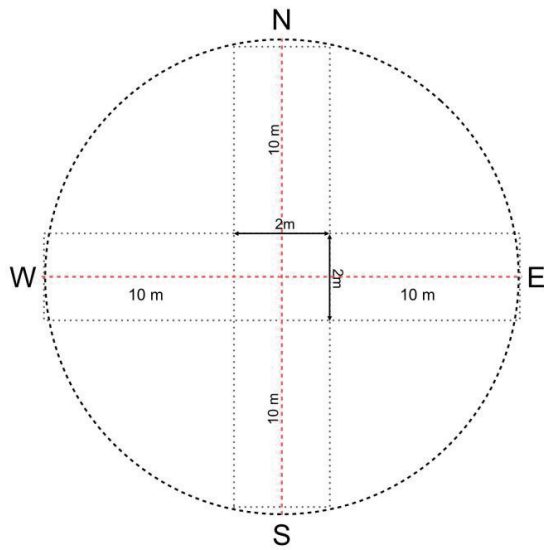
En cada estación de muestreo el buzo desplegó cuatro transectos dispuestos en cruz, cada uno orientado hacia un punto cardinal (norte, sur, este y oeste; Fig. 2). A partir del centro, cada transecto abarcó 20m<sup>2</sup> de superficie explorada (10 m de largo por 2 m de ancho) sumando 80m<sup>2</sup> explorados en total por cada estación.

En cada transecto se registró y se filmó la posición de abulones avistados, se identificó su especie y se midió la talla (sin alterar su posición). Cada sitio fue geoposicionado, dejando anclada en el centro del mismo una pequeña boya de localización a 40cm del fondo. Esto permitió regresar al mismo sitio y registrar los cambios naturales de la distribución espacial y la densidad por unidad de área de los individuos. Para evitar sesgos, la zona de estudio no se explotó comercialmente durante el periodo de observación.

La prospección de cada estación se replicó



**Figura 1.** Área de estudio, Bahía Tortugas, Clam Bay. Estaciones de muestreo E1-E8. Los contornos de línea punteada corresponden a una cadena de pequeños morros emergentes



**Figura 2.** Diseño de estación de muestreo. Cuatro transectos (10 x 2 m) recorridos por el buzo a partir de la intersección.

en diferentes tiempos: a 24 h, 72 h, y 21 y 24 días después de la prospección inicial. A lo largo de los cuatro ejes, se registró: la especie, su posición, densidad y talla de los individuos. En algunos días, las condiciones del mar limitaron la repetición en varios de los sitios, a excepción de las estaciones 1 y 8 que en todos los eventos fue posible replicarlas (la estación número 3 se perdió). Al final del experimento, se replicaron 5 de las 8 estaciones, minutos después de cada inmersión, con el objeto de estimar el error de observación del buzo. La idea fue verificar si se

obtenían los mismos números de abundancia y posición de los individuos después de 15 minutos de realizada la prospección.

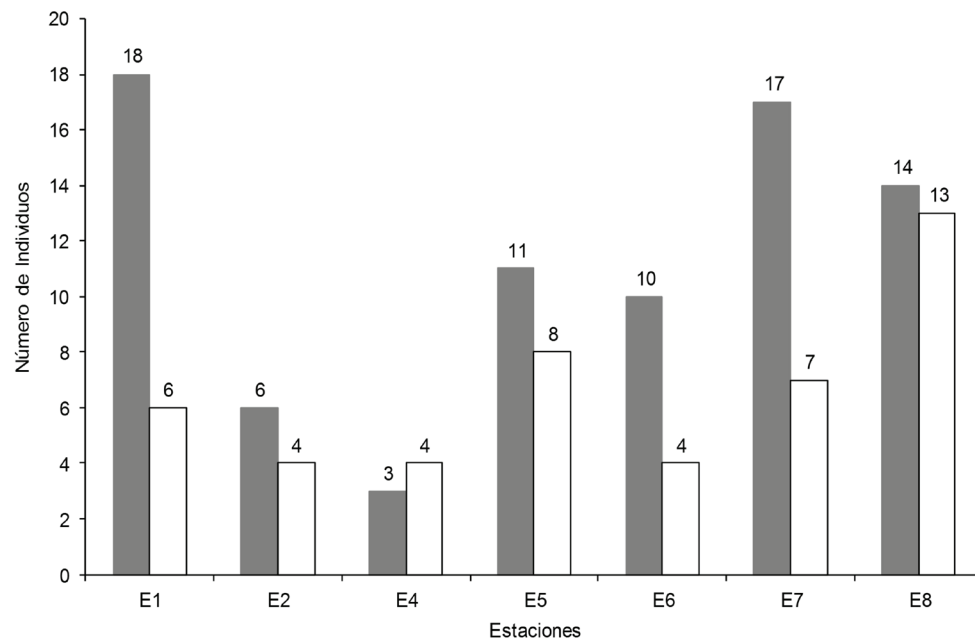
## RESULTADOS

### Abundancia total y distribución espacial

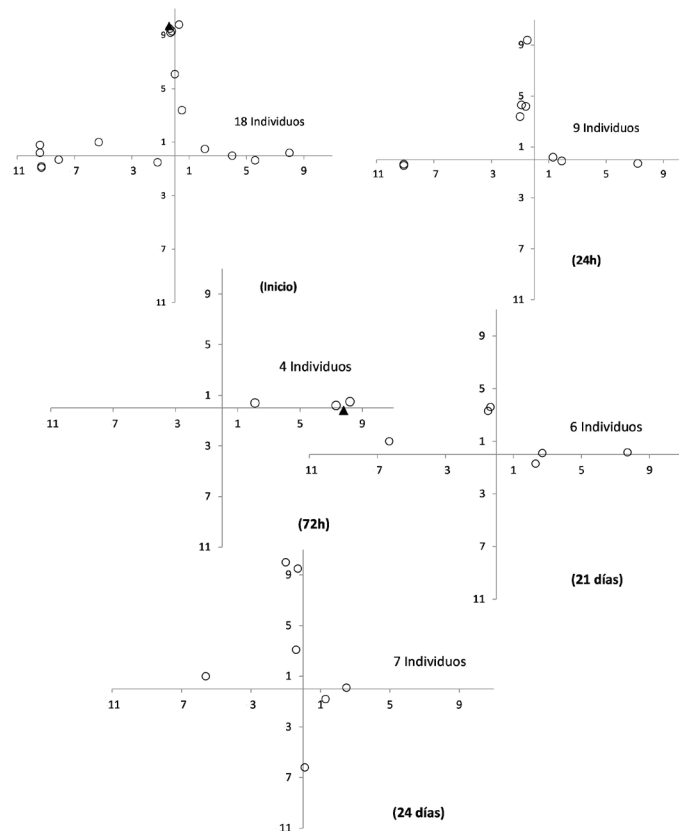
La figura 3 muestra los cambios en la abundancia global en las 7 estaciones, desde el muestreo inicial y hasta el evento final, 24 días después.

Las figuras 4 y 5 muestran los abulones avistados en la estación 1 y 8, y sus cambios en posición y abundancia, en cada uno de los 4 ejes a lo largo del experimento. Estas dos estaciones son un ejemplo de los cambios observados en densidad, distribución y tamaño de agrupamientos de ambas especies en cada nueva prospección. Los círculos y triángulos sobre los ejes indican la posición de los especímenes avistados a la derecha o la izquierda del transecto. En algunas estaciones, como en la 1, 6 y 7, la abundancia de abulones disminuyó a menos del 50% (Fig.3). En otros casos la disminución fue menor, pero en todos los casos hubo variaciones de posición y densidad.

La abundancia total de abulón azul y abulón amarillo, avistados a lo largo del experimento fue de 192 individuos. Al inicio se encontraron 79 individuos y en la prospección final solo 46, equivalentes a una densidad promedio de  $0.14 \pm 0.07$  y  $0.08 \pm 0.08$  abulones/m<sup>2</sup> respectivamente. No tenemos certeza de que los abulones observados inicialmente en cada sitio fueran los mismos (pues no se marcaron ni se tocaron para no alterar su conducta); pero lo



**Figura 3.** Número de abulones avistados en cada estación de muestreo. Primer día (barra gris) y 24 días después, al final del experimento (barra blanca). La estación 3 se suprimió porque la boya de referencia se perdió.



**Figura 4.** Variación de la distribución espacial de *Haliotis fulgens* (○) y *H. corrugata* (▲) en tiempos diferentes en la estación 1. Los números son el total de abulones avistados en cada evento. La numeración en los 4 ejes corresponde a la distancia recorrida (m) por el buzo a partir de la intersección.

importante fue probar si la densidad y la posición espacial de los individuos variaban con el tiempo, lo cual fue el objetivo principal del experimento.

Todas las prospecciones fueron realizadas por la misma persona. No obstante, se calculó el error de observación en el conjunto de todos los transectos y en las repeticiones inmediatas. El error estimado fue de 0.21 y 0.26 ( $P=0.5$ ), respectivamente.

#### Densidad poblacional

La Figura 6 muestra la densidad poblacional promedio y su varianza al inicio y final del experimento. La amplia variabilidad en las estaciones de muestreo 1, 6 y 7 contrasta con la escasa variación en densidad de las estaciones 2, 4, 5 y 8. Las estaciones 2 y 4 mostraron diferencias significativas con respecto a la estación 8 ( $P=0.0168$  y  $P=0.0049$  respectivamente).

#### Frecuencia de agrupamientos (“parches”) y proximidad entre individuos.

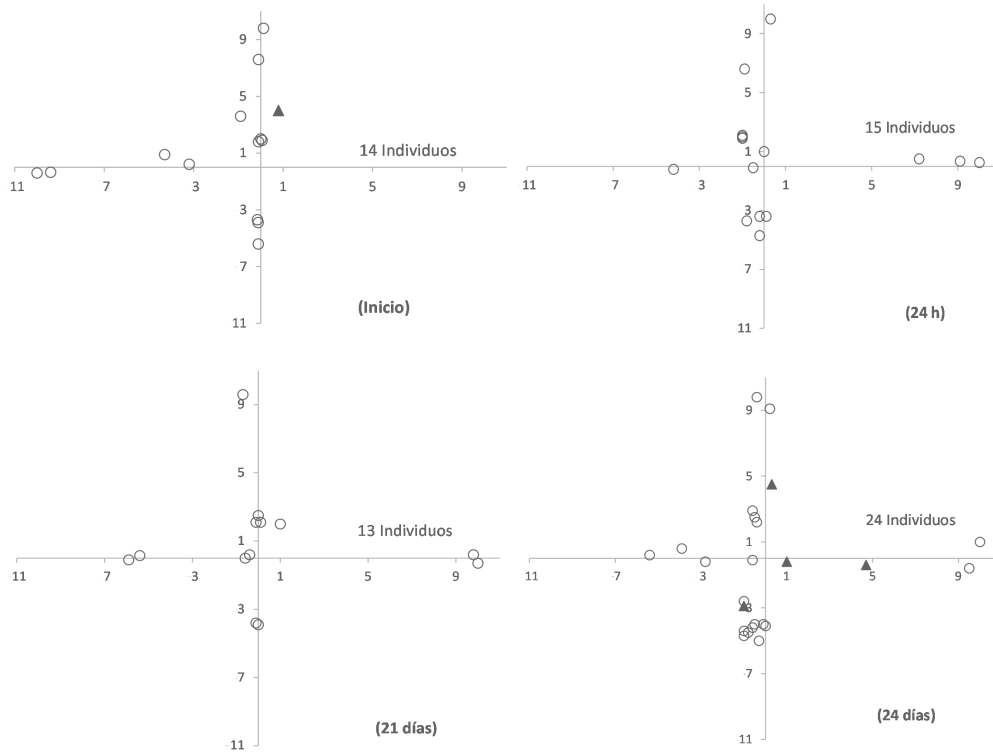
Una característica importante de la distribución espacial de abulones es la existencia de agrupamientos de individuos que forman “parches”, factor que influye en la proximidad de sexos y por consiguiente

en la probabilidad de éxito reproductivo. Las figuras 4 y 5 muestran que a lo largo del experimento se observaron agrupamientos desde 2 hasta 8 individuos a una distancia no mayor de 1.5 m. Sin embargo, la frecuencia de agrupamientos numerosos ( $> 3$  individuos) fue muy escasa.

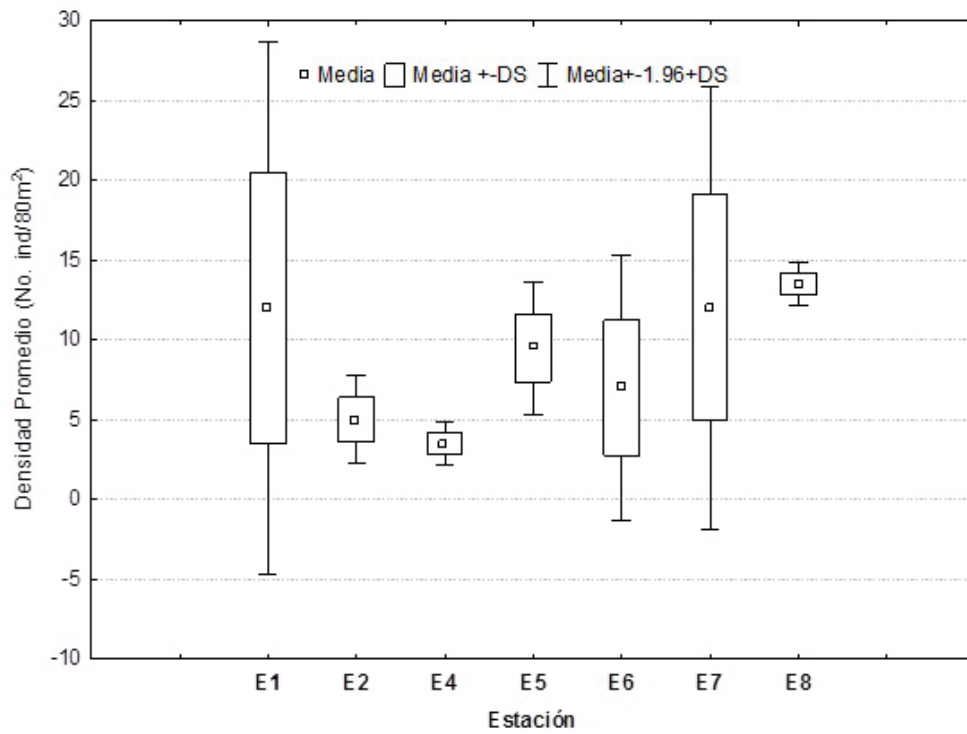
Del total de la población avistada (192) los individuos solitarios fueron 61 (31.7 %). El resto (131 individuos) se encontraron agrupados con diferente tamaño de parche. El agrupamiento o parche más frecuente fue de 2 individuos, el cual representó el 48.8 % del total de individuos agrupados. Los agrupamientos formados por 3 abulones representaron el 22.9 %. Los de 4, 5, 6 y 8 individuos fueron los menos frecuentes, representando 6.1, 11.4, 4.5 y 6.1 %, respectivamente (Fig. 7).

#### Proximidad entre individuos

La distancia mínima observada entre los 61 organismos solitarios fue mayor a 2 m. En el caso de los individuos agrupados formando parches de diferente tamaño, su distancia mínima promedio fue 0.5 m, excepto, para los parches de 3 individuos, donde la distancia promedio fue de 0.85 m (Fig.8).



**Figura 5.** Variación de la distribución espacial de *Haliotis fulgens* ○ y *H. corrugata* ▲ en diferentes tiempos en la estación 8. Los números son el total de individuos avistados en cada evento. La numeración en los 4 ejes corresponde a la distancia recorrida por el buzo (m) a partir de la intersección.



**Figura 6.** Densidad promedio de abalones durante el período de estudio en las 7 estaciones de muestreo

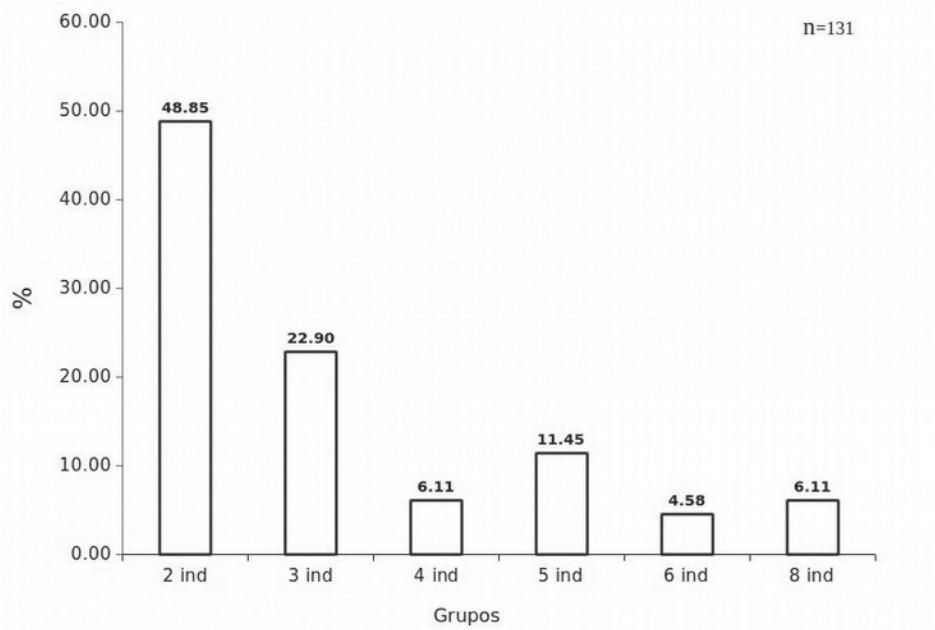


Figura 7. Frecuencia de agrupamientos de distinto tamaño (No. individuos) en el conjunto de las 7 estaciones

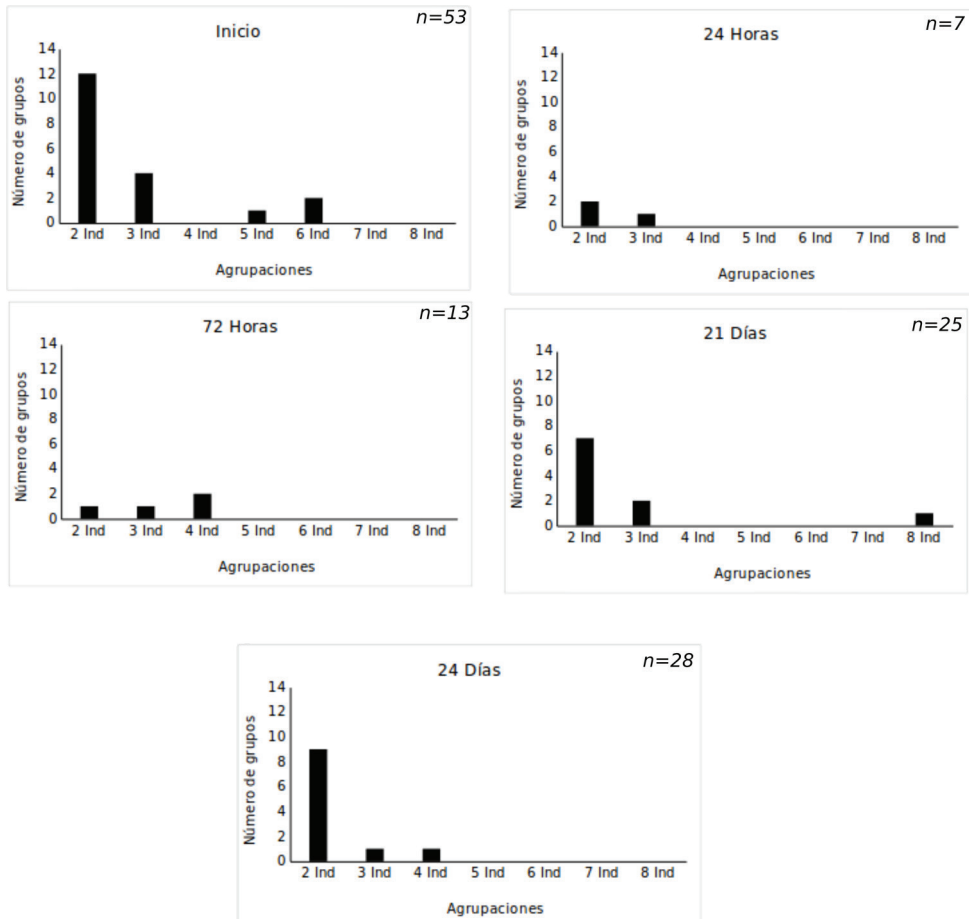


Figura 8. Distancia promedio entre individuos de acuerdo al tamaño del parche

### Frecuencia de Tallas

La mayoría de abulones observados fueron adultos emergentes. El rango de tallas de abulón amarillo fue de 13 a 24 cm y el de abulón azul fue de 14 a 26 cm. Los individuos más grandes (>20cm) se ubicaron en las estaciones 5, 7 y 8, mientras que los individuos más pequeños y de tamaño mediano (13 a 18 cm) se encontraron en las estaciones centrales del área de estudio, 2, 4 y 6. La incidencia de individuos más grandes y con agrupamientos más numerosos coincidió con rocas de alto relieve y expuestas a un oleaje más intenso.

La composición por tallas varió ampliamente dependiendo del periodo de observación entre el inicio y el final del experimento. Un intervalo de tallas muy amplio, de 12 a 26 cm que se observó al inicio, se redujo a solo 3 intervalos de 17 a 19 cm a las 72 h posteriores, para volver a ampliarse de 13 a 24 cm a los 21 y 24 días después (Fig. 9).

### DISCUSIÓN

Los resultados de este experimento muestran que la densidad y la distribución espacial de abulón azul y abulón amarillo son características poblacionales muy dinámicas y que, aún en plazos tan breves como 24 horas, la abundancia y distribución espacial pueden variar ampliamente. Un ejemplo fueron los cambios abruptos de densidad promedio que se observaron de 18 a 6 o de 17 a 7 individuos en el conjunto de las 8 estaciones, en un lapso de 2 a 24 días (Fig. 3). No se puede atribuir esta rápida disminución a una mortalidad natural repentina, pues equivaldría a una mortalidad del 54% en solo 24 días. Esto no es factible a menos que se presentara un evento ambiental catastrófico, lo cual no ocurrió. Además, la mayoría de los especímenes eran individuos adultos, no juveniles que suelen ser más vulnerables. Por tanto, lo más factible es que los cambios de posición y de abundancia observada en cada evento se debieron a la movilidad natural de los organismos, incluso en periodos muy cortos de 24 h, como se observa en las figuras 4 y 5.

Por otra parte, los cambios del espectro de tallas hacen evidente que los individuos no fueron los mismos y que cambiaron de posición de un día al siguiente, o bien en periodos más largos. Este comportamiento es un factor que puede afectar las estimaciones de densidad y de biomasa, pues el valor de esta última dependerá de la composición por tallas que se encuentre en el momento en que se realice la prospección.

Los cambios en densidad dentro de cada estación no fueron de igual magnitud. Algunas estaciones, como la 2, 4, 5 y 8, mantuvieron una densidad con poca varianza ( $p = 0.0168$ ), mientras que las estaciones 1, 6 y 7, mostraron una variabilidad muy alta (Fig. 6). Esto sugiere que aún dentro de una zona arrecifal rocosa no muy extensa, como es

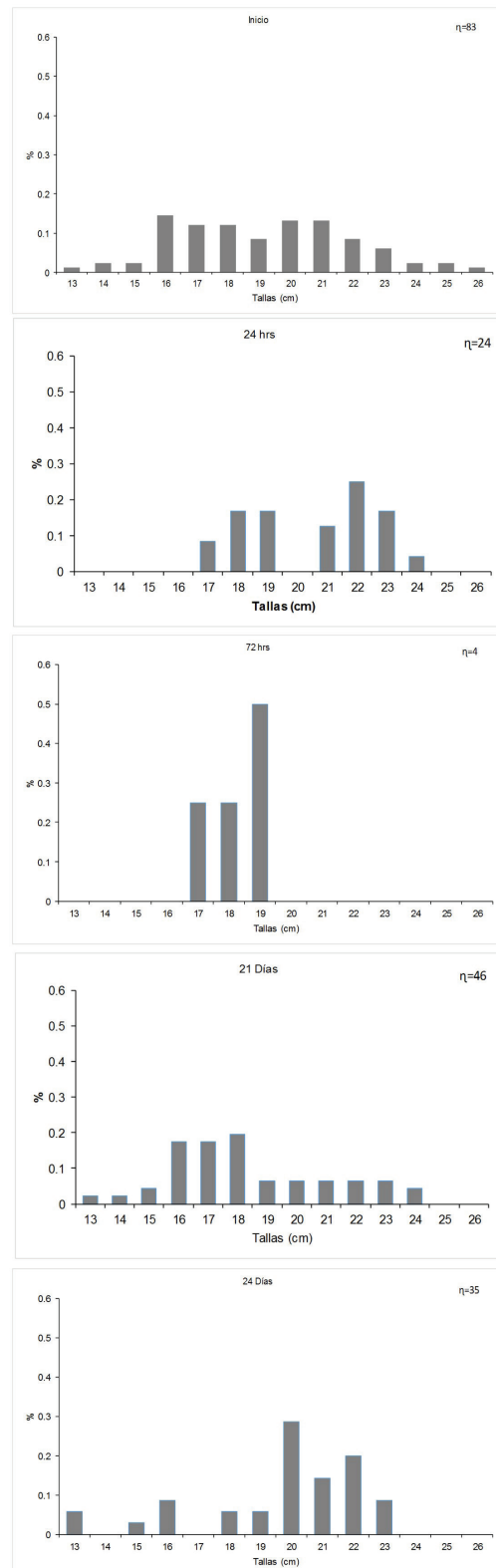


Figura 9. Frecuencia de tallas de los individuos avistados en el conjunto de las 7 estaciones

la Ensenada de Clam Bay, existe una marcada heterogeneidad de microhábitats, donde la densidad de individuos varía de roca a roca como un reflejo de las diferencias en relieve, forma y exposición de las mismas (Naylor & Mc Shane, 2001). Por tanto, la diferente disponibilidad de microhábitats es un factor ecológico que es importante considerar para una correcta evaluación de las existencias.

La diferencia en la densidad observada en momentos diferentes (días y semanas después) puede atribuirse, ya sea a una conducta de agregación reproductora típica de estos moluscos en el otoño, cuando se da un fuerte pico de reproducción (Patrón, 1980; Guzmán-del Prío & Belmar-Pérez, 1990), o bien, al movimiento de los individuos en búsqueda de alimento, pues durante el periodo de experimentación el fondo marino estaba desprovisto de la gruesa cobertura algal que forman el sargazo gigante (*Macrocystis*) y la coliflor (*Eisenia*) debido a un calentamiento persistente del mar  $> 2^{\circ}\text{C}$  frente a la costa occidental de Baja California, que dura ya más de dos años (Bond *et al.*, 2015).

#### **El impacto en las evaluaciones y el manejo del recurso**

Un aspecto central que demuestra este experimento es la influencia que tiene el momento del día, de la semana, o del mes, en el que se realiza una prospección, pues cada momento puede generar diferentes valores de densidad. Pero no solo la variabilidad de la densidad es importante, sino también su distribución espacial, el cual es otro factor importante para efectos de manejo, pues la distribución altamente contagiosa característica de abulones (Naylor & Mc Shane, 2001) da lugar a agrupamientos o parches de diferente tamaño. Esto último tiene relevancia, porque si bien el mantenimiento de las existencias de abulón y sus bancos está relacionado con una densidad mínima poblacional, también lo está con el número y tamaño de los agrupamientos, ya que estos influyen directamente en el éxito reproductivo de la población y eventualmente en el futuro volumen de la biomasa disponible para la pesca.

Como se señaló, la mayoría de las agregaciones observadas fue de dos individuos (48.8%) con una distancia no mayor de 1 m; y un porcentaje muy reducido, de 11.4. a 4.5%, fue de agrupamientos de 5 a 8 individuos respectivamente. Estos hechos sugieren que la posibilidad de reproducción exitosa se vea reducida en parches o agrupaciones pequeñas, pues es menos probable que en éstas coincidan individuos de distinto sexo; pero, además, se reduce también la probabilidad de fertilización gamética (Catton & Rogers-Bennett, 2013), ya que se requieren altas concentraciones de esperma, como las que son liberadas cuando las agregaciones de abulones adultos son numerosas (Tegner *et al.*, 1996; Mc Shane, 1995).

Otro aspecto relacionado con la densidad poblacional es su relación con la distancia mínima entre sexos, la cual ha sido examinada en especies bentónicas como equinoideos por Pennington (1985) y Levitan (1991). El primer autor afirma que, a distancias mayores de 20 cm, menos del 15 % de los huevos es fertilizado. Levitan (1991) por su parte, señala que tanto la producción de gametos como la fertilización de los mismos están íntimamente asociados a la densidad poblacional. En el caso concreto de abulones, Babcock y Keesing (1999) concluyen que las tasas de fertilización en *Haliotis laevis* disminuyen rápidamente cuando los individuos están separados por 1-4 m. Catton y Rogers-Bennett (2013) estiman que 1.6 m es la distancia mínima para garantizar mayor probabilidad de éxito reproductivo y, analizando la densidad poblacional de *Haliotis corrugata* en California, concluyen que la recuperación de bancos requiere tamaños de parche  $\geq 5$  abulones. Los resultados de nuestro estudio muestran que dichas condiciones no se cumplieron en la mayoría de las prospecciones realizadas.

Por otra parte, los valores de densidad promedio global encontrados en nuestro estudio ( $0.14 \text{ ind./m}^2 \pm 0.07$  inicial vs.  $0.08 \text{ ind./m}^2 \pm 0.08$ , densidad final) están por debajo de  $0.5 \text{ ind./m}^2$ , cifras que algunos autores reportan como densidad mínima para que una población no disminuya (Zhang, 2008). Catton y Rogers Bennett (2013) citan para efectos de manejo en California, que un stock reproductor debe tener una densidad mínima de 2000 abulones/ha. Ambas condiciones no se dan en nuestros bancos, lo que explicaría la reducción que se ha venido observando en las capturas de abulón en la zona de Bahía Tortugas durante los últimos 5 años, y en particular en la reducción del número de bancos productivos (Guzmán del Prío, datos no publicados)

En suma, los resultados de este experimento muestran que la densidad y la distribución espacial de abulones cambian en muy corto tiempo, factores importantes que deben ser tomados en consideración para las evaluaciones y determinación de cuotas de la pesca de este molusco. La conclusión más obvia es la necesidad de replicar las prospecciones cuando menos una o dos veces más en estaciones piloto que permitan determinar una densidad promedio con la menor varianza posible. Por otra parte, la distancia mínima entre individuos y el tamaño y abundancia de los parches, son características poblacionales que resultan elementos cruciales para garantizar el éxito reproductivo de estos moluscos.

La atención a estos factores permitiría obtener una aproximación a cifras de abundancia y biomasa con menor incertidumbre, y al mismo tiempo el monitoreo de la abundancia, junto con las condiciones estructurales de los bancos de abulón, contribuiría a garantizar la sustentabilidad de una pesquería tan antigua e importante para la economía de los pescadores de Baja California.



## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Cooperativa Bahía Tortugas por su apoyo con embarcación y piloto en el trabajo de campo. Igualmente, al Instituto Nacional de Pesca por las facilidades para el uso de sus instalaciones en Bahía Tortugas. El proyecto recibió el apoyo económico del Instituto Politécnico Nacional bajo el proyecto SIP20141397.

## REFERENCIAS

- Catton, C. & L. Rogers-Bennett. 2013. Assessing the recovery of pink abalone (*Haliotis corrugata*) by incorporating aggregation into a matrix model. *J. Shellfish Res.*, 32 (1):181-187. <https://doi.org/10.2983/035.032.0124>
- Babcock, R. & J. Keesing. 1999. Fertilization biology of the Abalone *Haliotis laevis*: laboratory and field studies. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56: 1668-1678. <https://doi.org/10.1139/f99-106>
- Bond, N.A., M.F. Cronin, H. Freeland & N. Mantua. 2015. Causes and impacts of the 2014 warm anomaly in the NE Pacific. *Geophys. Res. Lett.*, 42-9: 3414-3420. <https://doi.org/10.1002/2015GL063306>
- Guzmán del Prío, S.A. & J. Belmar-Pérez. 1990. *Madurez sexual y ciclo gonádico de Haliotis fulgens y Astraea undosa en Bahía Tortugas, B.C.S.* Memorias del Taller sobre reclutamiento de recursos bentónicos de Baja California. Instituto Nacional de Pesca.
- Levitán, D.R. 1991. Influence of body size and population density on fertilization success and reproductive output in a free-spawning invertebrate. *Biol. Bull.*, 181: 261-268. <https://doi.org/10.2307/1542097>
- Patrón, M.A. 1980. *Estudio biológico pesquero de los bancos de las Cooperativas de la zona central de Baja California*. Informe Técnico. En: Guzmán-del Prío, S. (Ed.), Análisis de la pesquería de abulón en Baja California y fundamentos biológicos para un nuevo régimen de explotación del recurso. Instituto Nacional de Pesca. Informe Técnico. 294 p.
- Mc Shane, P.E. 1995. Recruitment variation in abalone: Its importance to fishery management. *J. Mar. Freshw. Res.*, 46: 555-570. <https://doi.org/10.1071/MF9950555>
- Naylor, J.R. & P. McShane. 2001. Mortality and post-settlement abalone *Haliotis iris* caused by conspecific adults and wave exposure. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 35: 363-369. <https://doi.org/10.1080/00288330.2001.9517006>
- Pennington, J.T. 1985. The ecology of fertilization of echinoid eggs: the consequences of sperm dilution, adult aggregation, and synchronous spawning. *Biol. Bull.*, 169: 417-430. <https://doi.org/10.2307/1541492>
- Sierra, P., M. Muciño D., J.L. Gutiérrez G. & J.R. Turrubiates M. 2006. *La pesquería de abulón*. En: Instituto Nacional de Pesca, SAGARPA (Eds.), Sustentabilidad y pesca Responsable en México Evaluación y manejo. Instituto Nacional de Pesca, Secretaría de Agricultura, Ganadería Pesca y Alimentación. México. 3-38.
- Tegner, M.J., L.A. Beach & P. Dayton. 1996. Near extinction of an exploited marine invertebrate. *Tree*, 11(7): 278-279. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(96\)30029-3](https://doi.org/10.1016/0169-5347(96)30029-3)
- Zhang, Z. 2008. A simulation study of abalone fertilization. *Journal of Shellfish Research*. 27(4): 857-864. [https://doi.org/10.2983/0730-8000\(2008\)27\[857:ASSOAF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2983/0730-8000(2008)27[857:ASSOAF]2.0.CO;2)

Copyright (c) 2016 Guzmán del Prío, Sergio A. & José Manuel Borges Souza.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](#).

Usted es libre para **Compartir** —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y **Adaptar** el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

**Atribución:** Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) - [Texto completo de la licencia](#)