

Contribución a las Políticas Públicas N°9: Propuesta metodológica para el monitoreo de bancos naturales de mejillones en áreas de captación de semillas para la mitilicultura.



• Recomendaciones desde la ciencia para las políticas públicas

• Las investigaciones disponibles a la fecha sugieren la existencia de una relación entre los bancos naturales de *M. chilensis* en fiordos y la captación de semillas, por lo que es necesario incluir un programa de monitoreo de bancos en todas las áreas de captación de semillas que permita obtener información para mejorar la toma de decisiones del Estado Chileno y de los productores en relación a cuanto esfuerzo de captación es aceptable y donde.

• El monitoreo de la dinámica de bancos naturales de *M. chilensis* y otros mitilidos en áreas donde se captan semillas, ya sea en concesiones de acuicultura (CA), Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs) y/o permisos especiales de captación (PEC o PEI), debe ser considerado como un instrumento para la retroalimentación de la gestión de estas unidades. Esto permitirá conocer la relación entre la captación de semillas y los bancos naturales y permitirá prevenir excesivas disminuciones en la densidad de choritos en los bancos naturales que amenacen la sustentabilidad de la captación de semillas para la mitilicultura.

• La metodología para el monitoreo en AMERB en los casos en que se incluya captación de semillas, debería incluir los indicadores propuestos en este documento para construir fichas por AMERB y/o macrozona. En el caso de las concesiones de acuicultura que captan semillas asociadas a bancos naturales, el seguimiento de estos bancos aledaños debería ser parte de las exigencias de monitoreo, ya sea por concesión o por zonas. En el caso de los PEC, cada zona de captación debería incluir una ficha de los bancos aledaños, para evaluar los efectos de estos permisos y tener una herramienta administrativa para su administración.

• El seguimiento de los bancos naturales en áreas de captación de semillas de mitilidos permitirá construir una serie de tiempo que permita entender la variabilidad de la captación de semillas y proponer medidas de manejo orientadas a promover la sustentabilidad de la captación de semillas para la mitilicultura.

• Esta medida debe ser considerada para cualquier forma de acuicultura que se base en la captación de semilla proveniente de bancos o poblaciones naturales y es esencial considerarla en cualquier actividad de fomento de acuicultura de pequeña escala u otra.



AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este documento fue financiada por el Centro INCAR (FONDAP N° 15110027; CONICYT). Carlos Molinet, reconoce también el aporte del proyecto FONDECYT 1130716 y del proyecto FIPA 2014-57.

Autores: Carlos Molinet, Doris Soto, Katherine Espinoza, Jorge Henríquez, Manuel Díaz.

E-mail: cmolinet@uach.cl

Julio de 2021

• Antecedentes

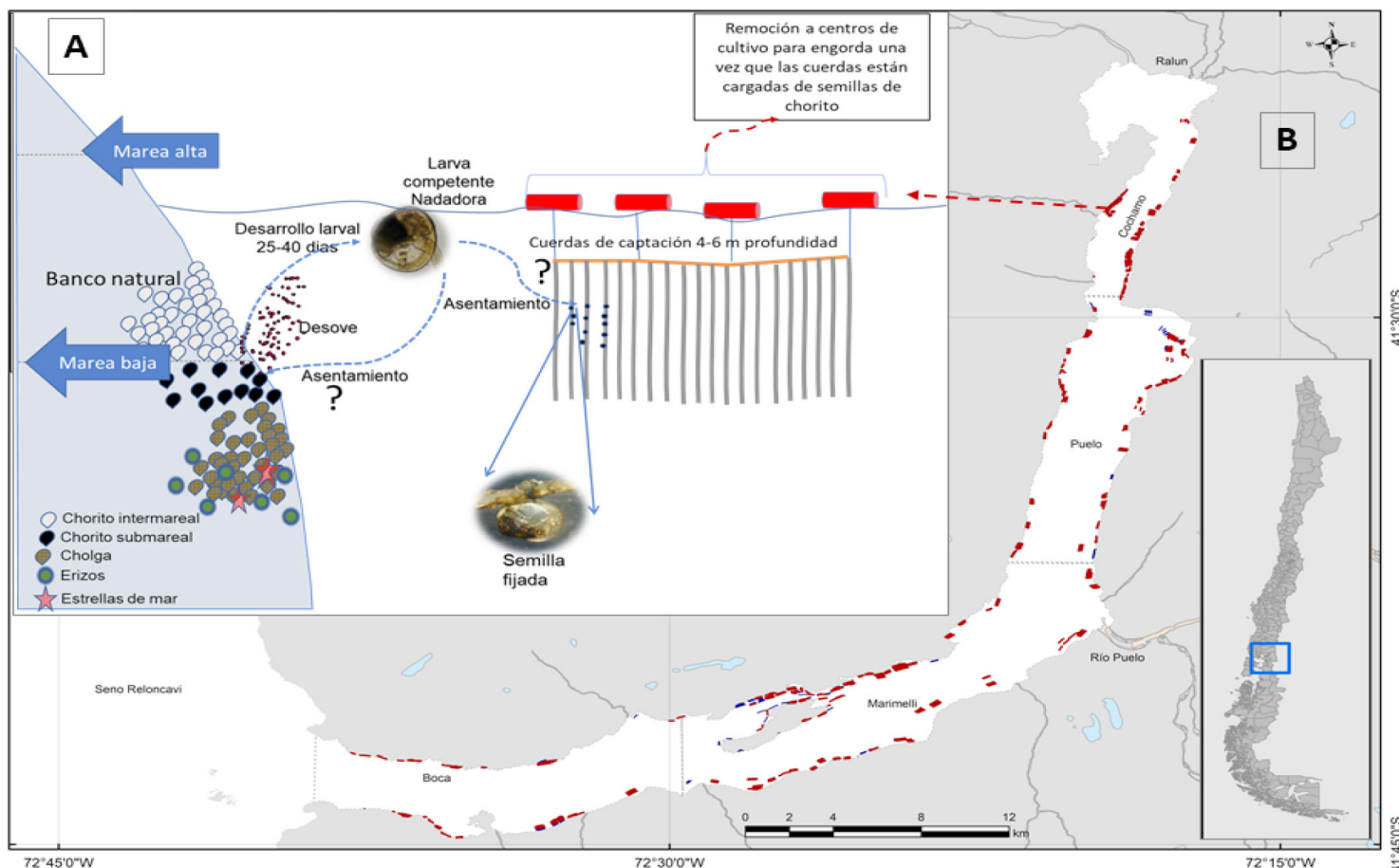
El mejillón chileno (*Mytilus chilensis*) o "chorito" es un molusco bivalvo que tiene sexos separados y posee un ciclo de vida que alterna una fase larval nadadora y una fase adulta sésil bentónica. Estas características, además de la habilidad de los mitílidos para asentarse en sustratos de tipo filamentoso (llamados colectores) son aprovechadas por los mitilicultores en Chile para recolectar, desde el ambiente, las semillas que sustentan la producción anual de alrededor de 350.000 t de mejillón.

La mayor parte de la recolección se realiza en sistemas estuarinos (principalmente fiordos, (Figura 1) donde existen extensos bancos naturales de *M. chilensis*, por lo que se ha propuesto que existe una directa relación entre la captación de semillas y el estado de los bancos. Debido a que la mayor parte de estos colectores de semillas son removidos fuera del fiordo, se estima que existe un efecto directo sobre los bancos naturales, que puede explicar la variabilidad de la captación en la última década,

por lo que la ausencia de manejo de esta actividad representaría una amenaza para la provisión de semillas de la industria mitilicultora.

En el fiordo Reloncaví (la mayor zona de captación en el sur de Chile), a través del análisis de imágenes satelitales, se ha observado un sostenido incremento de la instalación de líneas de cultivo en los años 2005, 2013 y 2020. Ello indicaría la instalación creciente de millones de colectores de semilla.

Figura 1. A) Esquema representativo del proceso de captación de semilla de mejillones. B) Fiordo de Reloncaví, Región de los Lagos, Chile, indicando en color rojo ubicaciones de líneas de captación de semilla (se esquematiza sistemas de flotación que sostienen las cuerdas de captación, aledaño a los bancos naturales) en 2020 elaborado a través del análisis de imágenes Google earth. La estrella muestra la ubicación de la estación Pocihuen, ejemplo de ficha en Anexo 1.



Por otro lado, la información disponible desde muestreos directos parciales en 2003 y 2013 de los bancos naturales del fiordo Reloncaví indican una disminución de la densidad media de mejillones de hasta 70%. Además, estos bancos naturales se han contraído considerando la información recolectada en 2003. Las razones de la contracción pueden ser: i) inestabilidad ambiental y cambio climático, ii) remoción excesiva de larvas (reclutas) por la actividad de captación, iii) pesquería asociada a los adultos, entre otros. Estos elementos pueden conducir a mayor variabilidad en el éxito reproductivo de *M. chilensis* y consecuentemente afectar el resultado de captación de semillas para la mitilicultura presente y futura.

Los instrumentos administrativos a través de los cuales se realiza captación de semillas son: i) Concesiones de acuicultura (CA), las

que en fiordos se encuentran muy cercanas a los bancos naturales de mejillón, ii) las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs) que son derechos de uso territorial asignados a pescadores para administración y manejo de bancos, en este caso, de mejillones y iii) Permisos de Escasa Importancia (PEI) para la captación de semillas. Cada una de estas herramientas administrativas resulta en una unidad de captación (líneas y colectores) de variable escala espacial.

Cabe destacar que la captación de semillas de mejillones en AMERBs constituye la principal actividad de acuicultura de pequeña escala en Chile¹, y que es realizada por pescadores artesanales, por lo que es prioritario promover su sustentabilidad. A la vez las AMERBs son las únicas que consideran un monitoreo de los bancos naturales aledaños a los sistemas de captación, aunque la metodología utilizada

es insuficiente para dar cuenta de los potenciales impactos de la captación y remoción de semillas en los sistemas de fiordos.

Considerando la importancia social, económica y ecológica de los bancos de *M. chilensis* es imperativo establecer un programa de monitoreo de bancos integrado al monitoreo de larvas y al monitoreo de la captación de semillas, que retroalimente la toma de decisiones sobre el uso de las zonas de captación. En este documento se presenta una propuesta metodológica para el monitoreo de bancos naturales, asociados a zonas de captación de semillas de mitílidos en fiordos incluyendo una escala espacial local y una escala espacial intermedia.

• Metodología

La propuesta metodológica que se describe a continuación se basa en la información de observaciones de terreno e información espacial recolectada en 2003, 2013, 2015 y 2020.

• Definición de indicadores e identificación de estaciones.

La definición de indicadores de condición de los bancos considera i) la densidad (choritos/m²), ii) la distribución espacial en el gradiente vertical, como un indicador de expansión/contracción del banco,

iii) la distribución de tamaños de la población considerando la presencia de reclutas (~20 mm de longitud) y el eventual aporte reproductivo. Esto ya que se ha observado que *M. chilensis* alcanzaría su primera madurez reproductiva alrededor de 30 mm de longitud total y que ejemplares de sexo macho > 60 mm de longitud presentaron, mayoritariamente, un estado de reabsorción de la gónada, sugiriendo un aporte restringido a la reproducción. Por tal motivo se propone que una mayor contribución reproductiva se

produciría en mejillones entre 30 y 60 mm de longitud.

Con estos indicadores se propuso una categorización del estado de subpoblaciones de *M. chilensis* entre uno y cinco, donde 1 es prácticamente virginal y 5 es muy deteriorado (**Tabla 1**). La escala espacial de la aplicación de este monitoreo podría ser asociada a cada unidad de captación (Concesión, AMERB, PEI) y analizada en un contexto local y global (macrozona, fiordo, otra).

¹ Sin embargo esta es una definición informal, dado que la captura de larvas silvestres se considera una actividad de pesca, siendo la mitilicultura en Chile lo que la FAO define como acuicultura basada en pesca ("Capture based aquaculture", CBA)

Categoría	Descripción	Indicadores
1	Existe un cinturón de choritos bien definido y continuo entre el intermareal (~3 m sobre el nivel de reducción de sonda (NRS)) y submareal.	Densidad intermareal > 1500 ind/m ² Densidad submareal > 500 ind/m ² Distribución de tamaños: Tallas entre 20 y 70 mm bien representadas. Rango batimétrico: 3 a -5 m relativo a NRS
2	El banco se extiende entre el intermareal medio (~3 m sobre NRS) y submareal. Se observa un cinturón irregular, con discontinuidades en sentido horizontal y vertical.	Densidad intermareal > 500 < 1500 ind/m ² Densidad submareal > 10 < 500 ind/m ² Distribución de tamaños: Tallas entre 20 y 70 mm bien representadas. Rango batimétrico: 3 -10 m.
3	El cinturón de choritos sólo se observa en el intermareal.	Densidad intermareal > 100 < 1000 ind/m ² Distribución de tamaños: Tallas entre 20 y 70 mm bien representadas. Rango batimétrico: 3 - 6 m.
4	El banco se observa sólo en el intermareal. El cinturón de choritos es irregular.	Densidad intermareal > 1000 ind/m ² Distribución de tamaños: Sesgada hacia muy grandes o muy pequeños Rango batimétrico: 3 - 6 m.
5	Se observan choritos dispersos en el intermareal, no hay agregaciones.	Densidad intermareal > 100 < 1000 ind/m ² Distribución de tamaños: Tallas entre 20 y 70 mm bien representadas. Rango batimétrico: 3 - 6 m.

Tabla 1.- Propuesta de Indicadores de categorización del estado de bancos de *Mytilus chilensis*.

• **Obtención de la información para elaborar los indicadores**

Para la obtención de la información relevante se recomienda realizar una caracterización tanto vertical como horizontal del banco aledaño al sistema de captación (líneas de captación), que permita evaluar la expansión/contracción del banco entre 0 y 15 m de profundidad, muestreando metro a metro. Se recomienda la obtención de imágenes que junto con

complementar el muestreo de los bancos permitan visualizar los cambios interanuales en el paisaje intermareal y submarino.

Se recomienda realizar al menos 6 transectos georeferenciados por unidad y/o sector (separados por 50 m) de 20-35 m de largo de no más de 0.5 m de ancho. También se sugiere considerar la franja correspondiente a los bancos de cholga (*Aulacomya atra*), especie que interactúa con los choritos, tanto en el bentos como en

la columna de agua como larvas y luego semillas.

Complementariamente, se debe obtener muestras con un cuadrante (sugerido 0.25 x 0.25 m) en el intermareal y submareal, para dar cuenta de la distribución de tamaños del banco, midiendo al menos 600 ejemplares en cada sector o unidad de muestreo.

• Ejemplo de Monitoreo Fiordo Reloncaví

La distribución vertical de *M. chilensis* en el fiordo Reloncaví en los años 2013, 2015 y 2020, ha sido variable, con tendencia al aumento del ancho del cinturón en el intermareal y disminución en el submareal (**Tabla 2, Fig. 2**). Esta expansión del banco intermareal y contracción del banco submareal puede explicarse por las características del hábitat que prefiere *M. chilensis* (menor salinidad) y eventuales cambios en la profundidad de la pycnoclina en el fiordo, por variaciones en las

precipitaciones y descargas de agua en el fiordo. La distribución batimétrica de *M. chilensis* es más profunda hacia la cabecera del fiordo, probablemente debido a la profundización de la capa de agua más dulce.

En el año 2003, se realizó el primer muestreo de bancos documentado en el fiordo Reloncaví, lo que permitió caracterizar varias zonas, aunque usando una metodología que no permitió registrar el ancho del cinturón de mitilidos. En 2013,

2015 y 2020 se realizaron campañas de muestreo al fiordo Reloncaví que permitieron caracterizar la distribución vertical y horizontal de *M. chilensis*.

Siguiendo los resultados de los muestreos antes mencionados se puede observar que tanto la densidad media y el ancho del cinturón de choritos han disminuido, lo que es más notorio en el submareal (**Tabla 2**). El estado de los bancos en el año 2003 habría estado en una condición cercana

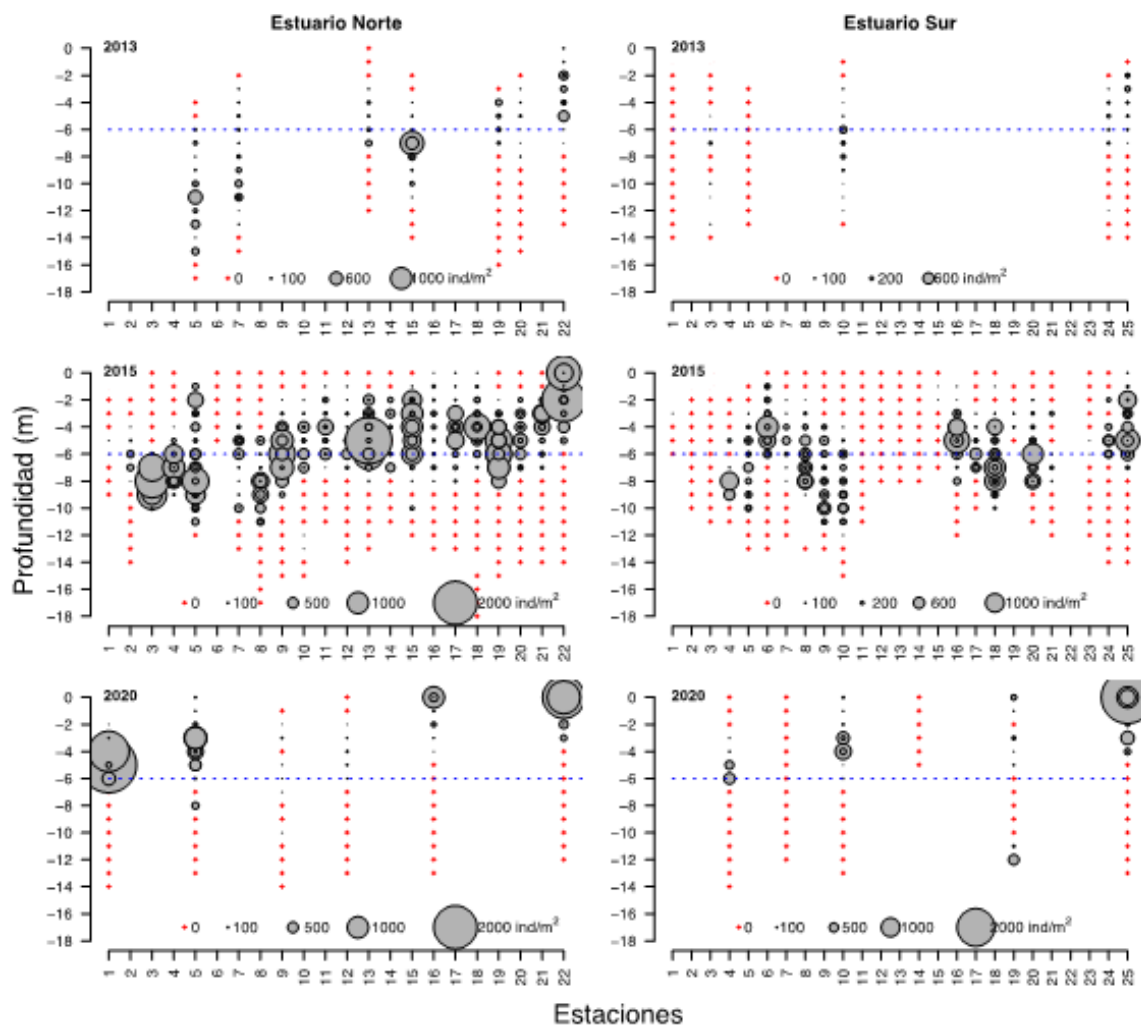


Figura 2. Perfil batimétrico de la distribución y densidad (choritos/m²) de *M. chilensis* en la costa norte (izquierda) y sur (derecha) del Fiordo Reloncaví en cada estación de muestreo de tres años. La línea azul muestra la línea de baja marea observada. Las cruces rojas muestran los puntos muestreados (redondeados al metro).

a virginal, mientras que en 2013 se encontraban en estado 4 y 5 (lo que es preocupante). En 2020 los indicadores mejoraron, sugiriendo un estado general 4 para todo el fiordo, aunque aún en una condición deteriorada (**Tabla 2, Fig. 2**).

Por otro lado, estudios genéticos comparando la fracción intermareal y submareal del banco indican que los choritos en el intermareal están sometidos a una mayor presión de selección ambiental, mientras que hacia el submareal podrían ser afectados por depredadores.

En el año 2013 la densidad fue baja y en cinturones estrechos y aunque en 2020 la densidad es más alta, el cinturón de choritos fue incluso más estrecho que en 2013 en las estaciones muestreadas.

• **Ficha de unidades y/o sectores de captación**

En el Anexo 1 se presenta un ejemplo de una ficha para un sector del fiordo de Reloncavi en la zona Puelo conocido como Pocoihuen (**ver Fig. 1**). Esta ficha debe contener la serie de tiempo con el perfil batimétrico de la distribución de *M. chilensis* que representa el patrón de expansión/contracción del banco en la escala local (**Anexo 1, Fig. IA-C**) (con distinto esfuerzo de muestreo entre 2013 y 2020). Los resultados de este sector en particular sugieren disminución de la densidad desde 2003 y contracción del banco entre 2015 y 2020.

Por otro lado, la distribución de tamaños (**Anexo 1, Fig. ID-F**), es coincidente con lo observado a lo

largo del fiordo.

Finalmente, la ficha contiene una tabla resumen con los indicadores, incluyendo el estado de condición del banco. En este caso, dado los indicadores descritos clasifican en estado 4 a este sector (**Anexo 1, Tabla I**), lo que implica deterioro y sugiere tomar medidas para evitar daño mayor y posibles efectos sobre la captación de semillas.

Tabla 2. Resumen de indicadores para los monitoreos realizados en el fiordo Reloncaví, años 2003, 2013, 2015 y 2020. Número de estaciones muestreadas, Densidad *M. chilensis* (ind/m²), Ancho del cinturón (m). En paréntesis se muestra el error estándar.

Año	Intermareal		Submareal		Estado
	Densidad	Ancho de cinturón	Densidad	Ancho de cinturón	
2003	935	--	704	--	1-2
2013	33	2.86	24	4	4-5
2015	91	3.44	68	2.3	4-5
2020	138	4.24	5	1.33	4

• Anexo 1: Ficha demostrativa, sector Pocolihuen

Figura I A-C. Perfil batimétrico de la distribución de *Mytilus chilensis* en la estación de Pocolihuen por cada transecto de muestreo, donde la línea punteada roja corresponde al ancho del cinturón y la línea punteada azul es la que divide los individuos con colpa de individuos lisos. D-F, Distribución de tamaños de *Mytilus chilensis* en la estación de Pocolihuen, n corresponde al tamaño de la muestra, líneas discontinuas muestran distribuciones de tamaño que incluyen reclutamiento y supuesto mejor potencial reproductivo.

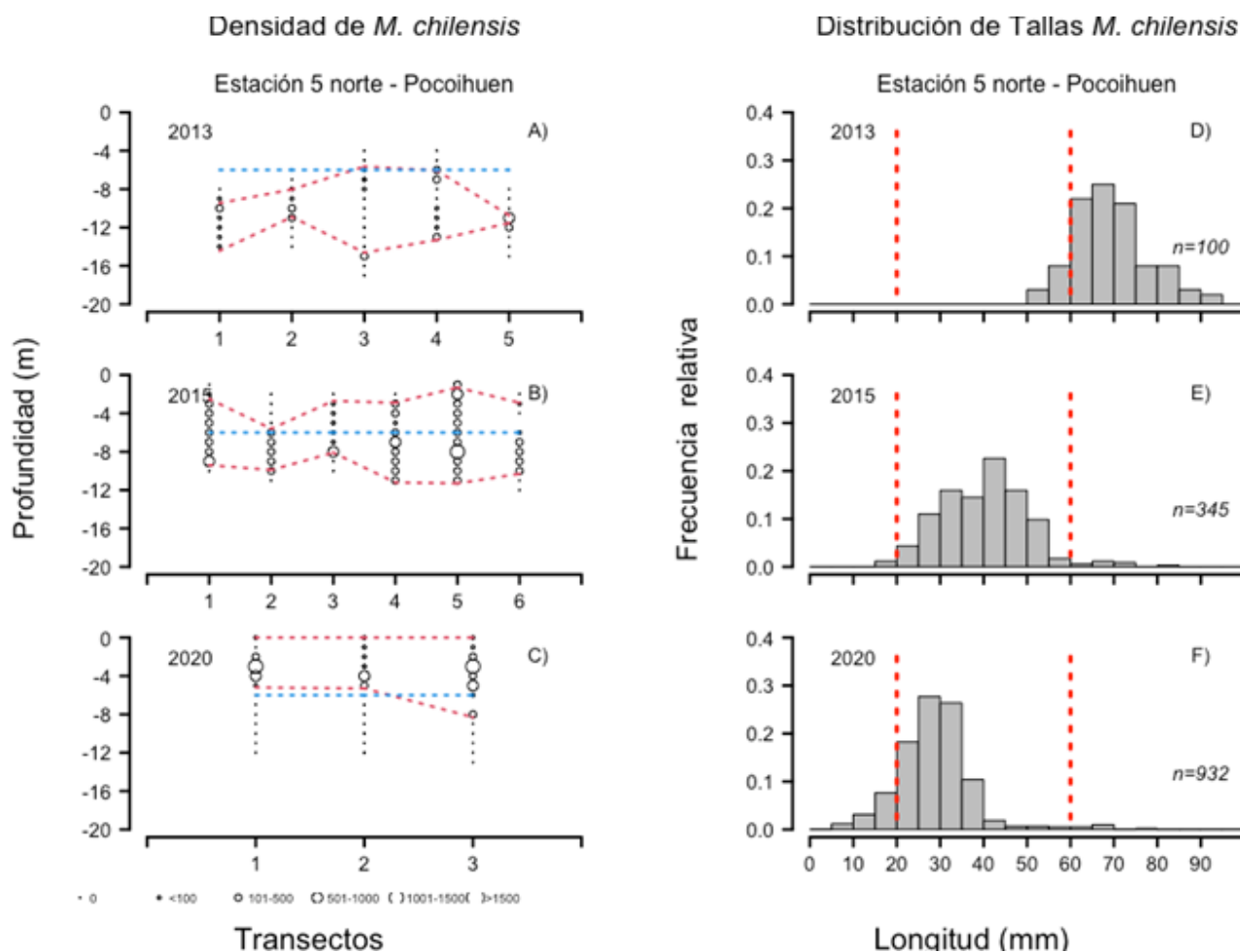


Tabla I. Indicadores del estado de banco en Pocolihuen, de acuerdo a ver Tabla 1.

Año	Densidad media Total (Error Estándar) (Choritos/m²)	Densidad media Intermareal (Error Estándar) (Choritos/m²)	Densidad media Submareal (Error Estándar) (Choritos/m²)	Cinturón Intermareal (Error Estándar) (m)	Cinturón Submareal (Error Estándar) (m)	Categoría de estado de banco
2003	521,33 (257,8)	1032 (-)	266,0 (87,68)			2
2013	59,75 (18,11)	16,57 (15,28)	67,12 (20,87)	0,07 (0,07)	6,96 (0,75)	5
2015	207,00 (31,22)	140,52 (32,90)	278,07 (51,59)	3,02 (0,58)	4,03 (0,49)	4
2020	146,36 (43,96)	255,81 (72,58)	18,67 (18,67)	5,50 (0,25)	0,77 (0,77)	4-5



www.centroincarc.cl