



Universidad Austral de Chile

Escuela de Biología Marina

Profesor Patrocinante:
Dr. Carlos Molinet F.
Instituto de Acuicultura
Universidad Austral de Chile

Profesor Co-patrocinante:
Dr. José Garcés-Vargas
Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas
Universidad Austral de Chile

**VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LAS POBLACIONES
MARINAS BENTÓNICAS EN AMERB DE LA LOCALIDAD DE
CHAIHUÍN Y SUS RELACIONES CON EL AMBIENTE MARINO.**

Tesis de Grado presentada como parte
de los requisitos para optar al grado de
Licenciado en Biología Marina y
Título Profesional de *Biólogo Marino*.

RODOLFO GAMAL ASSEF SAAVEDRA

VALDIVIA - CHILE

2014

DEDICATORIA

Dejaré unas palabras para resumir, agradecer y dedicar mi estadía universitaria. Creo que me quedare corto en las personas y experiencias que surgieron por la decisión de estudiar Biología Marina en Valdivia.

Quisiera recalcar la importancia del poder llegar a estudiar en la Universidad. En ese sentido estoy consciente de que el estar aquí fue gracias al esfuerzo colectivo de aquella cuna de amor y conciencia liberadora que signifique (y significa) mi familia. En especial quisiera agradecer profundamente a mi madre, ya que ella representa el esfuerzo de muchas mujeres anónimas por sacar a sus hijos adelante y dejar un legado digno para nuestra sociedad. A mis hermanos Amin y Chipy por permear su alegre rebeldía en mis acciones y pensamientos, muchas gracias por su labor cumplida. Y también agradezco a mi padre por haberme apoyado desde el primer día que tome la decisión de estudiar fuera de casa. A toda mi familia, muchas gracias por su apoyo constante, este trabajo es dedicado a ustedes.

Acá en Valdivia son much@s l@s amig@s y compañer@s que han marcado mi rumbo. En ese sentido agradezco con mucho cariño a mis amig@s/colegas de “BIMA”, a los “Tatos-Pilsoker”, a l@s compañer@s de la Izquierda Libertaria, y especialmente a mi compañera Karin.

Por último, quisiera decir que lo más importante que aprendí en la “U”, es que el conocimiento y la educación es la llave de la libertad para las futuras generaciones. Por lo tanto es prioritario desarrollarlo, divulgarlo y retomar el camino del sentido común para alcanzar la sociedad futura, la sociedad del hombre libre.

Muchas gracias a todos/as.

Gamal Assef S.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis solo fue posible realizarla gracias al trabajo que desarrolla TNC (The Nature Conservancy) en Chaihuín a través de la Reserva Costera Valdiviana. A Layla, Alfredo, Liliana, Solange, Danilo, Omar y Bárbara agradecerles por todo su apoyo, confianza y comprensión durante todo este año que estuve trabajando para apoyar en el desarrollo de una pesca artesanal responsable y sostenible. A TNC por apoyar con los medios y el financiamiento de este trabajo. Al Sindicato de Pescadores de Chaihuín, especialmente a don Juvenal Triviños, por las conversaciones y reflexiones. Por último, agradecer a mis profesores Dr. Carlos Molinet, Dr. José Garcés y Dr. Carlos Moreno, por ser los guías en esta etapa de la reflexión científica y el desarrollo del conocimiento.

ÍNDICE

INDICE FIGURAS	5
INDICE TABLAS.....	7
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
1.1. La ecología de los organismos bentónicos.....	11
1.2. Pesquerías bentónicas o pesquerías S.	13
1.3. Los DUTPs y el régimen AMERB.....	14
1.4. Fundamentación y formulación del problema.....	17
2. HIPOTESIS.....	20
3. OBJETIVO GENERAL.....	21
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
5. MATERIALES Y MÉTODOS	22
5.1. Área de Estudio.....	22
5.2. Metodología.....	24
5.2.1. Datos pesqueros cuantitativos AMERB.....	25
5.2.1.1. Litología.....	27
5.2.2. Variables oceanográficas.....	27
5.2.3. Análisis de datos.....	29
6. RESULTADOS.....	30
6.1. Evaluaciones directas y metodologías.....	30
6.2 Densidades en <i>C. concholepas</i> , <i>Fissurella</i> spp. y <i>Ch. chorus</i>	34
6.4. Distribución de tallas en <i>C. concholepas</i> , <i>Fissurella</i> spp y <i>Ch. chorus</i>	44
6.5. Cosechas y manejos.....	50
6.6. Heterogeneidad ambiental y variación espacial.....	52
6.7. Variables oceanográficas y su variación temporal.....	54
7. DISCUSIÓN	57
7.1 Variabilidad espacial en indicadores de poblaciones marinas bentónicas.....	57
7.2 Variabilidad temporal en indicadores biológico-pesqueros.....	60
7.3 Aproximación a las dinámicas poblacionales de las especies objetivo a través de indicadores biológico-pesqueros AMERB.....	63

7.4 Recomendaciones para el sistema eco-social AMERB Chaihuín	65
7.5 Conclusiones	66
8. BIBLIOGRAFÍA	67

INDICE FIGURAS

Figura 1. Numero de áreas dentro del proceso de asignación AMERB. Rechazadas (por observación de alguna institución pública); Pendientes (que se encuentran en proceso de asignarse); Decretadas (que están en etapa de implementación PMEAs); Desafectadas (que no han cumplido con la reglamentación o han sido abandonadas) (FUENTE: SUBPESCA).

Figura 2. Mapa del Área de estudio. La localidad de Chaihuín ($39^{\circ} 57' S$ - $73^{\circ} 36' W$) posee la presencia del río Chaihuín y su estuario, además de las dos reservas (RCV y Parque Nacional AC). En este contexto el Sindicato de Pescadores tiene 3 sectores AMERB (polígonos amarillos). Fuente: TNC.

Figura 3. Climatología de SST para la costa de Chaihuín Región de Los Ríos basada en el periodo de estudio.

Figura 4. Distribución de densidades ponderadas de *C. concholepas* registradas durante las evaluaciones directas en el sector A. Se indica la fecha de la evaluación, Media Densidad Ponderada (MDP) y la Abundancia Calculada por la Consultora (ACC).

Figura 5. Distribución de densidades ponderadas de *C. concholepas* registradas durante las evaluaciones directas en el sector C. Se indica la fecha de la evaluación, Media Densidad Ponderada (MDP) y la Abundancia Calculada por la Consultora (ACC).

Figura 6. Distribución de densidades de *Fissurella* spp. registradas durante las evaluaciones directas en el sector A. Se indica la fecha de la evaluación, Media Densidad Ponderada (MDP) y la Abundancia Calculada por la Consultora (ACC).

Figura 7. Distribución de densidades de *Fissurella* spp. registradas durante las evaluaciones directas en el sector C. Se indica la fecha de la evaluación, Media Densidad Ponderada (MDP) y la Abundancia Calculada por la Consultora (ACC).

Figura 8. Distribución de abundancias de *Ch. chorus* registradas durante las evaluaciones directas en el sector B. Se indica la fecha de la evaluación, Media de Densidad

Ponderada (MDP) y la Abundancia Calculada por la Consultora (ACC) para el sector B.

Figura 9. Histogramas de *C. concholepas* en los sectores A y C. La talla mínima de extracción que limita el stock pesquero es de 100 mm. TM= Talla Media; %S= Porcentaje de Stock Pesquero; n= número de muestras.

Figura 10. Histogramas de *Fissurella* spp. en sectores A y C. La talla mínima de extracción que limita el stock pesquero es de 65 mm. TM= Talla Media; %S= Porcentaje de Stock Pesquero; n= número de muestras.

Figura 11. Histograma de *Ch. chorus* en el sector B. La talla mínima de extracción que limita el stock pesquero es de 105 mm. TM= Talla Media; %S= Porcentaje de Stock Pesquero; n= número de muestras.

Figura 12. Cosechas de especies objetivo a través de los años de estudio en las AMERB Chaihuín. A) Loco sector A; B) Loco sector C; C) Lapa sector A y D) Choro en sector B.

Figura 13. Litología de los sectores AMERB Chaihuín. Se marcan los puntos muestreados (X) y se colorean polígonos que asignan el tipo de sustrato. En el sector B no se muestran los puntos muestreados porque no existe coincidencia de la información geográfica.

Figura 14. Variables oceanográficas para la zona de Chaihuín ODP-INO y ATSM-ASUR, densidades (MDP) y tallas medias (TM) de AMERB Chaihuín. Línea morada entera marca cambio de ODP e INO a valores negativos, la línea segmentada episodio frío y de surgencia.

Figura 15. Distribución de especies objetivo AMERB Chaihuín Loco, Lapa y Choro (puntos azules), sobre los polígonos de litología en los sectores AMERB.

Figura 16. Distribución de abundancias de *Loxechinus albus* registradas durante las evaluaciones directas en el sector C. Se adjunta fecha de la evaluación.

Figura 17. Cosechas AMERB en individuos y biomasa de la XIV región de Los Ríos 2001-2013 (fuente: SERNAPESCA).

INDICE TABLAS

Tabla 1. Desembarques del año 2011 del sector artesanal total, AMERB y el porcentaje que representa del desembarque total. Cifras están en toneladas (Fuente: SERNAPESCA, 2011).

Tabla 2. Desembarques AMERB por Región durante el 2011 (Fuente: SERNAPESCA, 2011).

Tabla 3. Información general de las AMERB Chaihuín. A-C son las expuestas y la B es la estuarina.

Tabla 4. Ajuste de años según la fecha de las evaluaciones directas y el periodo de cosecha que evalúa.

Tabla 5. Resumen metodológico de las evaluaciones directas realizadas en el AMERB sector A en la caleta de Chaihuín. Periodo 2003-2012.

Tabla 6. Resumen metodológico de las evaluaciones directas realizadas en el AMERB sector B en la caleta de Chaihuín. Periodo 2003-2012.

Tabla 7. Resumen metodológico de las evaluaciones directas realizadas en el AMERB sector C en la caleta de Chaihuín. Periodo 2003-2012.

Tabla 8. Especies del genero *Fissurella* evaluaciones en los seguimientos de las AMERB Chaihuín.

Tabla 9. Tablas resultados ANOVA factorial sobre densidades de *C. concholepas*, *Fissurella* spp. y *Ch. chorus*. A) interacción año*sector especie Loco; B) interacción año*sector especie Lapa; C) factor año en Choro.

Tabla 10. Tablas resumen de resultados Tukey HSD en distribuciones de densidades para *C. concholepas*, *Fissurella* spp. y *Ch. chorus*. X representa diferencias significativas ($p < 0.05$).

- Tabla 11. Tablas resultados ANOVA factorial sobre tallas de *C. concholepas*, *Fissurella* spp. y *Ch. chorus*. A) interacción año*sector especie Loco; B) interacción año*sector especie Lapa; C) factor año en Choro.
- Tabla 12. Tablas resumen de resultados Tukey HSD en distribuciones de tallas para *C. concholepas*, *Fissurella* spp. y *Ch. chorus*.. X representa diferencias significativas ($p < 0.05$).
- Tabla 13. Manejos realizados en las AMERB Chaihuín. Manejos realizados a través de los años de funcionamientos de las 3 AMERB del sindicato de pescadores de Chaihuín.
- Tabla 14. Tabla de heterogeneidad ambiental en los sectores AMERB Chaihuín. Se indican las hectáreas totales y aptas de los sectores; la cantidad de parches y parches aptos; la cantidad de puntos GPS en todo el sector y en los parches aptos medidos en los ESBA.
- Tabla 15. Tabla de correlaciones cruzadas entre variables oceanográficas por mes (ASST-ASUR-INO-ODP). Solo se presentan los r mayores y significantes del análisis, para ASUR no se presentan valores ya que no muestra ningún desfase con significancia ($p < 0,05$).
- Tabla 16. Tabla de correlaciones cruzadas entre variables oceanográficas e indicadores biológicos MDP y TM por especie-sector AMERB. Coeficientes de correlación marcados en negro tienen significancia ($p < 0,05$). Valores en rojo representan el r más alto en correlaciones cruzadas sin significancia.

RESUMEN

Las poblaciones marinas bentónicas tienen etapas de vida con fases larvales y adultas bentónicas. Esta condición incide en el grado de distribución, dinámica poblacional, patrones de dispersión y reclutamiento. Muchas de estas especies son recursos marinos bajo explotación y están en permanente amenaza por los efectos prolongados de la pesca. Efectos oceanográficos inciden sobre la dinámica poblacional de estos recursos y en conjunto al efecto de su pesquería provocan cambios de estado, colapsos y efectos en sus indicadores biológicos.

En Chile las AMERB se constituyeron para regular las pesquerías S en evidente colapso por la apertura de los mercados desde 1980. Este régimen es un sistema eco-social de co-gestión en la administración de derechos de uso territorial para pesquerías bentónicas (DUPT). En la localidad de Chaihuín, las AMERBs tienen por especies objetivo a *C. concholepas*, *Ch. chorus* y *Fissurella* spp. Se identifican los eventos oceanográficos y se caracteriza la heterogeneidad ambiental, relacionando estos factores con los indicadores biológico-pesqueros de las especies objetivo, y describiendo sus patrones temporales y espaciales. Desde el año 2007 comienza un cambio hacia la fase fría de ODP y eventos fuertes de La Niña, además existe una tendencia negativa de las temperaturas y durante el 2009 ocurre un evento de surgencia muy fría, y posiblemente sin oxígeno, que en conjunto hacen colapsar las pesquerías y comunidades bentónicas.

Los resultados de este estudio evidencian que tanto la heterogeneidad ambiental (línea de costa, estuario y litología), como las fluctuaciones de fenómenos oceanográficos (ODP, ENOS, SST y surgencias) tienen implicancias sobre las poblaciones marinas bajo explotación en conjunto a sus comunidades. Se discute el efecto del régimen AMERB en el caso de estudio Caleta Chaihuín, donde se aumenta la resiliencia de especies objetivo con planes de manejo ejecutables y encajables al modelo AMERB. Se concluye que es necesario monitorear variables oceanográficas y considerar la heterogeneidad ambiental para tomar buenas decisiones de manejo en pesquerías S.

ABSTRACT

Benthic marine populations have life stages with benthic larval and adult stages. This condition affects the degree distribution, population dynamics, dispersal and recruitment patterns. Many of these species are marine resources exploitation and are under constant threat by the lingering effects of fishing. Oceanographic effects affect the population dynamics of these resources and the overall effect of the fishery cause state changes, collapses and their effects on biological indicators.

In Chile AMERBs were formed to regulate fisheries S in apparent collapse of the opening of the markets since 1980. This eco- system is a social system of co - management in the administration of territorial use rights for benthic fisheries (TURF). In the town of Chaihuín, AMERBs have the target species *C. concholepas*, *Ch chorus* and *Fissurella* spp. Oceanographic events are identified and environmental heterogeneity is characterized by relating these factors with indicators for fishery biology of the target species, and describing their temporal and spatial patterns. Since 2007 a change was beginning the cold phase of PDO and strong La Niña events, there is also a negative trend in temperatures and in 2009 a very cold upwelling event occurs, and possibly oxygen, which together make collapse fisheries and benthic communities.

The results of this study show that both environmental heterogeneity (shoreline, estuary and lithology), as fluctuations of oceanographic events such as the Pacific Decadal Oscillation, El Niño Southern Oscillation and upwelling have implications on marine populations under exploitation set to their communities. The effect of AMERB regime in Caleta Chaihuín case study where the target species resilience plans and nest model executable AMERB management increases is discussed. It concludes that it is necessary to monitor oceanographic variables and consider the environmental heterogeneity to make good management decisions in fisheries S.

1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

1.1. La ecología de los organismos bentónicos

La mayor parte de los invertebrados bentónicos presentan un ciclo de vida complejo que se caracteriza por la alternancia desde una etapa larval de vida pelágica y dispersiva, a una etapa juvenil y adulta bentónica relativamente sedentaria (Thorson, 1959; Roughgarden et al, 1988; Shanks et al 2003). Este ciclo de vida tiene escalas espacio-temporales definidas para cada etapa, lo que ha permitido a estos organismos colonizar¹, a través de su etapa larval, la amplia variedad de habitats disponibles a pesar de su sedentarismo adulto (Roughgarden et al, 1988; Shanks et al, 2003; Hilborn et al, 2003; Kinlan & Gaines, 2003). El éxito de esta colonización pasa por el ingreso de los individuos a la etapa juvenil-adulta bentónica a través del proceso de reclutamiento. El reclutamiento de invertebrados marinos bentónicos con larvas planctónicas se compone de tres componentes: alimentación larval, asentamiento y metamorfosis de las larvas, y la supervivencia y el crecimiento en el medio bentónico (Harrold et al, 1991). Dentro de estas etapas, la de asentamiento y metamorfosis larval es clave porque determina, en primera instancia, el ingreso de los individuos en una población. Esta etapa es influida por factores medioambientales y su heterogeneidad espacial, afectando las dinámicas poblacionales, sus conexiones y las escalas de distribución poblacional (Roughgarden et al, 1988; Orensanz et al, 2001; Marín & Moreno, 2002; Kinlan & Gaines, 2003; Shanks et al, 2003). Sin embargo a pesar de la importancia de la fase larval, la fase adulta de los organismos marinos bentónicos debe mantener la continuidad de la población a través del desove y la fertilización eficiente, lo que la hace de igual forma una fase relevante.

En la distribución espacial de los organismos bentónicos, la complejidad de su etapa adulta pasa por las fluctuaciones en la distribución de la abundancia total en un área determinada (Roughgarden et al, 1988; Hilborn et al, 2003), lo que Orensanz & Jamieson (1998) llaman “perfiles de concentración”². Estos perfiles de abundancia determinan los

¹ Para poblaciones marinas define como el establecimiento de nuevas poblaciones locales a través de la dispersión larval. Esta es una de las características que Hanski (1991) asigna al modelo de metapoblaciones.

² Es un concepto que describe la distribución de las densidades de una población dentro de un espacio determinado.

barrios³ reproductivos, de alimentación y de refugio dentro de una población bentónica, y están moldeados por las características de la dispersión larval y la heterogeneidad ambiental a través de su efecto sobre los patrones de asentamiento en la costa (Roughgarden et al, 1988; Kinlan & Gaines, 2003; Orensanz et al, 2001; Jacinto et al, 2013).

Como resultado de las historias de vida y sus fases tanto larval como adulta, las poblaciones de invertebrados macrozoobentónicos se organizan en parches o bancos heterogéneos, llegándose a describir distintas estructuras poblacionales según: el grado de conectividad entre bancos; el tiempo de desarrollo larval; el alcance espacial de su dispersión; y el contexto oceanográfico local (Roughgarden et al, 1988; Harrinson & Hasting, 1996; Orensanz & Jamieson, 1998; Orensanz et al, 2001; Marín & Moreno, 2002; Shanks et al, 2003). Las escalas espacio-temporal de la fase larval van determinando el resultado de la dispersión y las dinámicas poblacionales, desarrollándose desde modelos teóricos de pool larval bien mezclado con máxima conexión -poblaciones demográficamente abiertas-, hasta modelos de poblaciones cerradas autosostenibles con mínima conexión (Orensanz & Jamieson, 1998; Marín & Moreno, 2002; Shanks et al, 2003). Es en este contexto que se desarrolla el concepto de metapoblaciones⁴ para los organismos marinos bentónicos, ya que la conexión larval entre parches hace que estos sean considerados como subunidades poblacionales bajo las dinámicas fuente-sumidero o “Source and Sink” (Pulliam, 1988; Orensanz et al, 2001; Orensanz et al, 2005).

³ Zonas de agregación dentro de un parche o banco bentónico, las cuales cumplen objetivos o necesidades dentro de la población (reproducción, alimentación, refugio, etc.) (Orensanz et al, 2001).

⁴ Es necesario aclarar que el concepto de metapoblaciones es bastante amplio, diverso y de complementación constante. El concepto clásico de metapoblaciones fue acuñado por Levins (1970; tomado de Hanski, 1999), que desarrolló un modelo simple donde considera a la metapoblación como una población de poblaciones locales habitando una red de fragmentos infinitamente grande, y supone que todas las entidades básicas existentes (poblaciones locales) son idénticas, por lo tanto presentan el mismo comportamiento.

Hanski (1999) también genera aportes significativos para este concepto, ya que reconoce 3 procesos vitales para la ecología metapoblacional: la migración y cómo ésta afecta la dinámica local, la extinción de la población y el establecimiento de nuevas poblaciones locales o colonización. También es necesario mencionar los aportes al concepto con la metapoblación continente-isla de Harrinson (1991) (tomado de Harrinson & Hasting, 1996) y la dinámica metapoblacional fuente-sumidero de Pulliam (1988).

El avance científico sobre la ecología de poblaciones bentónicas tiene importancia para las pesquerías artesanales y la producción acuícola. Artículos científicos, revisiones y talleres consideran como clave el conocimiento de las dinámicas poblacionales para el manejo y evaluación de pesquerías (Orensanz & Jamieson, 1998; Orensanz et al, 2001; Castilla & Defeo, 2001; Defeo & Castilla, 2005; Orensanz et al, 2005; Techeira et al, 2010; Moreno et al, 2011; Aburto & Stotz, 2013). Es así, que se ha dicho que la metapoblación es un marco conceptual útil para el análisis y gestión de las pesquerías bentónicas en general (Orensanz and Jamieson, 1998).

1.2. Pesquerías bentónicas o pesquerías S.

Las pesquerías bentónicas de pequeña escala constituyen sistemas eco-sociales de importancia crítica para miles de comunidades costeras, que en su mayoría son integradas por personas pobres y vulnerables que obtienen su sustento de estos sectores (Orensanz et al, 2005; Defeo & Castilla, 2012). Por lo común estas pesquerías artesanales son denominadas “pesquerías S”⁵, y poseen características como ser de pequeña escala; estar espacialmente estructuradas y capturar poblaciones sedentarias (Orensanz et al, 2005).

La presión pesquera es soportada [por](#) las conexiones [larvales](#) entre bancos y las características oceanográficas que facilitan [la](#) retención-dispersión [larval](#) (Sinclair et al, 1985; Orensanz et al, 2001; Orensanz et al, 2005). Sin embargo, [una presión pesquera a lo largo del tiempo](#) en conjunto a fenómenos naturales de gran escala [-como ENOS-](#), pueden afectar el reclutamiento y la biomasa reproductora, generando efectos permanentes que cambian a la población de un estado a otro, y hacen que el stock pesquero colapse (Orensanz et al, 2001; Scheffer et al, 2009; Ortega et al, 2012; Defeo & Castilla, 2012). En [este](#) colapso actúan los efectos depensatorios o *efecto Allee antropogénico*⁶ (Ortega et al 2012), los que

⁵ El nombre S proviene de las características de estas pesquerías, las que en inglés repiten muchas veces la letra S (“*small fisheries, spatial structure and sedentary stocks*” tomado de Orensanz et al, 2005).

⁶ Depensación se define como un efecto negativo sobre el crecimiento de la población que pasa a ser proporcionalmente mayor cuanto el tamaño de la población disminuye. Poblaciones que han experimentado depensación son propensas a nuevas reducciones de tamaño, incluso en ausencia de explotación, y por tanto, tienen un mayor riesgo de extinción (Orensanz et al, 2001). [Para](#) considerar el efecto del hombre, Ortega et al (2012) lo llamaron efecto *Allee antropogénico* porque el factor pesca actúa en esta reducción poblacional que tendencia al stock hacia el colapso pesquero.

mantienen los bajos números de individuos que entran al stock pesquero. Es así que ante el colapso generalizado en las pesquerías S, la evaluación, manejo y control del factor pesca se ha ido desarrollando e implementando bajo ideas de administración territorial (ej. DUTP), que promuevan la sostenibilidad de la actividad a través del tiempo.

1.3. Los DUTPs y el régimen AMERB.

Los derechos de uso territorial en pesquerías o DUTP son figuras de administración pesquera, donde se asignan áreas delimitadas a usuarios para ejercer la actividad extractiva, teniendo un acceso exclusivo o regulado a los recursos objetivos (Christy, 1983; Defeo & Castilla, 2012). En los DUTPs por lo general confluyen distintos actores⁷ que deben interactuar y coordinarse para que la medida sea efectiva. Dentro de los niveles de administración de un DUTP, los sistemas de co-manejo⁸ en pesquerías bentónicas y demersales podrían ser considerados como una forma de gobernabilidad⁹ efectiva (Techeira et al, 2010; Gutiérrez et al, 2011; Defeo & Castilla, 2012).

En el contexto [mundial](#) de DUTPs orientados hacia el co-manejo no existen experiencias exitosas a [escala](#) nacional, sin embargo, en Chile el régimen de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) es [considerado el](#) más efectivo (Defeo & Castilla, 2012). Este se aproximaría a un tipo de co-manejo consultivo, en el cual las propuestas hechas por los usuarios, son acogidas por el Estado¹⁰ quien determina las medidas de manejo para las pesquerías entregadas en derechos de uso exclusivo a Organizaciones de Pescadores Artesanales (OPAs) (Orensanz et al, 2005; Techeira et al, 2010; Defeo & Castilla, 2012). Las AMERB se constituyen plenamente desde 1997¹¹,

⁷ Usuarios y/o pescadores, sector público, comunidades litorales, ONG, fundaciones, empresas, etc.

⁸ Usando una recopilación de casos individuales, Gutiérrez et al (2011) argumentan que el co-manejo basado en comunidades podría prevenir los efectos de la tragedia de los comunes, dado que la gestión cooperativa entre pescadores, administradores y académicos resulta a menudo en pesquerías sostenibles.

⁹ Es una forma de evaluar la capacidad de gobernanza en la pesquería (Defeo & Castilla, 2012).

¹⁰ El Estado sería el administrador pesquero representado a través de la entidad pública de la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA).

¹¹ Las AMERB por ley fueron legales desde el 1991 con la promulgación de la Ley General de Pesca y Acuicultura Nro 18.892, pero fueron realmente viables después del 1997 con la creación de distintos reglamentos y documentos técnicos (Montecinos, 2000).

siendo este, un esfuerzo por modificar magros resultados históricos y de revertir la sobreexplotación en las pesquerías bentónicas chilenas (Techeira et al, 2010). El régimen resultado del desarrollo científico y la experiencia empírica del sector pesquero artesanal (Montecinos, 2000), los que principalmente concentraron sus esfuerzos en la recuperación de la pesquería colapsada de *Concholepas concholepas* –Loco-, que en conjunto a otras especies, experimentaron una fuerte presión pesquera motivada por la globalización de los mercados y el acceso abierto a los recursos pesqueros (otros ejemplos: *Mytilus chilensis*, *Choromytilus chorus*, *Mesodesma donacium*, *Loxechinus albus*, etc.) (Montecinos, 2000; Portales, 2004; González et al, 2005; Orensanz et al, 2005; Techeira et al, 2010; Moreno et al, 2011; Ortega et al, 2012; Aburto & Stotz, 2013).

Actualmente en Chile, existen bajo la administración pública 765 AMERB declaradas (ver fig. 1). Aproximadamente unas 500¹² están en funcionamiento -o ejecución- y ellas representan 120.000 ha de superficie de mar costero. Un total aproximado de casi 700 organizaciones de pescadores artesanales, se encuentran incorporadas en el sistema de tramitaciones del régimen AMERB, de las cuales, alrededor de 340 cuentan con asignación de al menos 1 sector bajo régimen AMERB, lo que representa una cifra cercana a los 23.000 pescadores involucrados (SERNAPESCA, 2011).

A lo largo del funcionamiento de las AMERB se han declarado desembarques de 56 especies diferentes, lo que demuestra la alta diversidad de recursos que componen la oferta de la pesquería bentónica para el sector pesquero artesanal (Techeira et al, 2010). Según estadísticas de SERNAPESCA, el año 2011, el desembarque proveniente de AMERB alcanzó las 10.660 toneladas incluyendo algas y moluscos, lo que significó un aporte del 0,5% al total artesanal nacional. De las principales especies, *C. concholepas* lidera con una incidencia porcentual del 72% durante el 2009, seguido por *M. donacium* con un 89% de participación (Techeira et al, 2010). Por el contrario, el aporte de *L. albus* a través de las AMERB está en torno al 1% del desembarque nacional, a pesar de ser el segundo recurso pesquero bentónico más importante del país en términos económicos (Techeira et al, 2010). Para el año 2011, la [tabla 1](#) muestra la incidencia del sistema AMERB en la pesquería artesanal.

¹² 549 sectores en ejecución durante el año 2011 (SERNAPESCA).

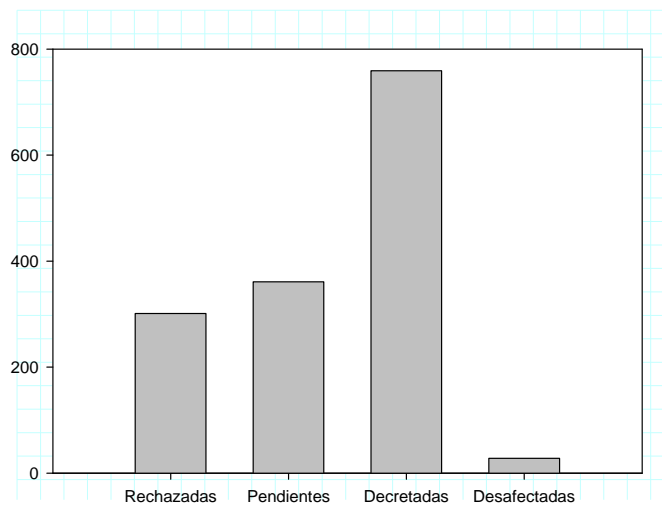


Figura 1. Numero de áreas dentro del proceso de asignación AMERB. Rechazadas (por observación de alguna institución pública); Pendientes (que se encuentran en proceso de asignarse); Decretadas (que están en etapa de implementación PMEAs); Desafectadas (que no han cumplido con la reglamentación o han sido abandonadas) (FUENTE: SUBPESCA).

Tabla 1. Desembarques año 2011 sector artesanal total, AMERB y el porcentaje que representa del desembarque total. Cifras están en toneladas (Fuente: SERNAPESCA).

Especies	AMERBs	Total artesanal	%AMERBs
Algas	5352	403496	1,30%
<i>Lessonia nigrescens</i>	2030	241633	0,80%
<i>Lessonia trabeculata</i>	1657	46239	3,60%
<i>Gracilaria chilensis</i>	1311	42224	3,10%
<i>Sarcothalia crispata</i>	100	29559	0,30%
Moluscos	5148	195775	2,60%
<i>Mesodesma donacium</i>	2452	2734	89,70%
<i>Concholepas concholepas</i>	1959	2255	86,90%
<i>Choromytilus chorus</i>	264	541	48,80%
<i>Venus antiqua</i>	179	20359	0,90%
Equinodermos	160	33082	0,50%
<i>Loxechinus albus</i>	158	31901	0,50%

Por último, el levantamiento de información sobre el régimen AMERB está ligado a los Estudio de Situación Base (ESBA), Plan de Manejo de Extracción del Área (PMEA) e Informes de Seguimiento, por lo que ante cualquier investigación y/o monitoreo que se desee realizar en torno a las pesquerías, este puede ser basado en esa información. El (ESBA) se refiere a una caracterización del sistema bentónico en su conjunto, considerando parámetros biológicos y poblacionales de las especies objetivo, comunidad bentónica asociada, y además de una caracterización litológica del fondo marino. Con la información preliminar entregada por el ESBA se desarrolla el PMEa, que planifica las acciones de manejo y objetivos específicos para el área, los que deben apuntar hacia la productividad y conservación de los recursos objetivos. Los Informes de Seguimiento (anualmente) evalúan las especies principales, comunidades bentónicas, constatan el cumplimiento del PMEa, y dan los argumentos técnicos para asignar las cuotas de extracción. El informe de seguimiento determina cuotas de extracción a través de una Evaluación Directa de los recursos objetivos, esta es una forma de estimación del stock poblacional, de esta se pueden estimar los stocks pesqueros según los criterios consensuados y la reglamentación pesquera vigente. Estos estudios se hacen a través de un asesoramiento técnico profesional, los cuales se encuentran normados y estandarizados en el reglamento técnico-legal “Documento Técnico AMERB” (Montecinos, 2000; Techeira et al, 2010).

1.4. Fundamentación y formulación del problema

A nivel nacional, las especies objetivo¹³ del régimen AMERB están distribuidas principalmente sobre los sectores asignados, estos se caracterizan comúnmente por estar asociados a procesos oceanográficos y otros medioambientales que favorecen, la retención larvaria y las distintas etapas en las historias de vida de los recursos pesqueros (González et al, 2005). La distribución de *C. concholepas*, se da con la delimitación de subpoblaciones que corresponden a las AMERB y las áreas históricas intercaladas, además las distintas especies evaluadas tienen historias de vida y dinámicas poblacionales distintas, pero los recursos en un AMERB son evaluados considerando solo el área asignada, sesgando la conectividad entre bancos, el tamaño de la distribución poblacional real y sus fluctuaciones (González et al, 2005; Lara et al, 2007). Esto justifica abordar las pesquerías de *C.*

¹³ Especies que son evaluadas y cosechadas principalmente en un sector AMERB.

concholepas y otras especies objetivo (*Fissurella* spp., *L. albus*, *M. donacium*, etc.) bajo criterios espaciales que consideren sus dinámicas poblacionales, comunidades asociadas, procesos pesqueros particulares, heterogeneidad ambiental y procesos oceanográficos (Orensanz et al, 2001; Techeira et al, 2010; Aburto & Stotz, 2013). Considerando el último punto, se hace necesario un análisis de la información biológica-pesquera disponible en las AMERB con los procesos medioambientales (heterogeneidad ambiental y procesos oceanográficos) que han ocurrido durante la aplicación del régimen. Esto tiene real importancia para saber, por ejemplo, los efectos de fenómenos oceanográficos de gran escala como El Niño Oscilación del Sur (ENOS), la Oscilación Decadal del pacífico (ODP) y otros de menor escala (ej.: surgencia, temperaturas extremas, etc.) sobre las pesquerías S, poblaciones marinas y comunidades bentónicas, lo cual ya ha sido reportado de forma aislada sin considerar el contexto y datos disponibles del régimen AMERB (Mantua et al, 1997; Moreno et al, 1998; Orensanz et al, 2001; Marín & Moreno, 2002; Cantillánéz et al, 2005; Vásquez et al, 2006; Moreno et al, 2008; Gaymer et al, 2010; Avendaño & Cantillánéz, 2011; Ortega et al, 2012).

Dentro de la Región de los Ríos (XIV) existen 38 sectores AMERB, los que en su conjunto aportaron el 2011 un 1,9% al desembarque AMERB nacional (ver tabla 2). *C. concholepas* y *Fissurella* spp. son comúnmente recursos objetivo de las AMERB en la Región (Portales, 2004), aunque también existen AMERB con otras especies evaluadas como *C. chorus*, *L. albus*, *P. chilensis*, *M. donacium*, *A. psittacus*, *A. chilensis*, *A. atra*, *C. coronatus* y especies de algas como *D. antártica*, *L. trabeculata* y *S. crispata* (SERNAPESCA, 2013).

Tabla 2. Desembarques AMERB por Región durante el 2011. Fuente: SERNAPESCA.

Región	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Total
Desembarque AMERB (tn)	7	469	114	768	5192	466	25	5	384	0	200	3003	27	0	10.660
% del total nacional	0,1	4,4	1,1	7,2	48,7	4,4	0,2	0,0	3,6	0,0	1,9	28,2	0,3	0	100%

En la localidad de Chaihuín, el sindicato de pescadores artesanales tiene bajo su administración 3 AMERB, de las cuales 2 se encuentran en expuestas al mar y 1 se encuentra dentro del estuario del río Chaihuín. Estas áreas de manejo presentan condiciones ambientales y administrativas particulares, que son un buen antecedente para generar un análisis de su información pesquera, evidenciar los patrones de variación espacial y temporal en sus indicadores biológico-pesqueros (abundancia, talla y cosecha) y evaluar si estos responden o pueden relacionarse con factores del ambiente marino, tanto variables oceanográficas (ODP, ENOS, surgencia) como la heterogeneidad ambiental (litología, línea de costa), lo cual hasta ahora no ha sido estudiado.

2. HIPOTESIS

- Existe variaciones temporal y espacial en los indicadores biológico – pesqueros de las especies objetivo *C. concholepas*, *Ch. chorus* y *Fissurella* spp. en las AMERB de Chaihuín, y estas son explicadas por fenómenos oceanográficos y la heterogeneidad ambiental.

3. OBJETIVO GENERAL

- Determinar si existen variaciones espaciales y/o temporales en los indicadores biológico – pesqueros obtenidos de los estudios en los sectores AMERB “A, B y C” de Chaihuín, y asociarlos con patrones del ambiente marino observados en el área de estudio.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar patrones temporales y/o espaciales de las especies objetivo *C. concholepas*, *Ch. chorus* y *Fissurella* spp. en las AMERB A, B y C, y a través de sus indicadores biológico-pesqueros obtener una aproximación a sus dinámicas poblacionales.
- Caracterizar [procesos oceanográficos](#) y la heterogeneidad del ambiente marino costero [sobre el área de estudio](#), relacionando sus patrones con los observados en los indicadores biológico-pesqueros de las AMERB Chaihuín.
- Discutir sobre las metodologías y el efecto del régimen AMERB en las especies objetivo de Chaihuín. Inferir si este caso de estudio es confiable para pretender modelos pesqueros bajo enfoque ecosistémico.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Área de Estudio

La localidad de Chaihuín se encuentra a 25 km de la ciudad de Corral, Región de los Ríos (39° 57' S- 73° 36' W). Es una zona con alto grado de conservación, ya que se encuentra entre dos reservas naturales: i) Parque Nacional Alerce Costero (Público) y; ii) Reserva Costera Valdiviana (Privado – The Nature Conservancy), los cuales protegen 63.200 hectáreas de bosques nativos costeros de la selva valdiviana. Esto implica una menor presencia de impactos antropogénicos de tipo industrial, forestal y otras actividades con las que conviven muchas comunidades litorales a lo largo de la costa (ver fig. 2).

El área de estudio incluye la desembocadura del río Chaihuín, el cual forma un estuario de barra que posee dunas de arena con una extensión aprox. de 2 km. Las precipitaciones anuales llegan a un promedio de 1871.0 mm (Dirección Meteorológica de Chile: <http://www.meteochile.gob.cl/precipitacion.html>). La climatología mensual de la TSM o SST (Temperatura Superficial del Mar) para la zona de Chaihuín se muestra en la figura 3, destacando los meses entre Enero-Marzo como los más cálidos y entre Junio-Agosto como los más fríos.

Alrededor de la desembocadura del río Chaihuín se encuentra una importante cantidad de playas rocosas, destacando la “Punta Chaihuín”, que se caracteriza por ser la más expuesta al oleaje dentro de la zona de estudio. Las demás playas rocosas están semi-protegidas del viento por la forma del litoral, destacando la playa de “Los Colmillos de Chaihuín”. La parte submareal de estas playas rocosas poseen litológicamente fondos rocosos, bolones, paredes rocosas y zonas de arena.

Los sectores expuestos al mar, denominados A y C, son los que se encuentran en las playas rocosas “Punta Chaihuín” y “Los Colmillos de Chaihuín” respectivamente, siendo la primera más expuesta al oleaje que la segunda por encontrarse semi-protegida del viento. A pesar de que el río Chaihuín “divide” a los sectores y aporta nutrientes a la zona, el sector A se encuentra aparentemente con un efecto más directo de la descarga del efluente por su proximidad (Figura 2). Por otra parte, el sector B se encuentra dentro del estuario del río Chaihuín, por lo que este podría reaccionar distinto a efectos oceanográficos.

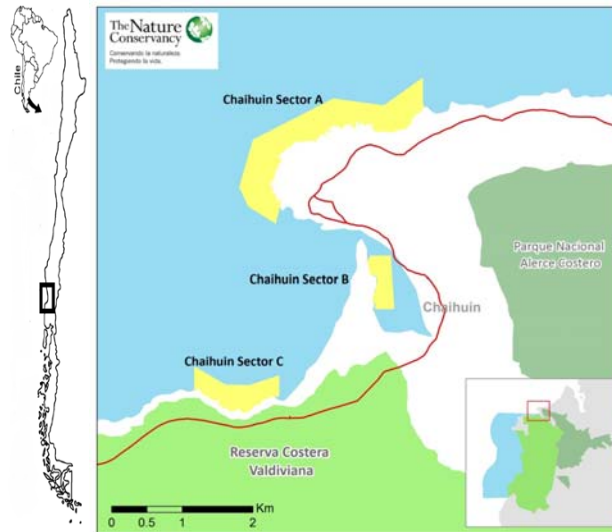


Figura 2. Mapa del Área de estudio. La localidad de Chaihuín ($39^{\circ} 57' S- 73^{\circ} 36' W$) posee la presencia del río Chaihuín y su estuario, además de las dos reservas (RCV y Parque Nacional AC). En este contexto el Sindicato de Pescadores tiene 3 sectores AMERB (polígonos amarillos). Fuente: TNC.

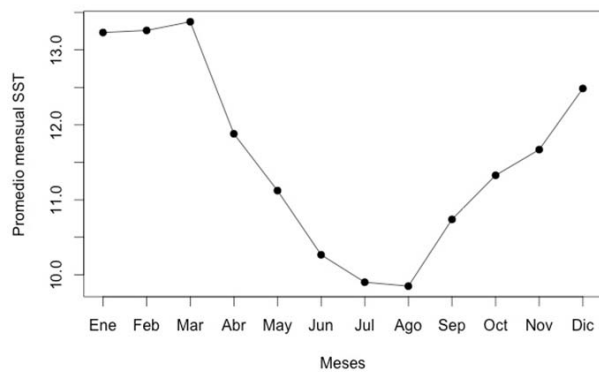


Figura 3. Climatología de SST para la costa de Chaihuín región de Los Ríos durante el periodo de estudio.

En las zonas expuestas se identifica una importante presencia de algas verdes, rojas y pardas, destacándose a *Lessonia trabeculata* y *Macrocystis pyrifera* a lo largo de la costa. Entre estos bosques de macroalgas se observan algunas especies de peces de roca representadas principalmente por *Pinguipes chilensis*. Dentro de los macrozooinvertebrados que destacan decápodos (*Homalaspis plana*, *Cancer edwardsi*, *Cancer setosus*, *Taliepus dentatus*); cirrípedos (*Notochthamalus scabrosus*, *Jehlius cirratus*, *Austromegabalanus psittacus*); ascidias (*Pyura chilensis*); equinodermos (*Loxechinus albus*, *Meyenaster gelatinosus*); bivalvos (*Mytilus chilensis*, *Semimytilus algosus*, *Perimytilus purpuratus*); gastrópodos (*Concholepas concholepas*, *Fissurella* spp., *Acanthina monodon*, *Tegula atra*, *Chiton* spp., Nudibranchios) y poríferos. Para el ambiente del estuario la biodiversidad es menor con grandes abundancias de *Choromytilus chorus*, *Mytilus chilensis*, *Hemigrapsus crenulatus* y *Jehlius cirratus*.

5.2. O gwof qmi %F evqit'gus wgt qu'bp'iq'pq'e'hu'CO GTDu'lp'ie'iqe'nf ef 'f'g'' Chaihuín.

Se recolectan los datos pesqueros históricos de las evaluaciones realizadas en las AMERB Chaihuín (Resoluciones SUBPESCA e informes de consultoras). Una revisión previa de la información pesquera histórica tuvo que ser realizada para plantear las hipótesis que sean metodológicamente realizables. Esta revisión evidencia características del sistema AMERB en sus unidades (sectores), y particularmente, como estas se han desarrollado en la localidad de Chaihuín.

En la tabla 3, se muestran los datos cualitativos generales de los 3 sectores en la localidad de Chaihuín. Se destaca que para el área A y C la especie principal es *C. concholepas*, mientras que para el sector B es *Ch. chorus*. Los sectores distintos en sus tamaños, siendo el sector A el más grande con 72,5 Ha, seguido por el sector C con 22,35 Ha y por último el sector B con 13 Ha. Por otra parte debido a la disponibilidad de los datos en las especies evaluadas, se considerará a las lapas como una pesquería multiespecífica (*Fissurella* spp.), ya que sus evaluaciones han sido irregulares para tomarlas como especies por separado. Por último, en los informes de seguimiento se indica la presencia de *Mytilus chilensis* (sector B) y *Loxechinus albus* (sector C) como especies secundarias de las cuales

se indican algunos datos, pero su presencia no se evalúa en todos los seguimientos, por lo cual no se incluyen dentro de los análisis por falta de información.

Tabla 3. Información general de las AMERB Chaihuín. Se entregan los datos de las 3 áreas, A-C son las expuestas y la B es la estuarina.

Sector	Especies Cosechadas	Especies Evaluadas	Periodo de datos	Nro. de Informes
A	<i>C. concholepas</i>	<i>C. concholepas</i> <i>Fissurella</i> spp.	2003 - 2012	9
B	<i>Ch. chorus</i>	<i>Ch. chorus</i> <i>M. chilensis</i>	2003 - 2012	9
C	<i>C. concholepas</i>	<i>C. concholepas</i> <i>Fissurella</i> spp. <i>L. albus</i>	2003 - 2012	8

Por otra parte, los informes de seguimiento no son continuos, ya que las edades de las AMERB Chaihuín son de 12 años, pero existen 9 informes para los sectores A, B y 8 informes para el sector C. El sector A tiene un año sin evaluación (2010), el sector B también tiene un año sin evaluación (2006) y el sector C tiene 2 años sin evaluaciones (2009-2010). Como el monitoreo de las AMERB Chaihuín no es anualmente continuo en el periodo 2003-2012, la forma como se considerará al tiempo para analizar la variabilidad temporal será asignando las evaluaciones directas a los años de cosecha que le correspondan (ver tabla 4). Para la relación con variables oceanográficas y la explicación de los fenómenos claves que se observen, se considerara la estación-año donde se realizó la evaluación.

5.2.1. Datos pesqueros cuantitativos AMERB.

Dentro de los indicadores biológico-pesqueros considerados están las densidades, distribuciones de tallas y las cosechas legales. De igual forma existe información aislada o no completa (ej. especies secundarias, talla-peso, comunidades bentónicas, precio, cuotas, etc.), por lo que será incorporada en la discusión en la medida de lo necesario.

Tabla 4. Ajuste de años según la fecha de las evaluaciones directas y el periodo de cosecha que evalúa.

Estudio A	Fecha Evaluación Directa - Sector A	Año Homologado - Sector A	Estudio B	Fecha Evaluación Directa - Sector B	Año Homologado - Sector B	Estudio C	Fecha Evaluación Directa - Sector C	Año Homologado - Sector C
ESBA-PMEA	ene-03	2003	ESBA-PMEA	dic-02	2003	ESBA-PMEA	ene-03	2003
1er Seg	nov-03	2004	1er Seg	ene-04	2004	1er Seg	nov-03	2004
2do Seg	nov-04	2005	2do Seg	dic-04	2005	2do Seg	nov-04	2005
3er Seg	oct-05	2006	3er Seg	ene-07	2007	3er Seg	oct-05	2006
4to Seg	nov-06	2007	4to Seg	ene-08	2008	4to Seg	ene-07	2007
5to Seg	ene-08	2008	5to Seg	ene-09	2009	5to Seg	ene-08	2008
6to Seg	nov-08	2009	6to Seg	ene-10	2010	6to Seg	dic-10	2011
7mo Seg	dic-10	2011	7mo Seg	jun-11	2011	7mo Seg	ene-12	2012
8vo Seg	ene-12	2012	8vo Seg	sep-12	2012			

Como se identifican superficies totales distintas para cada sector y diferencias metodológicas en las evaluaciones directas, se consideran a densidades ponderadas para los sectores expuestos, definidas por unidades muestrales de individuos/60 m². Solo para el sector B se considera a la densidad ~~total~~ como indicador cuantitativo de Ch. chorus ~~en cada especie, ya que la densidad considera un número de individuos sobre un área determinada (individuos/superficie), permitiendo estandarizar las abundancias entre los 3 sectores para análisis y comparaciones~~. Los datos georreferenciados obtenidos desde las evaluaciones directas serán analizados a través de mapas GIS mediante el software arcGIS (versión 9.3), con el objetivo de observar las distribuciones de abundancia-densidad en las especies objetivo. A la distribución espacial, se le adiciona la estimación de la Abundancia Calculada por la Consultora (ACC) y la Media de Densidad Ponderada (MDP), con el objetivo de ver si los cambios en densidad responden a cambios en la cobertura y magnitud de los parches dentro de las AMERB Chaihuín. Este análisis se hace considerando a la densidad como una variable categórica dentro del sector y no como una variable continua, ya que comúnmente así se consideran los análisis de distribuciones de las especies dentro de los informes de seguimiento.

Para la distribución de tallas se realizan histogramas, se calculan las Tallas Medias (TM) y el porcentaje de stock pesquero (%S), con el objetivo de ver cómo cambia la estructura de tallas considerando la información que nos entregan principalmente los histogramas por especie y sector.

La exploración gráfica de los parámetros biológico-pesqueros, es realizada con el software [R 3.0.2 \(R Development Core Team 2009\)](#).

5.2.1.1. Litología

Para analizar la litología de las AMERB Chaihuín y evaluar su heterogeneidad ambiental, se toma la información de los ESBA de cada sector. Los datos georreferenciados se grafican con arcGIS, se caracteriza la diversidad de sustratos y se identifica cantidad de parches por sustrato.

5.2.2. Variables oceanográficas.

Se obtienen datos satelitales descargados desde el portal digital de la NASA “Giovanni”¹⁴ <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni/>, los índices de ODP fueron obtenidos del portal <http://jisao.washington.edu/pdo/PDO.latest> y los índices de ENOS desde las páginas de la NOAA http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml.

Los datos oceanográficos considerados son analizados gráficamente con los promedios estacionales de Primavera-Verano para cada año dentro periodo de estudio.

5.2.3.2.1. ODP y ENOS.

La Oscilación Decadal del Pacífico (ODP) es un fenómeno interdecadal que se mide con el índice ODP, este se calcula en base a anomalías en la temperatura superficial del mar en el Polo Norte (20 N). Este índice a pesar de que se mide en el hemisferio Norte, es usado para predecir periodos fríos o cálidos de la ODP en todo el océano Pacífico (Ancapichún & Garcés-Vargas, 2014).

¹⁴ Los datos fueron descargados dentro del periodo Febrero 2002- Abril 2013.

El [Niño Oscilación del Sur](#) (ENOS) [se mide a través del](#) Índice Oceánico del Niño (ONI), [este](#) índice se basa en las anomalías de la [Temperatura Superficial del Mar](#) (ASST) promedio de la región Niño 3,4 (5°N-5°S, 120°-170°W) y es la principal medida para el seguimiento, evaluación y predicción de ENOS usado por la NOAA (Ancapichún & Garcés-Vargas, 2014). Es un índice mensual que indica periodos de fase cálida y fría del ENOS sobre un umbral de +/- 0.5. Por razones históricas se definen los episodios fríos y calientes, cuando en el umbral se alcanza un mínimo de 5 temporadas consecutivas de solapamiento.

5.23.22.2. Temperaturas y Surgencias.

Se considerará una zona entre los 40.0 - 39.7 S y 74.4 - 73.4 W para analizar los datos satelitales de temperatura superficial del mar (SST), en los cuales se utilizará un promedio de 5 puntos en la zona más costera y un promedio de 5 puntos en la zona más oceánica (aprox. 100km de distancia). A la SST de costa se le calcula su anomalía (ASST).

De la diferencia entre SST costa y SST océano se calcula un índice de la surgencia local. Se asume que en un evento de surgencia las aguas costeras tienen menor temperatura que las aguas más oceánicas. Así, si la diferencia es positiva podríamos decir que existe un evento de convergencia de aguas, y si la diferencia es negativa, podríamos decir que existe un evento de surgencia en la zona. Similar índice ha sido utilizado por Queiroga et al (2006) y Pardo et al (2012) en estudios realizados en la Península Ibérica y en el estuario del río Valdivia respectivamente. Al índice de surgencia se le calcula su anomalía (ASUR) para realizar los análisis con otros parámetros,

Para los índices ODP - ONI el periodo considerado es entre Enero de 2000 - Marzo de 2013, se utilizan sus valores mensuales y se calculan promedios estacionales de Primavera-Verano. Para ASST - ASUR el periodo considerado es entre Febrero 2002 - Abril 2013, se utilizan sus valores mensuales y se calculan promedios estacionales de Primavera-Verano.

Las exploraciones de datos y análisis gráficos fueron realizados con el software R versión 3.0.2 (R Development Core Team 2009).

5.2.3. Análisis de datos.

Para analizar estadísticamente los efectos espaciales y temporales en indicadores biológico-pesqueros se pone a prueba la normalidad en los datos de densidad y talla, a través de una exploración de los residuales para modelos lineales y binomiales negativos. Los modelos lineales se ajustan con transformaciones Box-Cox¹⁵. Para elegir los mejores modelos predictivos, se utilizó el Criterio de Información de Akaike (AIC)¹⁶ contrastando a modelos lineales con binomiales negativos para densidad y talla.

Para probar los efectos de los factores año y sector en los indicadores de AMERBs expuestas (A y C), se realizó un ANOVA factorial para cada indicador. En los indicadores del sector B también se puso a prueba el efecto del año a través de un ANOVA. Para probar los efectos dentro del factor año, se realizó un test de Tukey HSD para cada indicador en cada sector AMERB, pudiendo detectar diferencias entre años consecutivos y periodos de años con o sin cambios.

Para identificar relaciones entre indicadores biológicos y variables oceanográficas se aplican: a) Regresiones simples tendencias a través del tiempo en ODP, ONI, ASST y ASUR, se consideran los datos mensuales; b) Correlaciones entre ODP-ONI y entre ASST-ASUR, se consideran los datos mensuales; c) Correlaciones cruzadas entre variables oceanográficas ONI-ODP como predictoras y ASST-ASUR como variables de respuesta, se consideran datos mensuales para este análisis. d) Correlaciones cruzadas entre variables oceanográficas (predictoras) e indicadores biológicos de *C. concholepas*, *Fissurella* spp. y *Ch. chorus* (respuesta). Para estas últimas se consideran las anomalías de los datos estacionales donde se realizaron las evaluaciones directas y solo se considera hasta un desfase o *lag* de 2, ya que mayores desfases implican una relación de muy pocos datos.

¹⁵ Transformación del tipo potencial que se utiliza para corregir sesgos en la distribución de residuales o errores.

¹⁶ El criterio de información de Akaike es una herramienta para elegir qué modelo se ajusta más a los datos, estimando la cantidad de puntos que no son explicados por el modelo. El criterio entrega valores y mientras menor valor tenga AIC, este será un mejor modelo para representar los datos. Sin embargo, AIC no indica cuanto representa.

Los test estadísticos se realizaron con el software R versión 3.0.2 (R Development Core Team 2009).

6. RESULTADOS

6.1. Evaluaciones directas y metodologías.

En las tres AMERB de Chaihuín las evaluaciones directas se realizaron principalmente entre los meses de Octubre-Enero. Las metodologías utilizadas no son iguales a lo largo del seguimiento, ya que se presentan variaciones a través de los años en la superficie de la unidad muestral, cantidad de estaciones, número de unidades muestrales por estación y la superficie muestreada. Además, los n muestrales por especie para distribución de tallas también son desiguales en todos los sectores a lo largo de los años de funcionamiento del régimen (ver tablas 5, 6, 7). Por último, la cantidad de especies de *Fissurella* consideradas por seguimiento por sector es distinto a lo largo del tiempo (Tabla 8).

Tabla 5. Resumen metodológico de las evaluaciones directas realizadas en el AMERB sector A en la caleta de Chaihuín. Periodo 2003-2012.

Año	Método	Nro. U muestrales por estación	Superficie de U de muestreo (m ²)	Nro. de estaciones	Superficie muestreada (m ²)	Especies evaluadas (n muestreado)
2003	Transecto	1	60	84	5,040	loco (771); lapa (354)
2004	Transecto	1	120	84	10080	loco (818); lapa (308)
2005	Transecto	1	120	84	10080	loco (843); lapa (212)
2006	Transecto	1	120	84	10080	loco (470); lapa (262)
2007	Transecto	1	120	96	11520	loco (509); lapa (NA)
2008	Transecto	1	120	96	11520	loco (719); lapa (196)

2009	Transecto	1	120	96	11520	loco (320); lapa (283)
2011	Transecto	1	120	96	11520	loco (424); lapa (314)
2012	Transecto	1	200	49	9800	loco (532); lapa (107)

Tabla 6. Resumen metodológico de las evaluaciones directas realizadas en el AMERB sector B en la caleta de Chaihuín. Periodo 2003-2012.

Año	Método	Nro. U muestréales por estación	Superficie de U de muestreo (m ²)	Nro. de estaciones	Superficie muestreada (m ²)	Especies evaluadas (n muestreado)
2003	Transecto ; Cuadrantes	NA	0,0625	104	6,5	Choro (263); Chorito (NA)
2004	Transecto ; Cuadrantes	NA	0,0625	116	7,3	Choro (538); Chorito (NA)
2005	Transecto ; Cuadrantes	1	0,0625	116	7,3	Choro (622); Chorito (123)
2007	Transecto ; Cuadrantes	6	0,0625	26	9,8	Choro (428); Chorito (NA)
2008	Transecto ; Cuadrantes	4	0,0625	36	9,0	Choro (307); Chorito (128)
2009	Transecto ; Cuadrantes	4	0,0625	108	27,0	Choro (356); Chorito (93)
2010	Transecto ; Cuadrantes	5	0,0625	30	9,4	Choro (456); Chorito (NA)
2011	Transecto ; Cuadrantes	6	0,0625	24	9,0	Choro (322); Chorito (24)
2012	Transecto ; Cuadrantes	5	0,0625	29	9,1	Choro (294); Chorito (NA)

Tabla 7. Resumen metodológico de las evaluaciones directas realizadas en el AMERB sector C en la caleta de Chaihuín. Periodo 2003-2012.

Año	Método	Nro. U muestréales por estación	Superficie de U de muestreo (m2)	Nro. de estaciones	Superficie muestreada (m2)	Especies evaluadas (n muestreado)
2003	Transecto	1	60	60	7,200	loco (549); lapa (155); erizo (42)
2004	Transecto	1	120	60	7,200	loco (561); lapa (27); erizo (63)
2005	Transecto	1	120	60	7,200	loco (399); lapa (274); erizo (NA)
2006	Transecto	1	120	60	7,200	loco (315); lapa (276); erizo (28)
2007	Transecto	1	120	48	5,760	loco (461); lapa (32); erizo (NA)
2008	Transecto	1	120	36	4,320	loco (215); lapa (32); erizo (NA)
2011	Transecto	1	120	48	5,760	loco (194); lapa (74); erizo (117)
2012	Transecto	1	200	21	4,200	loco (398); lapa (19); erizo (223)

Tabla 8. Especies del genero *Fissurella* evaluaciones en los seguimientos de las AMERB Chaihuín.

Año	Sector A	Sector C
2003	<i>F. cumingi</i> , <i>F. costata</i> ,	<i>F. costata</i> , <i>F. nigra</i> , <i>F. cumingi</i>
2004	<i>F. costata</i> , <i>F. picta</i> , <i>F. nigra</i>	<i>F. costata</i> , <i>F. nigra</i> ,
2005	<i>F. cumingi</i> , <i>F. latimarginata</i> <i>Fissurella</i> spp.	<i>F. picta</i> <i>F. nigra</i> , <i>F. cumingi</i> , <i>F. latimarginata</i>
2006	<i>Fissurella</i> spp.	<i>Fissurella</i> spp.
2007	<i>Fissurella</i> spp.	<i>F. picta</i> <i>F. nigra</i> , <i>F. cumingi</i>
2008	<i>F. cumingi</i> ,	<i>F. nigra</i> ,
2009	<i>Fissurella</i> spp.	NA
2010	NA	NA
2011	<i>F. cumingi</i>	<i>F. nigra</i> , <i>F. cumingi</i>
2012	<i>F. cumingi</i> , <i>F. costata</i> , <i>F. nigra</i>	<i>F. costata</i> , <i>F. nigra</i> , <i>F. cumingi</i> , <i>F. picta</i>

6.2 Densidades en *C. concholepas*, *Fissurella* spp. y *Ch. chorus*.

A modo general se observa que la mayoría de los valores de las Medias de Densidad Ponderadas (MDP) de *Concholepas concholepas* y *Fissurella* spp. son bajos (<50 ind/60m²), solo algunos puntos de la distribución presentan grandes valores, lo cual se atribuye al comportamiento gregario de las especies objetivo. En la tabla 9 se muestran los resultados del ANOVA factorial donde sector, año y su interacción mostraron efectos significativos sobre las densidades de Locos y Lapas ($p<0,05$). Por otra parte, el ANOVA arroja efectos significativos del factor año sobre las densidades de Choros ($p<0,05$; Tabla 9). Los resultados del test Tukey HSD sobre las densidades se presentan en la Tabla 10, identificando que existe una alta variación a través del tiempo en todas las AMERB Chaihuín.

En la distribución espacial de *C. concholepas* en el sector A, se aprecia que el parche con mayores densidades y coberturas se presenta en la “Punta Chaihuín” (Figura 4). A lo largo del tiempo se observa que cuando aumentan o disminuyen las densidades y coberturas de ese parche, las MDP y las Abundancias Calculadas por la Consultora (ACC) también aumentan o disminuyen según el caso. Entre los años 2003 y 2005 se observa una disminución de la presencia de grandes densidades y de los parches. Luego para el 2006-2007 se observa un aumento en las MDP, ACC y en la cobertura de los parches, llegando a registrar para el año 2007 a una ACC de 421.796 Locos y una MDP de 39,4 Locos/60m². Desde el mismo 2007 se observa el comienzo de una tendencia de disminución en las coberturas, MDP y ACC, junto con un aumento en las densidades 0. El año 2007 es

significativamente distinto a la mayoría de los años en el sector A ($p < 0,05$; Tabla 10). Esto se acentúa entre los años 2011-2012 alcanzando un MDP de 6,1 Locos/60m² y un ACC de 64541 Locos.

Tabla 9. Tablas resultados ANOVA factorial sobre densidades de *C. concholepas*, *Fissurella* spp. y *Ch. chorus*. A) interacción Año:Sector especie Loco; B) interacción Año:Sector especie Lapa; C) factor Año en Choro.

LOCO (A)	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Pr(>F)
Año	8	680.04	85.005	54.126	<2.20E-16***
Sector	1	213.35	213.355	135.852	<2.20E-16***
Año:Sector	7	871.75	124.536	79.297	<2.20E-16***
Residuales	1154	1812.35	1.570		

LAPA (B)	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Pr(>F)
Año	8	626.29	78.286	61.5462	<2.20E-16***
Sector	1	10.00	9.998	7.8597	0.00514**
Año:Sector	7	102.28	14.612	11.4872	3.689e-14***
Residuales	1154	1467.88	1.272		

CHORO (C)	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Pr(>F)
Año	7	1013.5	144.781	22.386	<2.20E-16***
Residuales	815	5270.9	6.467		

Tabla 10. Tablas de resultados Tukey HSD entre densidades para *C. concholepas*, *Fissurella* spp. y *Ch. chorus*. X representa diferencias significativas ($p < 0,05$); Na = datos no disponibles.

LOCO A	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2003	-		X		X			Na	X	X
2004		-		X	X			Na		X
2005			-	X	X	X	X	Na		X
2006				-		X		Na	X	X
2007					-	X	X	Na	X	X
2008						-		Na		X
2009							-	Na	X	X
2010								-	Na	Na
2011									-	X

LOCO C	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2003	-	X	X		X	X	Na	Na	X	
2004		-	X	X	X	X	Na	Na	X	X
2005			-			X	Na	Na	X	X
2006				-	X	X	Na	Na	X	
2007					-	X	Na	Na	X	X
2008						-	Na	Na		X
2009							-	Na	Na	Na
2010								-	Na	Na
2011									-	X

LAPA A	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2003	-	X			X	X	X	Na	X	X
2004		-		X		X	X	Na	X	X
2005			-			X	X	Na	X	X
2006				-	X	X	X	Na	X	X
2007					-	X	X	Na	X	X
2008						-		Na		
2009							-	Na		
2010								-	Na	Na
2011									-	

LAPA C	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2003	-	X		X	X	X	Na	Na	X	
2004		-			X	X	Na	Na	X	X
2005			-	X	X	X	Na	Na	X	
2006				-	X	X	Na	Na	X	X
2007					-		Na	Na	X	

2008						-	Na	Na		X
2009						-	-	Na	Na	Na
2010								-	Na	Na
2011									-	X

CHORO	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2003	-	X	Na	Na	X	X			X	
2004		-	Na	Na		X	X	X		
2005			-	Na	Na	Na	Na	Na	Na	Na
2006				-	Na	Na	Na	Na	Na	Na
2007					-	X	X	X		X
2008						-	X	X	X	X
2009							-		X	
2010								-	X	
2011									-	X

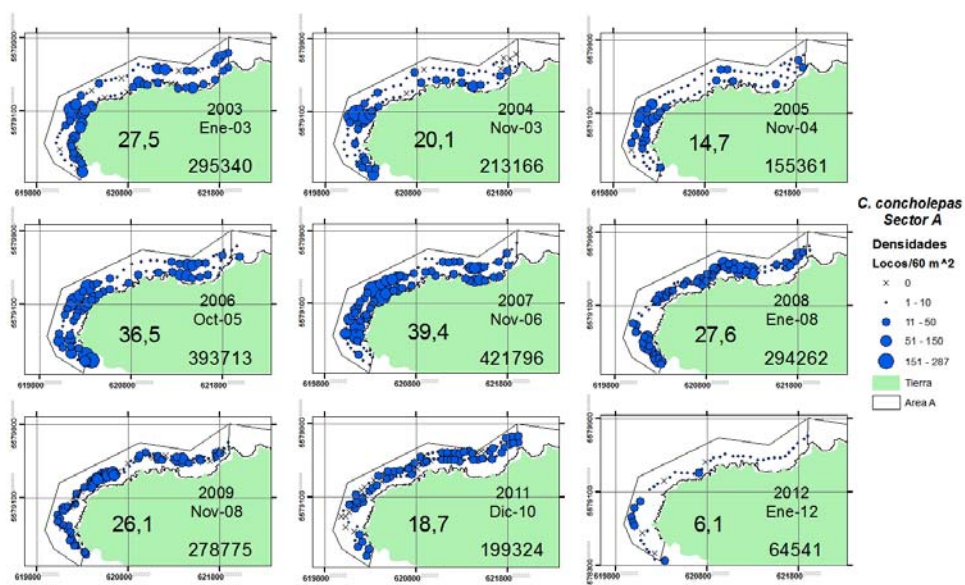


Figura 4. Distribución de densidades ponderadas de *C. concholepas* registradas durante las evaluaciones directas en el sector A. Se adjunta año que se evalúa, fecha de evaluación (mes-año), Media Densidad Ponderada (MDP) y Abundancia Calculada por la Consultora (ACC).

Para Loco en el sector C la distribución espacial indica la presencia de dos parches, uno en cada extremo del polígono del sector C (Figura 5). Sin embargo el parche del extremo derecho es el más persistente en su cobertura y sus registros, encontrándose en la zona de “Los colmillos”. Entre los años 2003-2011 se observa una tendencia de disminución en las coberturas, en las MDP y ACC. En los años 2003-2004 se registran las densidades más grandes y los parches más concentrados, con una MDP de 66,8 Locos/60m² para 2004. Desde el 2005 la tendencia de disminución es evidente en los parches, siendo notable y significativa entre los años 2007-2008 ($p < 0,05$; Tabla 10), y llegando el 2011 a una MDP de 1,2 Locos/60m² y una ACC de 699 individuos para todo el sector. Para el año 2012 se observa un transecto sobre los 100 Locos, está recuperación se evidencia también en la MDP y la ACC.

La distribución espacial de *Fissurella* spp. en el sector A es más acotada que la de Loco, con mayor presencia de densidades con valor 0, menores MDP y ACC, pero con sus parches importantes también concentrados en la zona de “Punta Chaihuín” (Figura 6). El 2003 es el año con mayor MDP (11,6 Lapas/60m²), ACC (124.986 Lapas) y coberturas de parches por varias partes del sector A. La tendencia a través del tiempo es de disminución de la cobertura de parches, de MDP y ACC, además de un aumento de la proporción de zonas con densidad 0. Este cambio se observa significativo desde el año 2007 donde las abundancias calculadas descienden casi en un 50% y a partir de esa fecha el parche de la punta Chaihuín no vuelve a mostrar señales de recuperación ($p < 0,05$; Tabla 10).

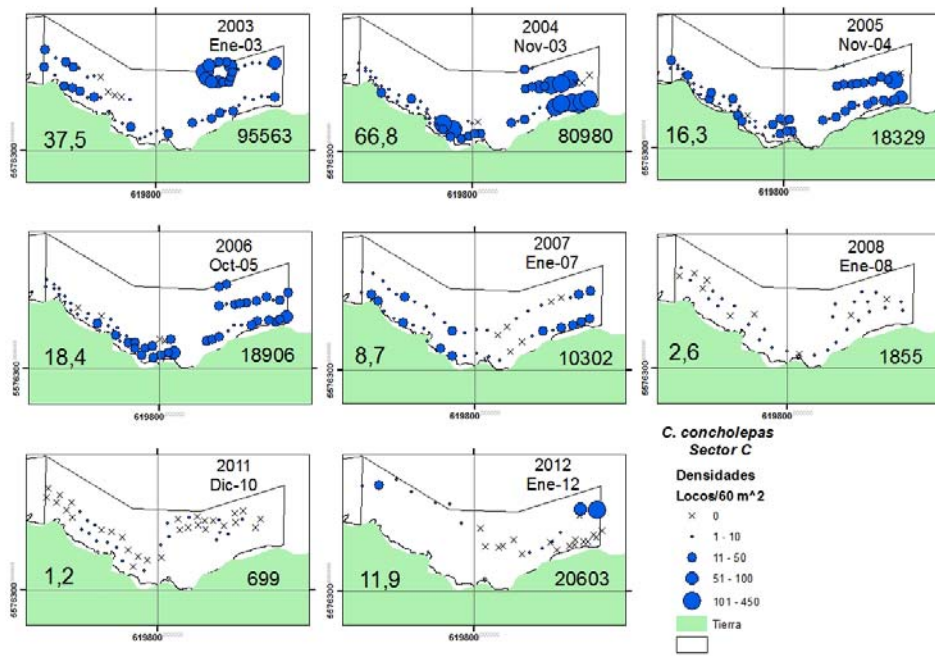


Figura 5. Distribución de densidades ponderadas de *C. concholepas* registradas durante las evaluaciones directas en el sector C. Se adjunta año que se evalúa, fecha de evaluación (mes-año), Media Densidad Ponderada (MDP) y Abundancia Calculada por la Consultora (ACC).

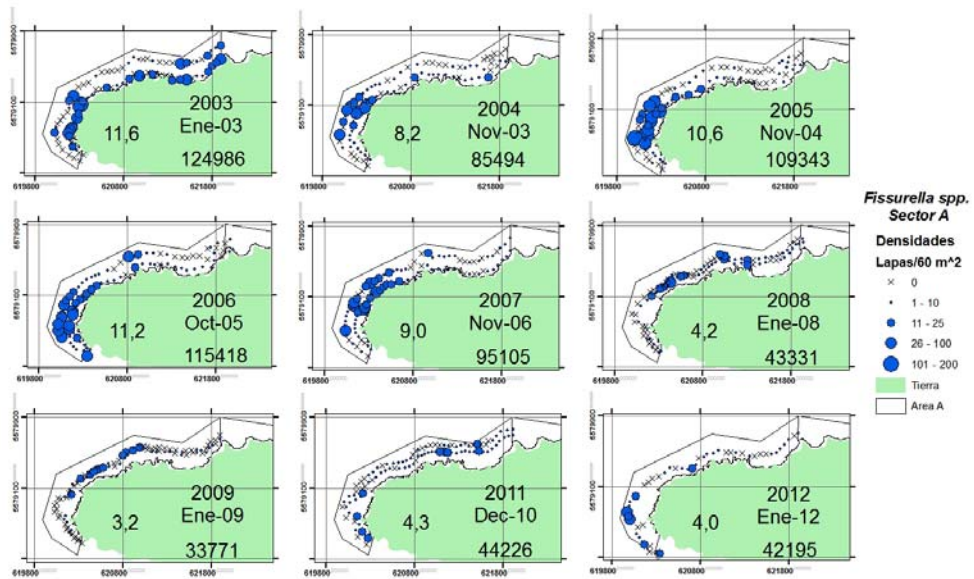


Figura 6. Distribución de densidades de *Fissurella* spp. registradas durante las evaluaciones directas en el sector A. Se adjunta año que se evalúa, fecha de evaluación (mes-año), Media Densidad Ponderada (MDP) y Abundancia Calculada por la Consultora (ACC).

Para Lapas en el sector C las distribuciones muestran 2 parches en cada extremo y 1 al medio hacia la costa del polígono, pero también se reconoce a la zona más costera de “Los colmillos” donde está el parche que mantiene las densidades del sector C (Figura 7). El año 2004 disminuyen las abundancias calculadas y se evidencia una concentración de las densidades acotada a los parches. Entre los años 2003 y 2005 se observa una disminución de las ACC pero aparentemente no existe un cambio en la distribución de los parches y en las MDP. El año 2006 se observa un aumento significativo en las ACC y MDP. Sin embargo desde el año 2007 en adelante no existen grandes densidades, los parches se debilitan significativamente ($p < 0,05$; Tabla 10) llegándose a calcular un ACC de 905 Lapas y una MDP de 1,4 Lapas/60m² el año 2011. Durante el año 2012 se observa una recuperación en las densidades registradas en torno al parche de los colmillos, de la MDP y de la ACC.

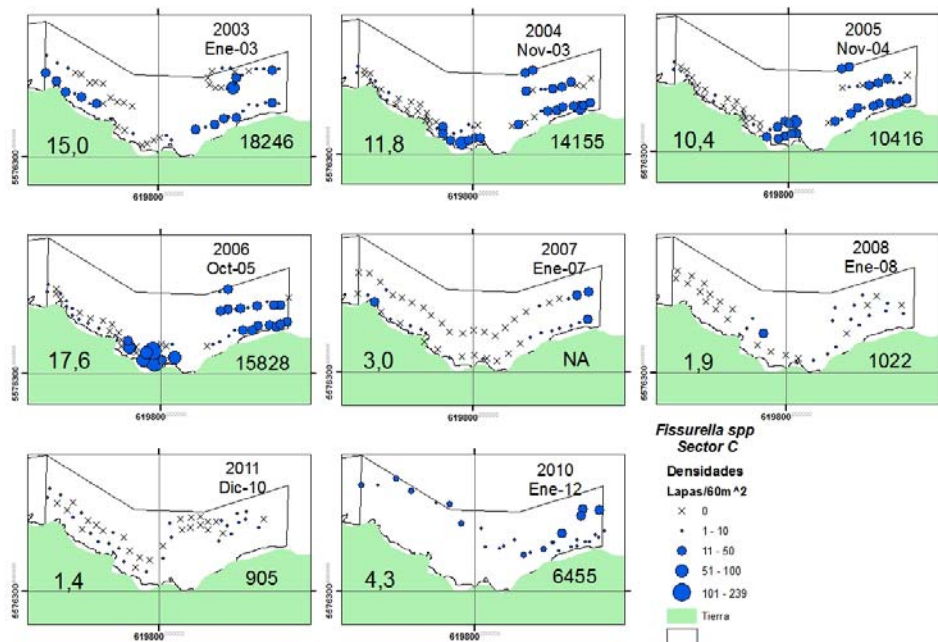


Figura 7 Distribución de densidades de *Fissurella* spp. registradas durante las evaluaciones directas en el sector C. Se adjunta año que se evalúa, fecha de evaluación (mes-año), Media Densidad Ponderada (MDP) y Abundancia Calculada por la Consultora (ACC).

La distribución de densidades en el sector B muestra patrones menos evidentes (Figura 8) debido a los cambios en el diseño metodológico. Sin embargo se puede definir que entre 2003-2004 existe un aumento considerable del parche en extensión, MDP y ACC. A partir del 2007 comienzan a registrarse aumentos y disminuciones en las ACC y MDP, las que no se expresan bien sobre las distribuciones de densidades registradas. Sin embargo por los datos se puede observar que el parche más importante se encuentra en la parte superior derecha del polígono, el cual durante el 2010 se ve bastante disperso y con menores densidades que en otros años resultando las ACC más bajas entre 2004-2012.

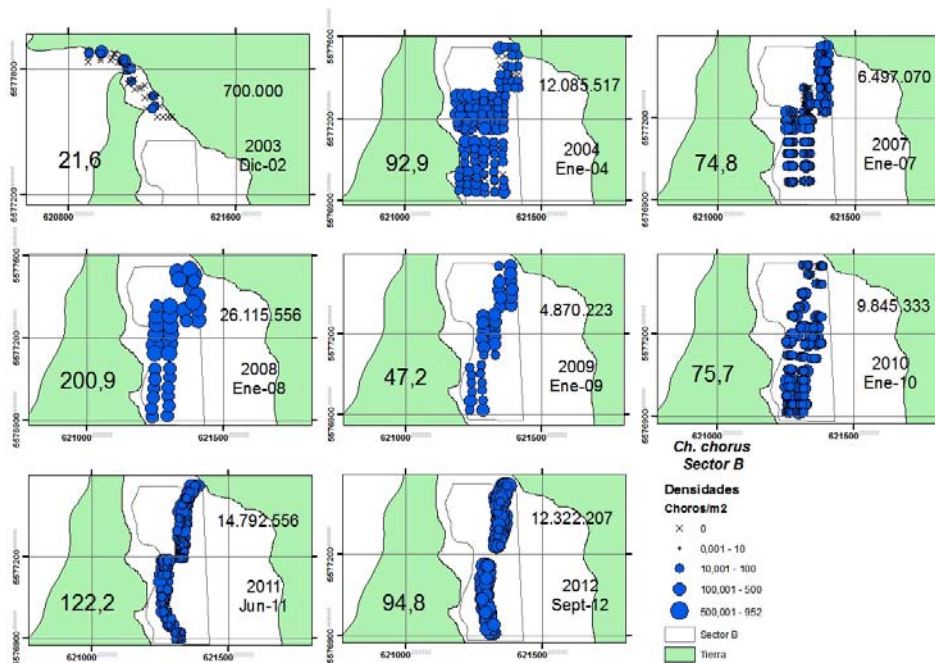


Figura 8. Distribución de abundancias de *Ch. chorus* registradas durante las evaluaciones directas en el sector B. Se adjunta año que se evalúa, fecha de evaluación (mes-año), Media Densidad Ponderada (MDP) y Abundancia Calculada por la Consultora (ACC).

6.3. Distribución de tallas en *C. concholepas*, *Fissurella* spp y *Ch. chorus*.

Los resultados del ANOVA factorial arrojan diferencias significativas ($p < 0,05$) con los factores sector, año y su interacción sobre las tallas de Locos y Lapas (ver tabla 11). En la tabla 11 se muestran los resultados de ANOVA donde el factor año muestra efectos significativos sobre las tallas de Choro ($p < 0,05$). Los resultados del test Tukey HSD para las distribuciones de tallas se presentan en la Tabla 12.

Los histogramas en *C. concholepas* muestran las diferencias entre los sectores A y C, en donde el sector A posee Tallas Medias (TM) y porcentajes de Stock Pesquero (%S) más grandes. La variabilidad temporal en los histogramas de Loco, en los sectores A y C, nos muestra una tendencia de disminución en la representación sus clases, en sus TM y medianas, y en el porcentaje del Stock Pesquero (%S) (Figura 8). Se puede apreciar que las estructuras de tallas, TM y %S disminuyen en magnitudes y tiempos distintos dentro de cada sector. Así el año significativamente distinto en el sector A es el 2009 y para el sector C es el 2011. Esto es soportado por los efectos significativos de la interacción Año:Sector ($p < 0,05$; Tabla 11).

Tabla 11. Tablas resultados ANOVA factorial sobre tallas de *C. concholepas*, *Fissurella* spp. y *Ch. chorus*. A) interacción Año:Sector especie Loco; B) interacción Año:Sector especie Lapa; C) factor Año en Choro.

LOCO (A)	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Pr(>F)
Año	8	639.6	79.95	24.689	<2.20E-16***
Sector	1	71.4	71.35	22.033	2.72E-06***
Año:Sector	7	417.1	59.585	18.4	<2.20E-16***
Residuales	8489	27490.1	3.238		

LAPA (B)	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Pr(>F)
Año	8	896	112	31.15	<2.20E-16***
Sector	1	582.9	582.89	162.121	<2.20E-16***
Año:Sector	6	230.2	38.36	10.669	8.82E-12***
Residuales	3514	12634.3	3.6		

CHORO (C)	Df	Sum Sq	Mean Sq	Valor F	Pr(>F)
Año	8	1252.3	156.54	40.208	<2.20E-16***
Residuales	3580	13937.9	3.893		

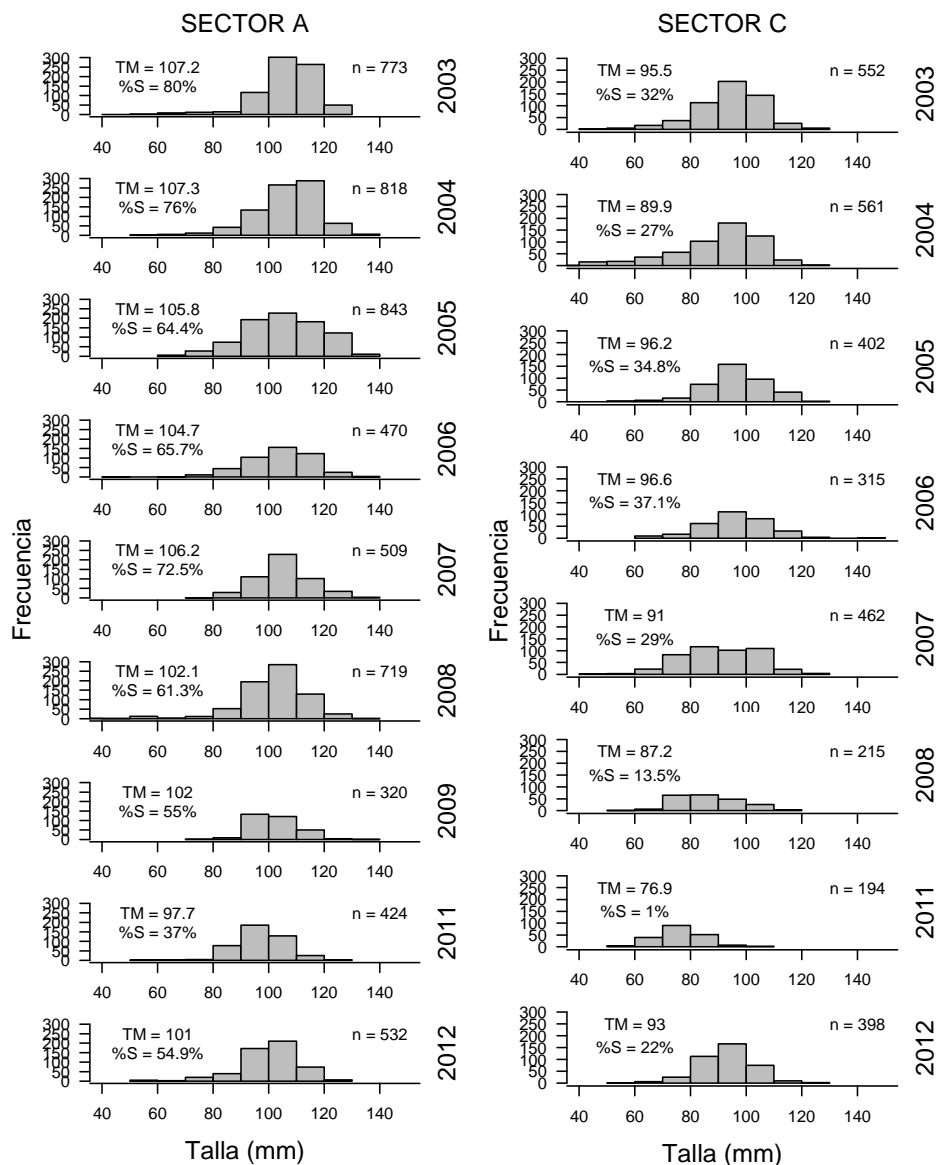


Figura 9. Histogramas de *C. concholepas* en los sectores A y C. La talla mínima de extracción que limita el stock pesquero es de 100 mm. TM= Talla Media; %S= Porcentaje de Stock Pesquero; n= número de muestras.

Los histogramas de *Fissurella* spp. muestran diferencias en las TM que son mayores en el sector C que en el sector A (Figura 9). La variación temporal en ambos sectores muestran que la distribución se amplía hacia tallas más grandes desde el 2003 hacia el 2006 y esta se estrecha desde el 2008 hacia el 2012. Sin embargo, los n muestréales podrían estar teniendo un efecto sobre la representación de las distribuciones.

Para Choro los histogramas muestran que entre 2003-2008 las TM no alcanzan los 105 mm y el %S no supera el 16% (Figura 11). A partir del 2009 las TM se acercan a los 105 mm y los S% superan el 30% (excepto año 2011). Se observa que a través del tiempo las TM y %S van aumentando, y la distribución de tallas se concentra en torno a clases más grandes. Especialmente entre 2004-2007 se observan importantes cantidades de individuos pequeños que ingresar al sistema, estos ingresos después del año 2008 son de magnitudes menores o no se registran.

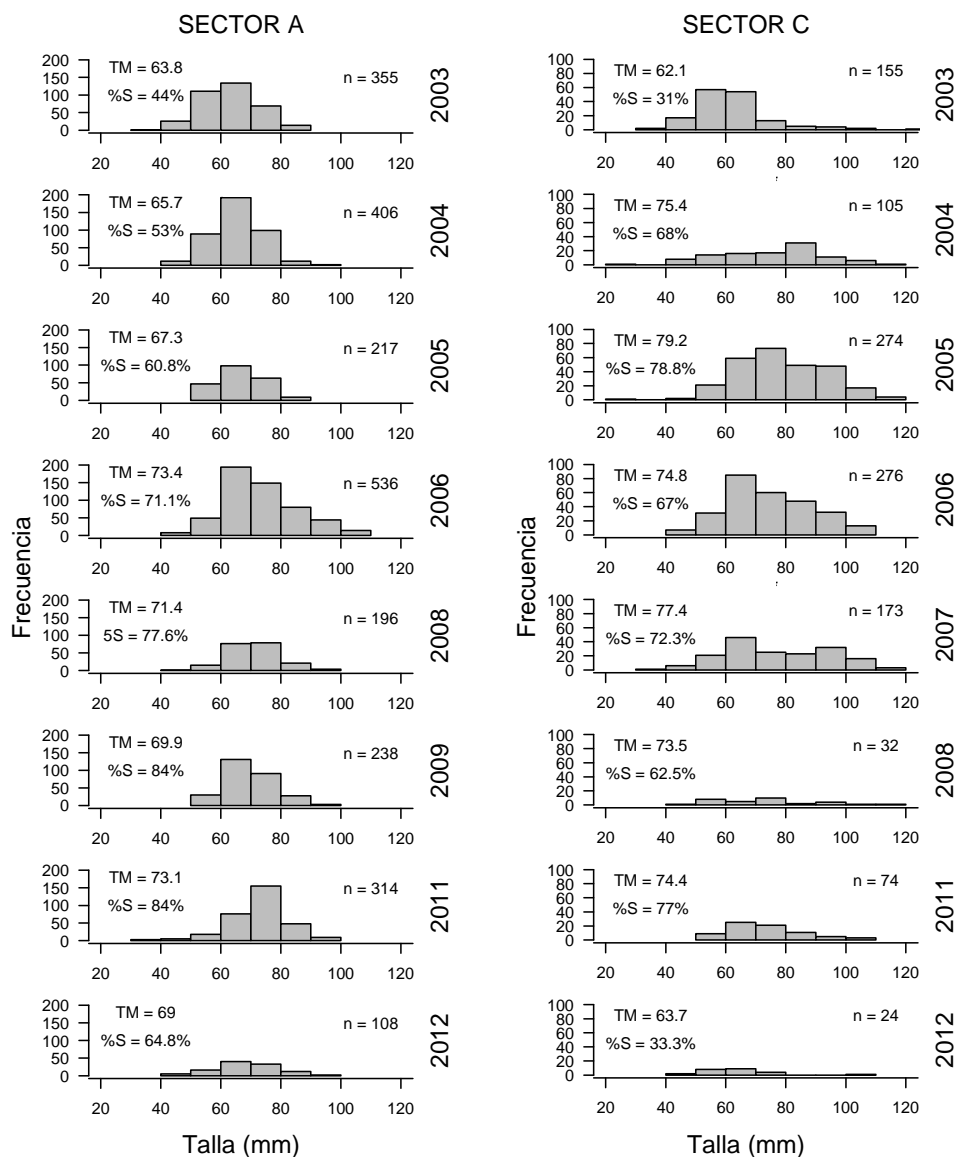


Figura 10. Histogramas de *Fissurella* spp. en sectores A y C. La talla mínima de extracción que limita el stock pesquero es de 65 mm. TM= Talla Media; %S= Porcentaje de Stock Pesquero; n= número de muestras.

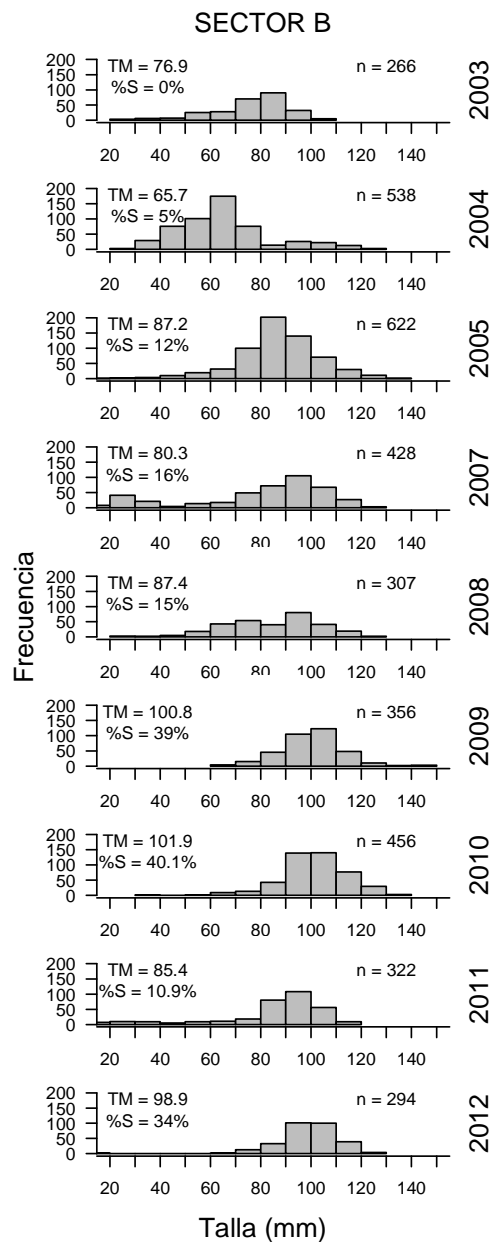


Figura 11. Histograma de *Ch. chorus* en el sector B. La talla mínima de extracción que limita el stock pesquero es de 105 mm. TM= Talla Media; %S= Porcentaje de Stock Pesquero; n= número de muestras.

6.4. Cosechas y manejos

Las cosechas *C. concholepas* se realizan entre los meses de Junio-Julio-Agosto. El sindicato se organiza en equipos de trabajo y cosechan toda la cuota en este periodo. Particularmente en el sector A, el sindicato decidió no cosechar durante los años 2007, 2009 e incluso el 2010 decidió no realizar el seguimiento por considerar *a priori* la baja rentabilidad que tendría el área. Siempre se cosecharon más individuos en el sector A que en el C entre los años 2003-2005 (Figura 12 a, b). Las cosechas de Loco en el sector A tuvieron una tendencia al alza hasta el año 2006 alcanzando el máximo histórico de aprox. 65000 individuos cosechados, luego estas cosechas descienden llegando al año 2011 con 20.000 individuos cosechados aprox. (Figura 12 a). Se registra una cosecha de *Fissurella* spp. durante el 2004 que alcanzo a los 12000 individuos aprox. (Figura 12 c).

En el sector B las cosechas de *Ch. chorus* se realizaban de toda la cuota asignada en el periodo de un mes hasta el año 2005. Sin embargo, desde el 2008 se decidió parcializar la cuota por meses y por equipos de socios a través de toda la temporada de comercialización, realizándose cosechas entre los meses de Enero y Septiembre. En este sector durante el 2003-2004 se realizó un repoblamiento de *C. chorus* a través de semillas que fueron sembradas en el sector B. Los años 2003 y 2007 no se realizaron cosechas, y además durante el año 2006 no se realizó el seguimiento. Por otra parte, *Choromytilus chorus* registra durante los años 2004-2005 cosechas de 70000 choros aprox., y luego se provoca un aumento desde el año 2008 con más de 400.000 individuos, alcanzando un máximo durante el año 2010 con aprox. 11.150.000 choros cosechados (Figura 12d).

El sector C era inicialmente considerado parte del sector A, pero desde el 2004 se comienza a evaluar y manejar en forma particular por orden de la autoridad competente (SUBPESCA). Desde el año 2006 que en esta AMERB no se realizan cosechas legales y fue asignada como sector de no-pesca para desarrollar otras actividades como turismo e investigación científica.

Los manejos descritos en las 3 AMERBs de Chaihuín se encuentran sintetizados en la tabla 13. Los sectores expuestos A y C en sus primeros 2 años fueron administrados por la consultora y SUBPESCA como una gran AMERB.

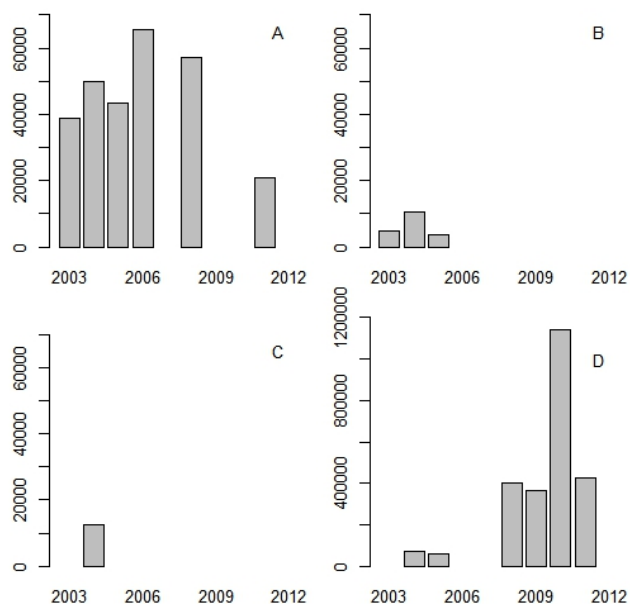


Figura 12. Cosechas de especies objetivo a través de los años de estudio en las AMERB Chaihuín.

A) Loco sector A; B) Loco sector C; C) Lapa sector A y D) Choro en sector B.

Tabla 13. Manejos realizados en las AMERB Chaihuín. Se muestran los manejos realizados a través de los años de funcionamientos de las 3 AMERB del sindicato de pescadores de Chaihuín.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Sector A	Cosecha Cuota Loco	Cosecha Cuota Loco-Lapa	Cosecha Cuota Loco	Cosecha Cuota Loco	Cosecha Cuota	Cosecha Cuota Loco	Sin Cosecha	Sin Evaluación	Cosecha Cuota Loco	Cosecha Cuota Loco
Sector B	Replamamiento - Sin Cosecha	Replamamiento-Cosecha Cuota	Cosecha Cuota Choro	Sin Evaluación	Sin Cosecha	Cosecha Parcializada	Cosecha Parcializada	Cosecha Parcializada	Cosecha Parcializada	Cosecha Parcializada
Sector C	Cosecha Cuota Loco	Cosecha Cuota Loco	Cosecha Cuota Loco	Sin Cosecha	Sin Cosecha	Sin Cosecha	Sin Evaluación	Sin Evaluación	Zona de no pesca	Zona de no pesca

6.5. Heterogeneidad ambiental y variación espacial.

En la figura 13 se muestra la heterogeneidad de la litología y en la línea de costa de los sectores AMERB Chaihuín. En el sector B tenemos que no existe mucha heterogeneidad. Todo el sector B está protegido dentro del estuario del río Chaihuín donde es la arena el sustrato predominante, junto a un pequeño parche de roca-arena. Este último de igual forma es aprovechada tanto por *Ch. chorus* como por *M. chilensis*. El sector A es el más grande en superficie, posee varios parches de paredes (roca alta), roca, bolones y arena siendo el sector más heterogéneo, y a la vez el más expuesto al oleaje. El sector C también posee varios tipos de sustrato como bolón, arena y roca alta pero son parches más pequeños. Se pueden identificar 2 zonas de rocas, bolones y rocas altas separadas por 1 parche de arena. La posición del sector C hace que esté semi-protegida del oleaje (Figura 13). La tabla 14 compara la heterogeneidad entre los sectores AMERB Chaihuín, evidenciándose extensiones de sustratos aptos y cantidad de zonas por tipo de sustrato.

Tabla 14. Tabla de heterogeneidad en litología y línea de costa en los sectores AMERB Chaihuín. Se indican las hectáreas totales y aptas de los sectores; la cantidad de parches y parches aptos; y el tipo de playa según su exposición al oleaje.

Sector	Superficie Total AMERB	Sustrato apto	Cantidad de parches de sustrato	Parches aptos	Tipo de playa
A	72,5 ha	64,4 ha	7	5	Expuesta
B	13 ha	13 ha	1	1	Protegida
C	22,37 ha	7,2 ha	4	3	Semi-protegida

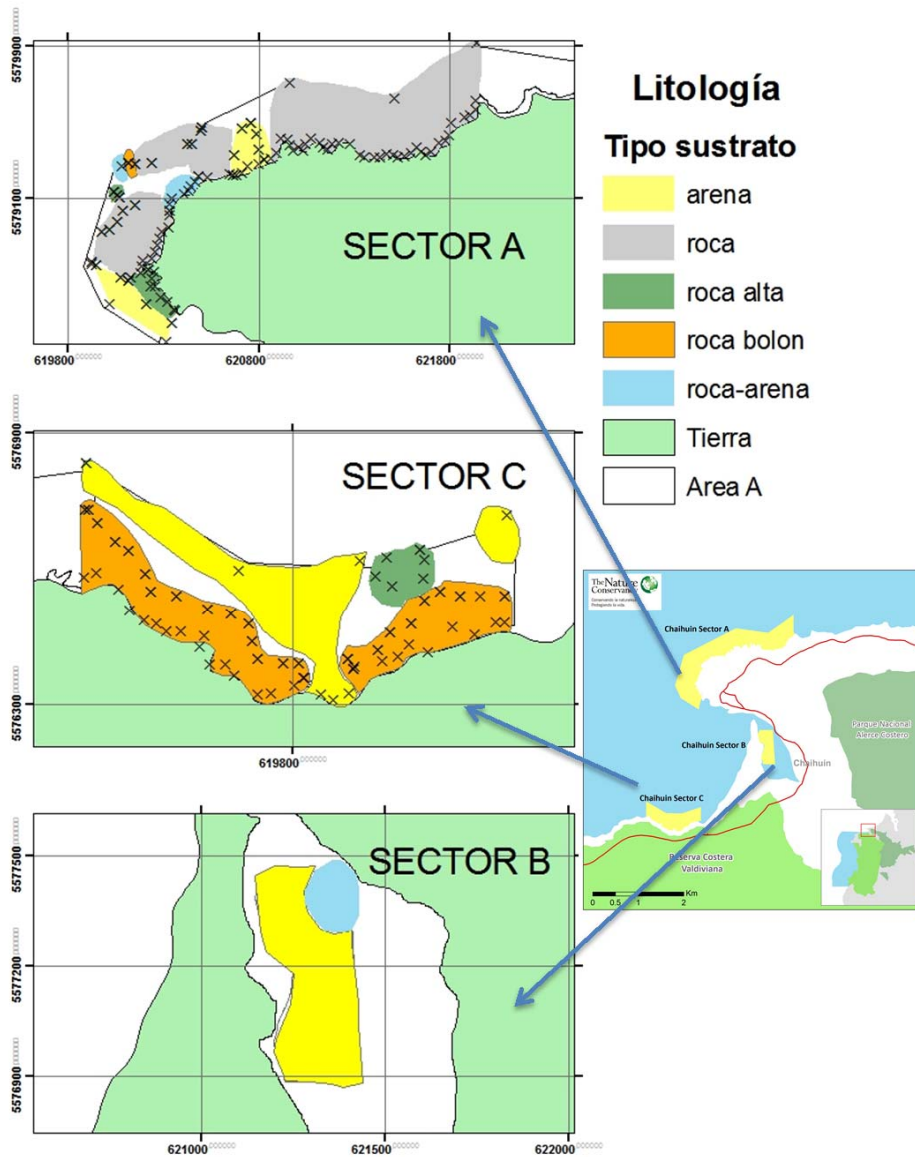


Figura 13. Litología de los sectores AMERB Chaihuín. Se marcan los puntos muestreados (X) y se colorean polígonos que asignan el tipo de sustrato. En el sector B no se muestran los puntos muestreados porque no existe coincidencia de la información geográfica.

6.6. Variables oceanográficas y su variación temporal.

En la figura 14 se presentan las variaciones temporales de ODP-INO y ATSM-ASUR, junto a las MDP y TM de Loco-Lapa y Choro en las AMERB Chaihuín.

El índice de la ODP muestra gráficamente una tendencia negativa a través del tiempo y una regresión lineal significativa ($p < 0.05$; Figura 14). El INO muestra una tendencia negativa, sin embargo la regresión lineal no arroja significancias ($p > 0.05$; Figura 13). Desde el año 2007 se evidencia el cambio hacia valores negativos de la ODP (fase fría), los cuales se acentúan entre 2008-2012 con la excepción del año 2010. Dentro de esta fase fría de la ODP se registran 2 eventos de La Niña entre 2008-2009 y 2011-2012. Gráficamente se observa una correlación significativa entre ODP-INO con un $r = 0.67$ ($p < 0.05$; Figura 14).

Las temperaturas y surgencias tienen una tendencia a disminuir en sus anomalías, sin embargo solo para ATSM la regresión lineal es significativa ($p < 0.05$; Figura 14). Los resultados de la regresión lineal hecha para ASUR no indican una intensidad significativa de las surgencias a través del tiempo ($p > 0.05$). Las ATSM (Figura 14) muestran que las estaciones Primavera – Verano de los años 2008 - 2009 tuvieron temperaturas bajas con respecto a su climatología, además las condiciones frías son acompañadas de intensas surgencias según el ASUR que marco entre los $-0.5/-1.5$. Existe una correlación significativa entre ASUR-ATSM con un $r = 0.79$ ($p < 0.05$; Figura 14). Correlaciones cruzadas entre ATSM-INO; ATSM-ODP y ASUR-ODP muestran significancia en desfases de 3, 10 y -6 meses respectivamente ($p < 0.05$; ver tabla 14).

Correlaciones cruzadas entre ODP-INO e indicadores biológicos por especie-sector, no muestran correlaciones significativas con MDP, pero si con TM con desfases de 0 y 1 meses (Tabla 15).

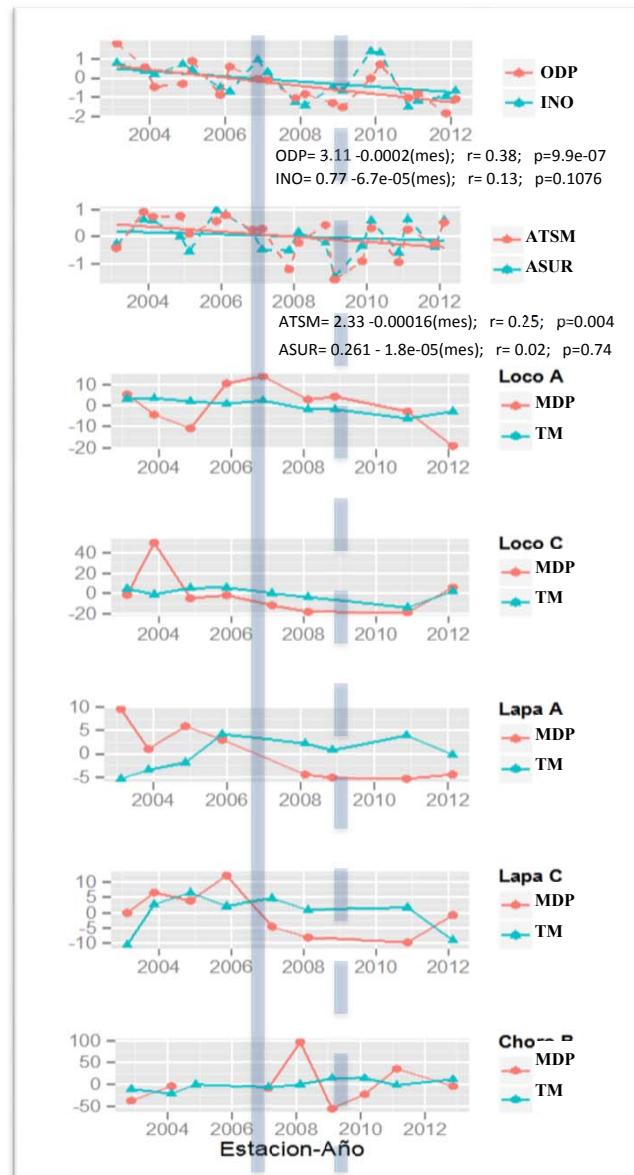


Figura 14. Variables oceanográficas para la zona de Chaihuín ODP-INO y ATSM-ASUR, densidades (MDP) y tallas medias (TM) de AMERB Chaihuín. Línea morada entera marca cambio de ODP e INO a valores negativos, la línea segmentada marca episodio frío y de alta surgencia.

Tabla 15. Tabla de correlaciones cruzadas entre variables oceanográficas por mes (ATSM-ASUR-INO-ODP). Solo se presentan los r más grandes y significantes del análisis, para ASUR no se presentan valores ya que no muestra ningún lag con significancia $p < 0.05$.

Variables (y-x)	Desfase	Coef. Correlación (r)	Valor p
ATSM-ODP	10	0.281	$p < 0.05$
ATSM-INO	3	0.261	$p < 0.05$
ASUR-ODP	-	-	$p > 0.05$
ASUR-INO	-6	0.185	$p < 0.05$

Tabla 16. Tabla de correlaciones cruzadas entre variables oceanográficas e indicadores biológicos MDP y TM por especie-sector AMERB. Coeficientes de correlación marcados en negro tienen significancia ($p < 0.05$). Valores en rojo representan el r más alto en correlaciones cruzadas sin significancia.

Variables (x - y)	Desfase -2	Desfase -1	Desfase 0	Desfase 1	Desfase 2
LocoA MDP - ODP	0.079	-0.135	0.197	0.038	-0.294
LocoA TM - ODP	0.43	0.62	0.753	0.333	-0.052
LocoC MDP - ODP	-0.031	0.715	0.380	0.235	-0.043
LocoC TM - ODP	0.324	0.178	0.357	0.35	0.01
LapaA MDP - ODP	0.57	0.477	0.802	0.38	0.035
LapaA TM - ODP	-0.073	-0.643	-0.834	-0.454	-0.143
LapaC MDP - ODP	0.434	0.462	0.188	0.310	-0.01
LapaC TM - ODP	0.458	0.321	-0.335	-0.408	-0.144
Choro MD - ODP	-0.254	0.358	-0.278	-0.537	0.455
Choro TM - ODP	0.116	-0.827	-0.237	0.144	-0.089
LocoA MDP - INO	0.267	0.243	0.176	-0.097	-0.368
LocoA TM - INO	0.463	0.42	0.879	0.341	0.228
LocoC MDP - INO	-0.208	0.383	0.438	0.652	0.056
LocoC TM - INO	0.002	0.464	0.693	0.339	0.052
LapaA MDP - INO	0.314	0.578	0.848	0.34	0.282
LapaA TM - INO	-0.051	-0.106	-0.846	-0.658	-0.299
LapaC MDP - INO	0.105	0.625	0.507	0.662	-0.097
LapaC TM - INO	0.597	0.437	-0.004	-0.298	-0.406
Choro MDP - INO	-0.018	0.5	-0.651	-0.303	0.559
Choro TM - INO	-0.038	-0.821	-0.056	-0.07	-0.229

7. DISCUSIÓN

7.1 Variabilidad espacial en indicadores de poblaciones marinas bentónicas.

Los resultados del ANOVA factorial en densidades y tallas muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los sectores A y C para *C. concholepas* y *Fissurella* spp (Tablas 9 y 11). Aunque existen diferencias en la presión pesquera sobre los sectores, este factor solo sería acotado para *C. concholepas* (Figura 12; Tabla 13). Los resultados de la heterogeneidad ambiental indican que la litología es distinta en las 3 AMERB Chaihuín (Figura 13). Además el tipo de playa establece al sector A como una “expuesta”, al sector C como una playa “semi-protegida” y al sector B como una “protegida” (Tabla 14).

La extensión y cantidad de parches de arena y roca bolón están determinando la distribución espacial en las densidades en *C. concholepas* dentro de las AMERB Chaihuín. En la figura 15 se observa que los parches preferentes para *C. concholepas* son los de roca alta y/o roca. Considerando que la MDP depende de la cantidad de los sustratos aptos y de la distribución de densidades, se explica que el sector A presente ACC y cosechas mayores que el sector C. Las diferencias en las tallas para *C. concholepas*, se deben a que para todos los años de estudio tanto TM cómo %S son mayores en el sector A en comparación al sector C (Figura 11). Es posible que las TM y %S en el sector C sean menores ya que al ser playa semi-protegida del oleaje, permite visibilizar a los individuos pequeños en las evaluaciones. Sin embargo, pescadores locales consideran al sector C como una zona de captación de semillas o *semillero* de *C. concholepas*, donde según ellos, los individuos más grandes emigrarían a otras áreas de manejo¹⁷. Por otra parte, *Fissurella* spp. no tiene una preferencia clara entre los sustratos rocosos en la figura 15, pero limita su distribución al cinturón de macroalgas (obs. personal). Las diferencias en las MDP y ACC entre sectores A y C, están condicionadas por el parche de arena del sector C. Además, sus diferencias en las estructuras de tallas estarían dadas por los n muestrales y por el carácter multiespecífico de la pesquería, que mezcla en las estructuras de tallas varias especies del género *Fissurella* (Tabla 8).

¹⁷ El concepto de semillero y la hipótesis de movimiento de Locos es planteada por pescadores tanto de Chaihuín como de localidades aledañas (ej. Huiro). La zona de *semillero* es un sector donde ocurren asentamientos de larvas y reclutamientos para la etapa bentónica de *C. concholepas*.

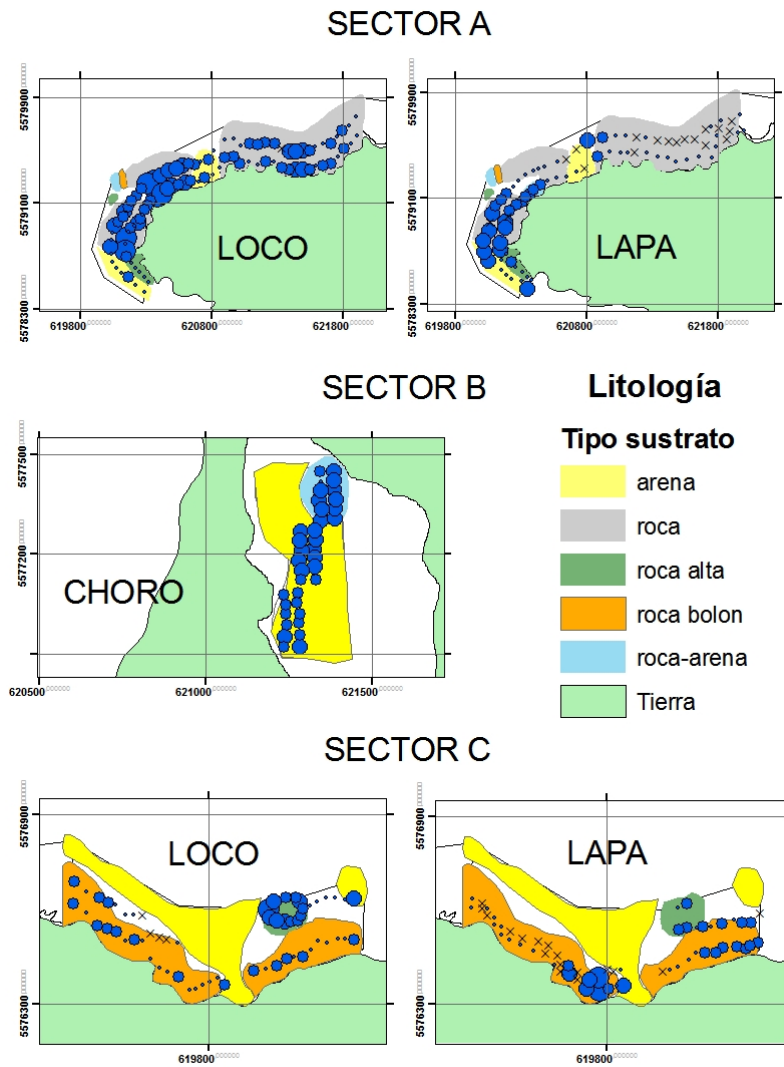


Figura 15. Distribución de especies objetivo AMERB Chaihuín Loco, Lapa y Choro (puntos azules), sobre los polígonos de litología en los sectores AMERB.

El sector B no tiene variación espacial en su litología, ya que está caracterizada principalmente por arena y arena-roca, lo que sumado a su condición de playa protegida ha contribuido a mantener la extensión de *Ch. chorus* en el área y su condición de especie objetivo a través del tiempo.

La presencia de *Loxechinus albus* en el sector C también argumenta las diferencias espaciales en los sectores A y C, lo cual se debería a su condición de playa semi-protegida del oleaje y su litología con parches de bolones que le otorgan refugio a este erizo (especie no incluida en los análisis; Figura 16). Según Jacinto et al (2013) reclutamiento, alimentación, refugio, predación y patrones de abundancia en varias especies de erizos son influenciadas por la exposición al oleaje. Razón por la cual *L. albus* estaría presente en el sector C pero no en el sector A.

Otra característica importante de la línea de costa es la presencia del río Chaihuín. Según los resultados en las variaciones espaciales de las AMERB Chaihuín, es necesario determinar si el río Chaihuín tiene un efecto sobre las especies objetivo. Estos podrían ser a través de: a) fertilización por aporte de nutrientes al sector A y/o sector C; b) barrera poblacional entre los sectores A, B y C; c) protección de factores oceanográficos en el sector B.

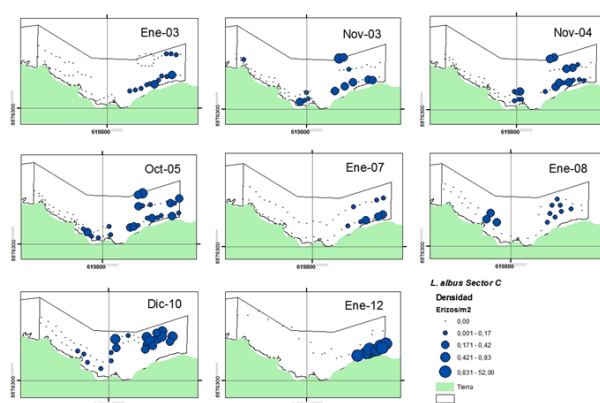


Figura 16. Distribución de abundancias de *Loxechinus albus* registradas durante las evaluaciones directas en el sector C. Se adjunta fecha de la evaluación. Esta especie no se considera en el estudio por falta de datos.

7.2 Variabilidad temporal en indicadores biológico-pesqueros.

Las distribuciones de densidades, tallas y las cosechas de *C. concholepas*, *Fissurella* spp. y *Ch. chorus*, tienen variaciones temporales significativas y particulares en cada uno de los sectores ($p < 0,05$; Figura 12, Tablas 9, 10, 11, 12). Los efectos significativos de la interacción año:sector sobre densidades y tallas en Locos pueden explicarse por las diferencias del régimen pesquero en los sectores A y C (Tabla 14), mientras que para Lapas, se pueden explicar por el carácter multiespecífico de las evaluaciones, lo que otorga variabilidad a la información dependiendo de cuantas y cuales especies del genero fueron consideradas en los seguimientos (Tabla 8).

Para *C. concholepas* se observan buenos resultados de MDP hasta el año 2007 en el sector A y hasta el año 2006 en el sector C. Las cosechas se mantienen constantes hasta el año 2007 en el sector A y hasta el año 2005 en el sector C (Figura 12). Después de 2007 las MDP descienden hasta los 6,1 Locos/60m² en el sector A y hasta los 1,2 Locos/m² en el sector C (Figuras 4, 5). Aunque no se han realizado cosechas después del 2005 en el sector C, se reconoce desde el sindicato que nunca se dejó de extraer o trasladar *C. concholepas* desde el sector C, sino hasta el año 2011¹⁸. Las tendencias de TM para *C. concholepas* en ambos sectores son de disminución, las que principalmente afectaron a las tallas más grandes (Figura 9). Para *Fissurella* spp. en los sectores A y C se observan MDP altas hasta el año 2006, las que luego descienden hasta casi desaparecer de las áreas (Figura 14). Las tendencias en sus TM muestran una mantención, lo que se debería por no registrar una presión de pesca importante (Figuras 10, 14). Pero las variaciones significativas en TM podrían estar asociadas a la cantidad de especies de Lapas y al n muestral considerados para cada seguimiento. Por último, es notable que durante el año 2012 exista una recuperación leve de los MDP para *C. concholepas* y *Fissurella* spp. dentro del sector C (Figura 14).

Los resultados oceanográficos indican que desde el 2007 se genera una fase fría de ODP, en conjunto a una inestabilidad del INO y dos eventos fuertes de La Niña en 2007-2009 y 2011-2012 (Figura 14). Esta relación significativa de fase fría ODP y eventos La Niña de ENOS, se suma a la disminución significativa de ATSM ($p < 0,05$; Figura 14). La

¹⁸ El sindicato firma un convenio de cooperación con The Nature Conservancy (TNC), donde una de las cláusulas menciona el establecimiento del sector C como un sector de no pesca.

disminución de las TSM es registrada por Ancapichún & Garcés (2014) para toda la costa chilena y lo asocian a cambios de fase en la ODP. Durante el verano 2009 ocurre un evento de aguas muy frías y surgencias intensas con valores de ATSM y ASUR aproximados a los -1,5 (Figura 14). Estos eventos de surgencias fuertes, muy frías e hipotéticamente sin oxígeno, podrían explicar la disminución aun mayor de MDP y TM para Lapas y Locos entre los años 2009-2010. Aguas hipoxicas o anoxicas pueden provocar efectos significativos y/o la muerte de comunidades bentónicas (Díaz & Rosenberg, 1995). Las poblaciones sésiles y de cortas dispersiones larvales, como de ascidias y cirripedios, son los más sensibles a cambios medioambientales (Kinlain & Gaines, 2003; Shanks et al, 2003), las que están tróficamente relacionadas a *C. concholepas*.

La influencia de ODP y ENOS sobre las condiciones oceanográficas (surgencias, temperaturas), poblaciones marinas y pesquerías bentónicas han sido reportadas en otras ocasiones. Los efectos que ENOS causa sobre especies bentónicas son mortalidad debido a estrés fisiológico, enfermedades e inanición (Ortega et al, 2012; Gaymer et al, 2010), pero también podrían reacomodar comunidades bentónicas completas (Moreno et al, 2008) y alterar el reclutamiento de larvas a fases bentónicas (Moreno et al, 1998; Gaymer et al, 2010). Los resultados de Moreno et al (1998) muestran que buenos años de reclutamiento de *C. concholepas* eran aquellos con condiciones neutrales de ENOS, al contrario, en condiciones de El Niño o La Niña no se registraron reclutamientos o fueron de menor proporción. Ortega et al (2012) determinó que cambios oceanográficos de gran escala, sumados a una intensidad de pesca prolongada provocaron el colapso de *M. mactroides* en Uruguay. Entonces las condiciones de ODP, ENOS, TSM y surgencias, en conjunto al factor pesca, estarían explicando las disminuciones en los indicadores de *C. concholepas* y *Fissurella* spp. desde el año 2007 (Figura 14).

*“Durante el año 2009 observamos pozones de piure y picoroquillo muertos, todo fue afectado y el fondo quedo pelado, además vimos una capa delgada de barro en todo el fondo. Esto hizo que los Locos se pusieran flacos y desaparecieran de nuestras áreas de manejo... Esta crisis recién se está recuperando el año pasado (2012)”*¹⁹. Otras evidencias

¹⁹ Palabras de Juvenal Triviños, Pdte. del sindicato de pescadores artesanales de Chaihuín. Esta respuesta fue replicada cuando fue consultada a otros pescadores tanto de Chaihuín como de Huiro.

que comprueban el efecto de este fenómeno sobre la región de Los Ríos se muestran en la Figura 16, donde los datos de los desembarques AMERB especialmente para *C. concholepas* tienen una reacción similar a los descritos para Chaihuín. En las AMERB de la caleta aledaña “Huiro”, las ACC y las cosechas también colapsan para el 2010, y muestran una tendencia a la baja (Bitecma, 2012 a, b). Para afrontar la crisis pesquera regional se generó una mesa de trabajo con las partes implicadas y se dispuso de cuotas de extracción en relación a la productividad histórica registrada para cada AMERB de la región (Bitecma, 2010), cuota que el sindicato de Chaihuín no quiso utilizar.

A pesar de que el sector B ha tenido buenos y malos resultados a través de sus seguimientos, el banco de *Ch. chorus* se ha mantenido con aumentos en sus cosechas, TM y mantención de MDP de en los últimos años (Figuras 12, 14). Para *Ch. chorus* esta mejoría se debe al repoblamiento hecho por el sindicato (2003 y 2004), y la parcialización de la cosecha por cuotas mensuales y por grupo de pescadores (desde el 2008). Sin embargo, tallas menores no están ingresando con la misma intensidad al sistema en los últimos años (Figura 11). Esto indica que el sector B y su banco de Choros podría sufrir un colapso por bajos reclutamientos y presión pesquera en aumento (Figuras 11, 12). Los efectos de ODP y ENOS sobre un organismo dependen de la especie que se evalúa. *Ch. chorus* está presente y se desarrolla de mejor forma en aguas frías (Marín & Moreno, 2002; Avendaño & Cantillán, 2011), lo que explicaría el aumento en sus indicadores. La desaparición y reaparición de *Ch. chorus* en reportes pesqueros y evaluaciones bentónicas de la zona Norte de Chile, estaría relacionado a aumentos y disminuciones históricas en las TSM de la costa (Avendaño & Cantillán, 2011). Y Además, la condición de playa protegida dentro del estuario del río Chaihuín otorga protección a eventos oceanográficos puntuales como surgencias frías.

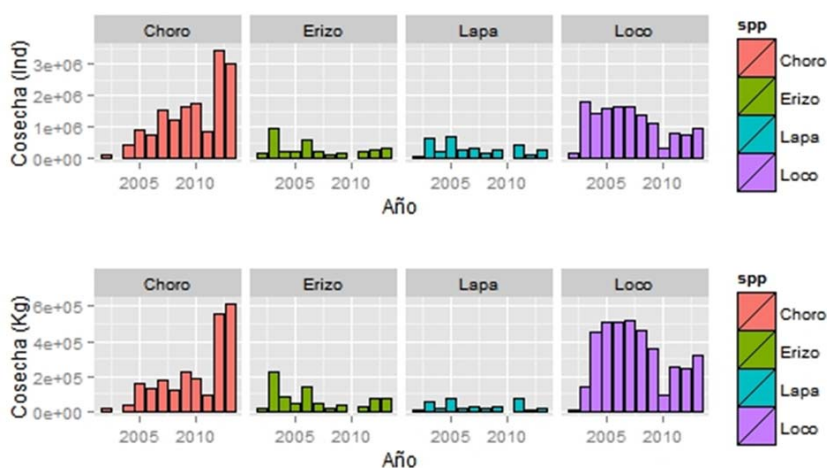


Figura 17. Cosechas AMERB en individuos y biomasa de la XIV región de Los Ríos 2001-2013 (fuente: SERNAPESCA).

7.3 Aproximación a las dinámicas poblacionales de las especies objetivo a través de indicadores biológico-pesqueros AMERB.

El éxito del régimen AMERB es parcial (Defeo & Castilla, 2012). Se reconoce que la expansión de estrategias de manejo a otros recursos y diferentes contextos sociales como un modelo copiar-pegar no generan resultados positivos (Orensanz & Parma, 2010; Aburto & Stotz, 2013). Según Stotz et al (2008) el efecto de las AMERB sobre poblaciones explotadas es en un comienzo de recuperación de abundancias y presencia de tallas más grandes. A pesar de corroborarse esto en las AMERB Chaihuín, el problema se centra en los efectos prolongados de la presión pesquera y en como el marco teórico de las AMERB se adecua a la dinámica poblacional de las especies objetivo, esto afecta la capacidad de planes de manejo que permitan mantener buenos resultados y recuperar los bancos ante contextos de oceanográficos anómalos como los registrados en este estudio.

Para las AMERB Chaihuín las metodologías y planes de manejo utilizados en asumen *a priori* que no existe migración ni interacción alguna entre sectores. Por lo que no se incluyen seguimientos sobre reclutamientos larvales, sobre las conexiones larvales entre los bancos de sectores aledaños y posibles migraciones de *C. concholepas* y *Fissurella* spp.

entre sectores AMERB adyacentes. Los resultados de nuestro estudio solo nos permiten decir que los bancos de Locos y Lapas entre los sectores A y C se comportan de distinta forma a través del tiempo y tienen características espaciales distintas, por lo que podrían corresponder a poblaciones o subpoblaciones distintas. Se sabe que estas dos especies tienen estructuras metapoblacionales (Castilla & Defeo, 2001; Defeo & Castilla, 2005), por lo que no se descartan conexiones larvales entre ellos y con otros sectores.

Por último, es probable que el banco de *Ch. chorus* constituya una población cerrada debido a estar en una playa protegida dentro del estuario del río Chaihuín, por los buenos resultados iniciales del plan de manejo y por las mismas características biológicas de *Ch. chorus*, donde sus larvas reclutan en las zonas de aglomeración de individuos adultos.

Así concluimos que el régimen AMERB en Chaihuín tiene buenos resultados cuando sus planes de manejos están acotados a las dinámicas poblacionales de sus especies objetivo. Como se sabe que *C. concholepas* y *Fissurella* spp. no se comportan como poblaciones cerradas, es necesario acomodar sus planes de manejo a las escalas de sus dinámicas poblacionales, concentrándose en hacer más eficientes los reclutamientos para obtener buenos indicadores biológico-pesqueros.

7.4 Recomendaciones para el sistema eco-social AMERB Chaihuín.

- Se necesita mejorar el registro de cosechas, evaluaciones directas y comunidades bentónicas con GPS, videocámara, etc. Además, las metodologías de evaluación directa deben estandarizarse para facilitar la evaluación de la variabilidad temporal. Para el recurso Lapa se recomienda analizar evaluaciones directas por especie, llevar un registro de la explotación esporádica que se realiza e incorporar sus dinámicas poblacionales a la evaluación y planes de manejo. Sería interesante no descartar la presencia de *L. albus* en el sector C y plantear un plane de manejo para aumentar el banco de erizos.
- Para *C. concholepas* mantener su pesquería es primordial para mantener las AMERB expuestas en Chaihuín. Es necesario aumentar el reclutamiento en los sectores A y C, identificar las zonas de mayor asentamiento y aumentar su rendimiento a través de captación de semillas. Se necesita conocer el rango de movilidad espacial de los individuos adultos para realizar manejos que estén acorde a los alcances especiales de la estructura metapoblacional del Loco. Realizar evaluaciones directas de aquellos organismos con los que tenga relación trófica directa (ej. Cirrípedos y Ascidias).
- Dentro del sector B se recomienda cambiar la metodología de las evaluaciones directas desde cuadrantes a fotocuadrantes y/o transectos de videocámara debido a las grandes aglomeraciones que existen. Además se debe determinar si el banco es una población cerrada o recibe individuos de otras zonas. Se deben tomar medidas de manejo adicionales para soportar la presión pesquera sobre *Ch. chorus*, tales como repoblamiento, extensión del banco y/o la optimización del reclutamiento a través de la captación de semillas.

7.5 Conclusiones

Las variaciones espaciales en los indicadores biológico-pesqueros de especies objetivo en las AMERB Chaihuín, dependen principalmente de los sustratos y tipos de playa. *C. concholepas* se observa en grandes densidades sobre parches de paredes y rocas, *Fissurella* spp. no tiene una preferencia clara sobre los sustratos rocosos, sino más bien estaría limitada al cinturón de algas, y *Ch. chorus* tiene preferencias sobre sustratos arenosos y playas protegidas con regímenes estuarinos.

Para la costa de la XIV región de Chile, los efectos de una fase fría de ODP provocan eventos fuertes de La Niña, disminución de temperaturas y surgencias fuertes, estas últimas se evidenciaron a corto-plazo. Estos eventos son expresados en las variaciones temporales de densidades, tallas y cosechas de Locos, Lapas y Choros en las AMERB Chaihuín, y en los desembarques pesqueros regionales durante el colapso ocurrido el año 2010.

Se reconoce que el régimen AMERB tiene efectos sobre las variaciones espaciales y temporales en los indicadores biológico-pesqueros de Chaihuín, identificando que la debilidad del sistema se basa en el marco teórico del régimen y en sus planes de manejo que funcionan solo en poblaciones cerradas.

Es entonces que una concatenación de fenómenos oceanográficos como ODP, ENOS, TSM y surgencias, sumando al contexto pesquero de cada AMERB y a su heterogeneidad ambiental (litología y tipo de playa), explican las variaciones temporales y espaciales en los indicadores biológico-pesqueros de *C. concholepas*, *Fissurella* spp. y *Ch. chorus* en las AMERB Chaihuín.

8. BIBLIOGRAFÍA

Aburto, J., & Stotz, W., (2013) Learning about TURFs and natural variability: Failure of surf clam management in Chile. *Ocean & Coastal Management*. 71: 88-98.

Ancapichún S. & J. Garcés-Vargas (2014). Variabilidad del Anticiclón Subtropical del Pacífico Sudeste y su impacto sobre la Temperatura Superficial del Mar a lo largo de la Costa Centro-norte de Chile. En revisión en *Ciencias Marinas*

Avendaño, M., & Cantillán M., (2011) Restablecimiento de *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) (Bivalvia: Mytilidae) en el norte de Chile. *Latin American Journal Aquatic Research*. 39(2): 390-396.

Bitecma Ltda., (2010) Informe Final Sexto seguimiento área Niebla, Huiro. BITECMA.

Bitecma Ltda., (2012 a) Informe Final Octavo seguimiento área Sector A, Chaihuín. BITECMA.

Bitecma Ltda., (2012 b) Informe Final Octavo seguimiento área Niebla, Huiro. BITECMA.

Cantillán M., Avendaño M., Thouzeau G., & Le Pennec M., (2005) Reproductive cycle of *Argopecten purpuratus* (Bivalvia: Pectinidae) in La Rinconada marine reserve (Antofagasta, Chile): Response to environmental effects of El Niño and La Niña. *Aquaculture*. 246: 181-195.

Castilla, J.C., & Defeo, O., (2001) Latin American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices". *Fish Biology and Fisheries*. 11: 1-30.

Defeo O., & Castilla, J.C., (2005) More than one bag for the world fishery crisis and keys for co-management successes in selected artisanal Latin American shellfisheries. *Fish Biology and Fisheries*. 00: 1-19.

Defeo O., & Castilla, J.C., (2012) Governance and governability of coastal shellfisheries in Latin America and the Caribbean: multi-scale emerging models and effects of globalization and climate change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 4: 344-350.

Díaz, R. J. & Rosenberg, R., (1995) Marine benthic hypoxia: A review of this ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*. 33: 245-303.

Gallardo, C., (1973) Desarrollo intracapsular de *Concholepas concholepas* (Brugière). *Publicación Ocasional No16*. Museo Nacional de Historia Natural. 15 pp.

Gaymer, C.F., Palma, A.T., Alonso Vega, J.M., Monaco, C.J., & Henríquez, L.A., (2010) Effects of La Niña on recruitment and abundance of juveniles and adults of benthic community-structuring species in northern Chile. *Marine and Freshwater Research*. 61: 1185-1196.

González, J., Tapia, C., Wilson, A., Stotz W., Orensanz, J.M. (Lobo), Parma, A., Valero, J., Catrileo M., & Garrido, J., (2005) Bases biológicas para la evaluación y manejo de metapoblaciones de loco en la III y IV regiones. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), sección de ediciones y producción. 350 pp. www.ifop.cl

Gutiérrez, N., Hilborn, R., & Defeo, O., (2011) Leadership, social capital and incentives promote successful fisheries. *Nature*. 470: 386-389.

Hanski, I., (1998) Metapopulation dynamics. *Nature* 396:41-49.

Harrison, S. & Hasting, A.M., (1996) Genetic and evolutionary consequences of metapopulation structure. *Trends in Ecology and Evolution*. 3: 180-183.

Harrold, C., Lisin, S., Light, K. H., & Tudor, S., (1991) Isolating settlement from recruitment of sea urchins. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 147: 81-94.

Hilborn, R., Quinn, T.P., Schindler, D.E., & Rogers, D.E., (2003) Biocomplexity and fisheries sustainability. *PNAS*. 100(11): 6564-6568.

Jacinto, D., Bulleri, F., Benedetti-Cecchi, L., & Cruz, T., (2013) Patterns of abundance, population size structure and microhabitat usage of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in SW Portugal and NW Italy. *Marine Biology*. 160: 1135-1146.

Kinlan, B.P., & Gaines, S.D., (2003) Propagule dispersal in marine and terrestrial environments: A community perspective. *Ecological Applications* 84(8): 2007-2020.

Lara, E., Díaz, E., González, J., Jerez, G., Baros, V., Becerra, C., Toledo, C., Gaspar, C. & Padilla, H., (2007) Informe Final: Comportamiento y parámetros reproductivos de loco en la I y II Regiones. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), sección de ediciones y producción. 350 pp. www.ifop.cl

Mantua, N. J., Hare, S. R., Zhang, Y. Wallace, J. M. & Francis, R.C., (1997) A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 78(6): 1069-1079.

Marín, V.H., & Moreno, C.A., (2002) Wind Driven Circulation and Larval Dispersal: A Review of its Consequences in Coastal Benthic Recruitment. En: Castilla, J.C., & Largier, J.L., (Ed) *The Oceanography and Ecology of the Nearshore and Bays in Chile / International Symposium on Linkages and Dynamics of Bay and Open Coast*. (2000). pp 47-63. Santiago, Chile.

Montecinos, M., (2000) Las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos: génesis, desarrollo, implementación e implicancias para la conservación de los recursos bentónicos en Chile. Tesis Escuela de Biología Marina. Universidad Austral de Chile. 122 pp.

Moreno, C.A., Asencio, G., & Ibáñez, S., (1993) Patrones de asentamiento de *Concholepas concholepas* (Brugière) (Mollusca: Muricidae) en la zona intermareal rocosa de Valdivia, Chile. *Revista Chilena Historia Natural*. 66: 93-101.

Moreno, C.A., (1995) Benthic macroalgae as a refuge from predation for recruits of the mussel *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) in Southern Chile. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 191: 181-193.

Moreno, C.A., Asencio, G., Duarte, W.E., & Marín, V., (1998) Settlement of the muricid *Concholepas concholepas* and its relationship with El Niño and coastal upwellings in southern Chile. *Marine Ecology Progress Series*. 167: 171-175.

Moreno, C.A., Molinet, C., Díaz, P., Díaz, M., Codjambassis J., & Arévalo, A., (2011) Bathymetric distribution of the Chilean red urchin (*Loxechinus albus*, Molina) in the inner seas of northwest Patagonia: Implications for management. *Fisheries Research*. 110: 305-311.

Moreno, R.A., Sepúlveda, R.D., Badano, E.I., Thatje, S., Rozbaczylo, N., & Carraso, (2008) Subtidal macrozoobenthos communities from northern Chile during and post El Niño 1997-1998. *Helgol Mar Res*. 62: S45–S55. DOI 10.1007/s10152-007-0095-2.

Orensanz, J.M., & Jameison, G.S., (1998) The assessment and management of spatially structured stocks: An overview of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management. En: Jameison, G.S., & Campbell (Ed) *Proceedings of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stock Assessment and Management*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences., 125: 441-460.

Orensanz, J.M., Parma, A.M., Turk, T., & Valero, J., (2001) Dynamics, assesment and management of exploited natural populations” In: Syhumway, S., (Ed), *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier (Amsterdam and New York). 2da Edición. pp 109.

Orensanz, J.M, Parma, A.M., Jerez, G., Barahona, N., Montecinos, M., Elias, I., (2005) What are the key elements for the sustainability of “S-fisheries”? Insights from South America. *Bulletin of Marine Science*. 76: 527-556.

Orensanz, J.M., Parma, A.M., 2010. Chile: territorial use rights successful experiment? *Samudra*, 42:46.

Ortega, O., Castilla, J.C., Espino, M., Yamashiro, C., & Defeo, O., (2012) Effects of fishing, market price, and climate on two South American clam species. *Marine Ecology Progress Series*. 469: 71-85.

Pardo, L. M., Cardyn, C. S., & Garcés-Vargas, J., (2012) Spatial variation in the enviromental control of crab larval settlement in a micro-tidal austral estuary. *Helgoland Marine Reasearch*. 66: 253-263.

Pérez, M.C., González, M.L., & López, D.A., (2007) Breeding cycle and early development of the keyhole limpet *Fissurella nigra* Lesson, 1831. *Journal of Shellfish Research*. 26(2):315-318.

Portales, C., (2004) Las organizaciones de pescadores artesanales y las áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos en la comuna de Valdivia: Los caso de Bonifacio y Los Molinos. Tesis Escuela Biología Marina. Universidad Austral de Chile. 67 pp.

Pulliam, H. R., (1988) Sources, sinks, and population regulation. *American Naturalist*. 132:652- 661.

Queiroga, H., Almeida, M.A., Alpuim, A., Flores, A.A.V., Francisco S., et al. (2006). Tide and wind control of megalopal supply to estuarine crab populations on the Portuguese west coast. *Marine Ecology Progress Series*. 307:21–36

Reynoso-Granados, T., Monsalvo-Spencer, P., Serviere-Zaragoza, E., & Guzmán Del Próo, S., (2007) Larval and early juvenile development of the volcano keyhole limpet, *Fissurella volcano*. *Journal of Shellfish Research*. 26(1): 65-70.

Roughgarden, J.S., Gaines, S., Possingham, H., (1988) Recruitment dynamics in complex life cycles. *Science* 241:1460-1466.

Sinclair, M., Mohn, R.K., Probert, G., & Roddick, D.L., (1985) Considerations for the effective management of Atlantic scallops. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*. 113 pp.

Sernapesca (2013). Anuario estadístico de pesca y acuicultura 2011. Sernapesca.

Shanks, A.L., Grantham, B., & Carr, M.H., (2003) Propagule dispersal distance and the size and spacing of marine reserves. *Ecological Applications* 13(1): S159–S169.

Scheffer, M., Bascompte, J., Brock, W.A., et al., (2009) Early-warning signals for critical transitions. *Nature* 461: 53–59.

Techeira, C., Wilson, A., Bazán, V., Valdenegro, A., Torres, R., Álvarez, L., Palta, E., Cortes, C., Díaz, L., & Aguilera, A., (2010) Investigación: Situación pesquerías bajo

régimen áreas de Manejo, 2009-2010. Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), sección de ediciones y producción. 771 pp. www.ifop.cl