



Universidad de Concepción
Dirección de Postgrado
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Programa de Magíster en Ciencias, mención Pesquerías

**Impacto de la captura ilegal en la pesquería del recurso 'loco'
(*Concholepas concholepas*) en Áreas de Manejo y
Explotación de Recursos Bentónicos: el caso de la Isla
Mocha**

Ricardo Máximo Bandin Llanos
CONCEPCIÓN-CHILE
2013

Profesor Guía: Renato Quiñones Bergeret
Departamento de Oceanografía
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas
Universidad de Concepción

La presente tesis se realizó en el Departamento de Oceanografía de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción y ha sido aprobada por la siguiente Comisión Evaluadora:

Profesor Guía

Dr. Renato Quiñones Bergeret
Departamento de Oceanografía
Universidad de Concepción

Comisión Evaluadora

Dr. Wolfgang Stotz
Departamento Biología Marina
Universidad católica del Norte

Dr. Fabián Tapia Jorquera
Departamento de Oceanografía
Universidad de Concepción

Dr. Carlos Chávez Rebolledo
Departamento de Economía
Universidad de Concepción

Director del Programa

Dr. Leonardo Castro Cifuentes
Departamento de Oceanografía
Universidad de Concepción

RESUMEN

En Chile, el gastrópodo *Concholepas concholepas* conocido popularmente como ‘loco’, es un importante recurso bentónico de las pesquerías artesanales, con el que el Estado introdujo en la segunda mitad de los 90s un régimen de co-manejo denominado Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB). En él se asignan a pescadores artesanales formalmente organizados, derechos exclusivos de acceso a stocks de recursos bentónicos en áreas marino costeras geográficamente delimitadas, para su explotación y manejo. Actualmente, 758 AMERB decretadas se extienden en 38° latitudinales de la línea costera chilena, con un total de más de 124.000Ha asignadas, y más de 31.000 pescadores artesanales participantes; siendo consideradas por la comunidad académica internacional como uno de los más grandes experimentos de co-manejo a escala global.

A pesar de los importantes avances logrados con las AMERB, el régimen enfrenta todavía retos y amenazas, entre los que la captura ilegal y/o No Declarada (captura IND), a pesar de ser considerada especialmente grave por los pescadores usuarios del sistema, es omitida por la administración central, que establece Capturas Totales Permisibles (CTPs) suponiendo niveles de captura IND nulos, lo que conlleva a arriesgar la sustentabilidad tanto económica como biológica del sistema, además de distorsionar y devaluar la información proveniente del sector formal.

En la presente Tesis, se evalúa el impacto de la captura ilegal (robos) del recurso ‘loco’ sobre la sustentabilidad biológica y económica de un sistema AMERB en la Isla Mocha. Con tal propósito se realizaron, consultas formales a las principales entidades públicas fiscalizadoras, una evaluación socio-económica extractiva con los usuarios de AMERB de la Isla Mocha, además de la recopilación de data secundaria. En vista de la escasa respuesta obtenida con las consultas formales, basamos el estudio principalmente en la evaluación socio-económica extractiva. Ésta consistió en la aplicación de entrevistas semi-estructuradas, dirigidas a caracterizar al sector extractivo ilegal, a reconstruir una serie histórica de capturas ilegales *intra*-AMERB de ‘loco’ en Isla Mocha, y a sistematizar las percepciones de los pescadores sobre los factores causales y las propuestas de solución en torno al problema. Adicionalmente, se desarrolló un modelo bio-económico simple para analizar el impacto de diferentes niveles de captura ilegal (robo) de ‘loco’, sobre la sustentabilidad económica y ecológica de una AMERB particular. El modelo supone un único stock cerrado, cuya abundancia mensual, es afectada positivamente por un reclutamiento

denso-dependiente y negativamente por la captura formal y la captura ilegal; y además incorpora aspectos económicos resultantes de calcular los costos asociados al despliegue del esfuerzo pesquero formal, los ingresos brutos asociados a la venta de las capturas formales, y los consiguientes beneficios netos obtenidos. Se evaluaron los impactos en 48 diferentes escenarios de simulación (combinación de 4 niveles de Robo, 3 Reglas de Cosecha, y 4 Precios en playa de ‘loco’), mediante el análisis de 4 variables anuales además de 4 indicadores descriptivos de las dinámicas bio-pesquera y económica del sistema en un lapso de simulación de 12 años, generándose 100 salidas por año, cuyos estadígrafos se compararon mediante ANOVA y Pruebas de Tukey.

Los resultados indican que los factores más explicativos de la varianza de las salidas de simulación para los 4 indicadores propuestos, son el ‘Robo’, la ‘Regla-Cosecha’, seguidos de la interacción ‘Robo-Regla-Cosecha’; mientras que las proyecciones de abundancia a enero, reclutamiento, y capturas anuales formal e ilegal, muestran que el reclutamiento y dinámica poblacional del stock simulado de ‘loco’, serían resilientes en todos los escenarios, excepto en aquellos resultantes de combinar el nivel de ‘Robo Descontrolado’ con cualquier nivel de ‘Regla-Cosecha’, donde la pesquería formal colapsa. En un escenario “idóneo” para los usuarios del AMERB (ausencia de robos, una elevada tasa de cosecha formal, y buen precio del recurso), el indicador económico generaría promedios de hasta \$8,8 millones/año por embarcación formal participante, sin afectar la sostenibilidad del stock simulado. En cuanto a las percepciones, los usuarios de AMERB de Isla Mocha consideran más grave y más compleja la problemática asociada a la captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB imputada a foráneos con respecto a aquella imputada a isleños; no obstante, identifican causas comunes a ambas, agrupadas en los componentes ‘distorsiones socio-económicas’, ‘ineficacia del régimen de manejo pesquero’, ‘debilidades internas a la organización’, y ‘productividad pesquera artesanal reducida’. Dentro de las ‘distorsiones socio-económicas’, el ítem “necesidad económica” es considerado como el principal incentivo para la captura ilegal de ‘loco’. En el componente ‘ineficacia del régimen manejo pesquero’, para el robo de infractores foráneos se considera como principal ítem causal a una “fiscalización ineficaz de la Armada”; mientras que para el robo de infractores isleños se consideran como principal ítem causal a una “fiscalización interna ineficaz”. Los ítems de solución propuestos para afrontar a los infractores foráneos, expresan que las acciones deben provenir más del lado institucional-normativo público, identificando principalmente a la Armada como infractor protagónico de acción. Asimismo, las propuestas para afrontar a los infractores isleños, expresan que la mayor

expectativa de solución de los usuarios de AMERB está puesta en mejoras de la sanción y vigilancia de sus propias organizaciones, algunas de ellas apoyadas por la Armada.

En base al caso estudiado en Isla Mocha, entre otras recomendaciones se sugiere:

- a) Se mitiguen las principales distorsiones socio-económicas que impulsan a todo pescador, a extraer ilegalmente ‘loco’ desde las AMERB;
- b) Se evalúe la asignación de derechos exclusivos de acceso territorial a las organizaciones asignatarias de AMERB;
- c) Se extiendan los alcances del Plan de Acción Nacional para combatir las operaciones Ilegales, No Declaradas y No Reglamentadas (PAN-INDNR) de Chile, a la realidad de las pesquerías artesanales, esclareciendo y definiendo las responsabilidades institucionales en las acciones de fiscalización;
- d) Que la Subsecretaría de Pesca y el Servicio Nacional de Pesca, reconozcan e incorporen aspectos hasta ahora omitidos como son la captura ilegal y/o no declarada (IND), dentro de la dinámica de los stocks de una AMERB;
- e) Se incorporen métodos evaluativos integrativos de la captura IND en la pesquería del ‘loco’, a fin de obtener estimaciones más realistas y precautorias de la CTP en AMERB; y
- f) Se incorporen métodos criminalísticos para caracterizar las operaciones IND (captura, procesamiento y comercialización) de ‘loco’, así como estrategias inter-institucionalmente coordinadas para combatirlas.

ABSTRACT

In Chile, the gastropod *Concholepas concholepas* popularly known as 'loco', is an important resource of the benthic artisanal fisheries, with which the State introduced in the second half of the 90s a form of co-management regime called Management and Exploitation Areas of Benthic Resources (MEABR or AMERB in Spanish). Under this regime, exclusive rights of access to stocks of benthic resources are allocated to fishermen formally organized, in geographically defined coastal marine areas, for exploitation and management. Currently, there are 758 AMERB enacted along 38 latitudinal degrees of Chilean coastline, with a total of more than 124.000Ha assigned, and over 31.000 participating fishermen, being considered by the international scholar community as one of the greatest co-management experiments on a global scale.

Despite the significant progress made with AMERB, the system still faces challenges and threats, among which the Illegal and/or Unreported capture (IU catch), although being considered particularly serious by the fishermen users of the system, is omitted by Central Administration, which sets Total Allowable Catches (TACs) assuming zero IU catch levels, putting at risk the economic and biological sustainability of the system, and also distorting and devaluing the information gathered from the formal sector.

In this Thesis, we evaluate the impact of illegal catch (poaching) in the 'loco' resource fishery, on the biological and economic sustainability of an AMERB system on the Mocha Island. To that end, formal consultation to major public fiscalization entities, an extractive socio-economic assessment with AMERB users in Mocha Island, as well as secondary data collection were made. Given the limited response obtained with the formal consultation, the study relied mainly on participative evaluation. This consisted in the application of semi-structured interviews aimed at characterizing the illegal extractive sector, to reconstruct a historical series of illegal *intra*-AMERB 'loco' catches in Isla Mocha, and systematize the fishermen perceptions on the causal factors and proposed solutions for the problem. Additionally, we developed a simple bio-economic model to analyze the impact of different levels of 'loco' poaching on the economic and ecological sustainability of a particular AMERB. The model assumes a single closed stock whose monthly abundance is affected positively by density-dependent recruitment and negatively by formal and illegal harvests, and also includes economic aspects resulting from the calculation of costs associated with the deploy of formal fishing effort, gross income associated with sale of formal

catches, and the net benefits obtained. Impacts were evaluated in 48 different simulation scenarios (combination of 4 levels of poaching, 3 harvest rules, and 4 beach prices of 'loco'), through the analysis of 4 annual variables and 4 descriptive indicators of the bio-fishery and economic dynamics of the system in a simulation period of 12 years, with the generation of 100 outputs per year, whose stadigraphs were compared by ANOVA and Tukey tests.

The results indicate that the most explicative factors for variance of the simulation outputs for the 4 proposed indicators are the 'poaching', the 'harvest rule', followed by the interaction 'poaching - harvest rule', whereas the projections of January abundance, recruitment, and a formal and illegal annual catches, show that the recruitment and population dynamics of the 'loco' simulated stock, would be resilient in all scenarios except those resulting from combining the level of 'uncontrolled poaching' with any level of 'harvest rule', where the formal fishery collapses. Under a "suitable" scenario for AMERB users (absence of poaching, a high rate of formal harvest and a good resource price), the economic indicator would generate averages up to \$ 8,8 million / year per participant formal vessel, without affecting the simulated stock sustainability. In terms of perceptions, AMERB users of Mocha Island considered more serious and complex the problems associated with the illegal *intra*-AMERB 'loco' catch imputed to non-islanders with respect to that attributed to islanders, however, they identify common causes for both grouped into the components 'socio-economic distortions', 'ineffective fisheries management regime', 'internal organization weaknesses' and 'reduced artisanal fishing productivity'. Within the 'socio-economic distortions', the item "financial need" is considered as the main incentive for the 'loco' poaching. In component 'ineffective fisheries management regime', for the non-islander poaching "ineffective fiscalization of the Navy" is considered a major causal item, while for islander poaching "ineffective internal control" is considered a major causal item. The proposed solution items to deal with non-islander offenders, express that action must come from the public policy-institutional side, identifying primarily the Navy as a leading agent of action. Likewise, proposals to address the islander offenders express that the major expectation of solution for AMERB users is put into improvements on surveillance and punishment in their own organizations, some of them supported by the Navy.

Based on Mocha Island case study, among other recommendations are suggested:

- a) To address major socio-economic distortions that drive every fisherman, to poach 'loco' from MEABRs;

- b) To assess the allocation of exclusive rights of territorial access to the MEABR assignee organizations;
- c) To extend the scope of the National Action Plan to combat Illegal, Unreported and Unregulated activities (NAP IUU) of Chile, to the reality of artisanal fisheries, clarifying and defining the institutional responsibilities in fiscalization actions,
- d) The Undersecretary of Fisheries and National Marine Fisheries Service, recognize and incorporate aspects omitted so far as Illegal and/or Unreported catch (IU) within the stock dynamics in a MEABR,
- e) To incorporate integrative assessment methods of IU catch in 'loco' fishery, in order to obtain more realistic and precautionary TAC estimates inside MEABRs, and
- f) To incorporate criminological methods to characterize IU operations (extraction, processing and marketing) of 'loco' and inter-institutionally coordinated strategies to combat them.

A la mar

AGRADECIMIENTOS

A los pescadores artesanales de Isla Mocha, quienes además de compartir conmigo su conocimiento y experiencias sobre el tema estudiado, me brindaron su hospitalidad durante el trabajo en terreno.

A mi profesor guía Dr. Renato Quiñones, por posibilitarme la definición y realización del estudio, por su guía y permanente revisión crítica de la investigación y por su respaldo en momentos difíciles; al Dr. Fabián Tapia por posibilitarme participar en el Proyecto FIP 2010-20, crucial para la obtención de data requerida, y por su revisión crítica del texto; al Dr. Carlos Chávez, por sus valiosas recomendaciones para el desarrollo del modelo bio-económico y revisión crítica del texto; al Dr. Luis Cubillos por su valioso apoyo en el desarrollo del modelo bio-pesquero, al Dr. Jorge Tam por su apoyo en la programación, modelamiento, análisis estadísticos y lectura crítica del texto; y al Dr. Billy Ernst por ayudarme en aspectos de programación para el modelamiento.

A profesionales que también apoyaron, en especial a los sociólogos Carolina Núñez y Oscar Santis por sus valiosos aportes teórico-metodológicos; a las Dras. Beatriz Yannicelli y Ana Cinti por compartir su experiencia de trabajo y referencias acerca de AMERB; a la Dra. Éva Plagányi por sus valiosas referencias sobre pesquerías de abalones, a los biólogos Sergio Mayor y Cristina Stuardo por su ayuda en la graficación y análisis estadísticos de la data, a la Blga. Solange Ramírez por su ayuda en la obtención de información secundaria, y a Magdalena Castex por su apoyo en la transcripción de entrevistas. Por su disposición de apoyo e ideas sobre enfoques alternativos, agradezco a la Dra. Deborah Cleland y a los Dres. Bernardo Lagos, John Atkinson, Didier Bazile, Gérard Weisbuch, y José Marin Riascos. También agradezco a aquellas personas que me ayudaron en momentos difíciles, especialmente a Flor Albornoz, Ingrid Soto, Wilda Arabena, Carolina Samson, Carmen Gloria Rodríguez, y a mis colegas Jimmy Martina y Héctor Valdivia y familia. A los Dres. Luis Icochea, Jaime Mendo y el Máster Víctor Yépez quienes en el Perú, respaldaron mi postulación al Magíster. Mi agradecimiento a la Agencia Chilena de Cooperación Internacional (AGCI) por el otorgamiento de una beca de postgrado. Esta investigación fue financiada por el Programa de Investigación Marina de Excelencia (PIMEX) y por el Interdisciplinary Center for Aquaculture Research (INCAR; CONICYT-FONDAP Proyecto N°15110027).

A la familia, que siempre me apoyará.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	ii
ABSTRACT	v
AGRADECIMIENTOS.....	ix
TABLA DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Las AMERB como sistemas de co-manejo en Chile: historia, objetivos, desarrollo, características, estudios realizados.....	3
1.2 Capturas en el ámbito de las actividades de Pesca Ilegal, No Declarada y No Reglamentada (INDNR)	7
1.3 Capturas de tipo INDNR en pesquerías de abalón.....	8
1.4 Captura de tipo ilegal en la pesquería del ‘loco’	10
1.5 Caso de Estudio: Isla Mocha	13
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo General.....	17
2.2 Objetivos Específicos	17
2.2.1 Objetivo específico 1	17
2.2.2 Objetivo específico 2	17
2.2.3 Objetivo específico 3	17
2.2.4 Objetivo específico 4	17
3 HIPÓTESIS	18
4 METODOLOGÍA.....	19
4.1 Fuentes Informativas	19
4.1.1 Consultas formales a entidades fiscalizadoras del sector pesquero	19
4.1.2 Evaluación socio-económica extractiva.....	19
4.1.3 Recopilación de data secundaria.....	21
4.2 Caracterización y estimación de la captura ilegal de loco en la Isla Mocha (Objetivo específico 1).....	22
4.2.1 Estimación de la Captura Ilegal de loco en el año 2009 como ‘punto de anclaje’	22
4.2.2 Reconstrucción de la serie histórica de captura ilegal (C^i)	24
4.3 Modelación Bio-pesquera (Objetivo Específico 2)	26
4.3.1 Dinámica de la abundancia	27
4.3.2 Captura ilegal o robo de ‘loco’ anual.....	27
4.3.3 Abundancia simulada con Evaluaciones Directas	28

4.3.4	Estimación de parámetros por log-verosimilitud.....	28
4.3.5	Reclutamiento (R_t)	29
4.3.6	Reglas de Cosecha para calcular la Captura formal.....	31
4.3.7	Data de entrada	32
4.4	Modelación Bioeconómica (Objetivo Específico 3)	32
4.4.1	Esfuerzo pesquero	33
4.4.2	Aspectos económicos.....	33
4.4.3	Información de entrada	34
4.4.4	Indicadores y criterios de evaluación.....	37
4.4.5	Escenarios de simulación.....	38
4.4.6	Generación de salidas de simulación y pruebas de Hipótesis.....	40
4.5	Evaluación de las percepciones de los usuarios de AMERB sobre la problemática de la captura ilegal de loco en la Isla Mocha, (Objetivo Específico 4)	41
4.6	Software de simulación y análisis	41
5	RESULTADOS	42
5.1	Caracterización y estimación de la captura ilegal de loco en la Isla Mocha (objetivo específico 1)	42
5.1.1	Talla mínima de los ejemplares de ‘loco’ extraídos ilegalmente <i>intra</i> -AMERB en la Isla Mocha	45
5.1.2	Estimados para el año 2009 de Esfuerzo Ilegal (E^i_{2009}) y Captura Ilegal (C^i_{2009}) ó robo de ‘loco’ como ‘puntos de anclaje’	46
5.1.3	Reconstrucción de las series históricas de extracción ilegal (E^i_t) y captura ilegal de ‘loco’ (C^i_t)	48
5.2	Modelación bio-pesquera (objetivo específico 2)	50
5.2.1	Parámetros estimados para la fase histórica del modelo dinámico de abundancia 50	
5.2.2	Evolución histórica (2004 – 2010) de la abundancia de ‘loco’ en el AMERB IMQS.....	51
5.2.3	Reclutamiento (R_t)	52
5.2.4	Proyecciones para el lapso de simulación.....	53
5.3	Evaluación de impactos de la captura ilegal de loco mediante el análisis de las salidas del modelo bioeconómico (objetivo específico 3)	58
5.3.1	Captura Formal Promedio [C^f_{prom}].....	58
5.3.2	Razón Robo Acumulado vs. Captura Formal Acumulada [$\Sigma C^i/\Sigma C^f$]	63
5.3.3	Probabilidad de encontrar abundancias de Evaluaciones Directas simuladas menores al 75% de su promedio histórico (<i>Probabilidad de Colapso</i>).....	64
5.3.4	Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (<i>VPBNE</i>)	66
5.4	Percepciones sobre las causas y propuestas de solución para la captura ilegal de loco en la Isla Mocha (objetivo específico 4)	71
5.4.1	Ítems causales identificados para la captura ilegal de ‘loco’	73
5.4.2	Propuestas de solución identificadas para la captura ilegal de ‘loco’	76
6	DISCUSIÓN.....	78
6.1	Caracterización y estimación de la captura ilegal de loco en la isla mocha (objetivo específico 1)	78
6.2	Modelación bio-pesquera (objetivo específico 2)	83

6.3	Evaluación de impactos de la captura ilegal de ‘loco’ mediante simulación bioeconómica (objetivo específico 3)	85
6.4	Percepciones sobre la problemática de la captura ilegal <i>intra</i> -AMERB de loco en la Isla Mocha (objetivo específico 4).....	89
6.4.1	Causas de la extracción ilegal de ‘loco’ en Isla Mocha	90
6.4.2	Propuestas de solución a la extracción ilegal de ‘loco’ en Isla Mocha.....	98
6.5	Visión general.....	104
7	CONCLUSIONES.....	106
8	BIBLIOGRAFÍA.....	110
9	ANEXOS.....	119
9.1	Entrevista semi estructurada aplicada para el desarrollo del presente estudio	119
9.2	Comunicaciones recibidas de SERNAPESCA en respuesta a consultas sobre captura ilegal de ‘loco’ en Isla Mocha entre 2004 – 2011	120
9.3	Comunicaciones recibidas de la ARMADA en respuesta a consultas sobre captura ilegal de ‘loco’ en Isla Mocha entre 2004 – 2011	124
9.4	Nómina de informantes clave entrevistados en la segunda fase de la evaluación socio-económica extractiva (<i>c.f.</i> 4.1.2), seleccionados entre usuarios de las 2 organizaciones asigntarias de AMERB en la Isla Mocha.	128
9.5	Resultados del análisis de sensibilidad realizado con los submodelos de reclutamiento.....	129
9.6	Manuscrito para ser remitido al Latin American Journal of Aquatic Research	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Data de entrada para el desarrollo del modelo bio-pesquero del stock hipotético del AMERB IMQS: Abundancia estimada en Evaluaciones Directas ($N_{t[m]ED}$) en individuos de ‘loco’, Captura formal anual ($C_{t[m]}^f$) en individuos de ‘loco’, y esfuerzo desplegado para realizar la captura formal ($E_{t[m]}^f$) en horas_buzo.....	32
Tabla 2. Precios en playa (\$/u ‘loco’) negociados originalmente y compradores de cosechas realizadas en el lapso histórico de desarrollo del AMERB IMQS.....	35
Tabla 3. Costos Fijos Generales (\$) asociados al funcionamiento del AMERB IMQS en el año 2010 y total actualizado al 2011.....	35
Tabla 4. Costos de mantenimiento anual (\$/bote) por embarcación, equipada para la extracción de ‘loco’ por miembros del STI en Isla Mocha al 2011.....	36
Tabla 5. Costos unitarios (\$) de equipos nuevos utilizados para el cálculo de la depreciación de una embarcación al 2010, y total de depreciación actualizado al 2011.....	37
Tabla 6. Escenarios a evaluar en el lapso de simulación.....	40
Tabla 7. Estadígrafos referidos a la estimación socio-económica de esfuerzo extractivo (E^i en número de viajes) y captura ilegal de ‘loco’ (C^i en individuos) <i>intra</i> -AMERB, realizados por infractores foráneos e isleños, y totales a usar como ‘puntos de anclaje’ (en negrita) para el año 2009.....	48
Tabla 8. Series históricas anuales estimadas para las AMERB activas de Isla Mocha de: Incidencia Máxima (I_t^{MAX} en días hábiles/año); Incentivo (IN_t , adimensional); Esfuerzo Ilegal (E_t^i en viajes/año); Stock cosechable (ST_t^* en ind.); Robo (C_t^i en ind) de ‘loco’; razón de stocks cosechables del AMERB IMQS vs. todas las AMERB activas (ST_{tIMQS}^* / ST_t^*); Robo en el AMERB IMQS (C_{tIMQS}^i en ind.).....	49
Tabla 9. Series históricas anuales de parámetros económicos, calculadas para las AMERB activas de Isla Mocha: promedio de precios de ‘loco’ (P_t en \$/ind.), y Valor Económico del Robo (VEC_t^i en \$). Además de series calculadas para el AMERB IMQS de: Valor Económico del Robo (VEC_{tIMQS}^i en \$), Ingreso Bruto Formal (IB_{tIMQS} en \$) y Razón Robo/Captura Formal [(C_t^i / C_{tIMQS}^f)]. Todos los valores económicos están actualizados por el IPC al 2011.....	50
Tabla 10. Estimaciones de los parámetros históricos del modelo bio-pesquero dinámico de decaimiento exponencial para el stock hipotético de ‘loco’ contenido en el AMERB IMQS.....	51
Tabla 11. Abundancia de reproductores y reclutamiento (ambos en número de ind.) utilizados para construir la relación S-R Tipo palo de hockey, en el stock hipotético del AMERB IMQS.....	53
Tabla 12. ANOVA (SC Tipo III), para las salidas de los indicadores Captura Formal, Razón Robo/Captura, Probabilidad de Colapso y Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (VPBNE), obtenidas con el sub-modelo SR.palo de hockey – ENSO moderado.....	60
Tabla 13. Pruebas múltiples de Tukey ($\alpha = 0,05$) para las salidas de los indicadores Captura Formal y Razón Robo/Captura, obtenidas con el sub-modelo SR.palo de hockey - ENSO moderado.....	61
Tabla 14. Pruebas múltiples de Tukey ($\alpha = 0,05$) para las salidas de los indicadores Probabilidad de Colapso y Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (VPBNE), obtenidas con el sub-modelo SR.palo de hockey - ENSO moderado.....	69
Tabla 15. Sistematización y frecuencia de la opinión de los usuarios de AMERB isleños, al ser inquiridos sobre los factores causales y propuestas de solución a la captura ilegal foránea e isleña, en las AMERB de ‘loco’ de Isla Mocha.....	72

Tabla 16. ANOVA (SC Tipo III) del diseño de modelación completo, para las salidas promedio de los indicadores Captura Formal, Razón Robo/Captura, Probabilidad de Colapso y Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (VPBNE).....	132
Tabla 17. Comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) para las salidas promedio de los indicadores Captura Formal, Razón y Robo/Captura.....	133
Tabla 18. Comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) para las salidas promedio de los indicadores Probabilidad de Colapso y Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (VPBNE)	134

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Zona de estudio. Ubicación de la Región del Bio-Bio (1). Localidades de Concepción (2), Lebu (3), Quidico (4), Tirúa (5) e Isla Mocha (6). Distribución de las AMERB activas, Weste Isla Mocha (7), Isla Mocha Sector Este (8) e Isla Mocha Sector Quechol (9), administradas por la “Organización Funcional”; Isla Mocha Sector Sur (10) e Isla Mocha Sector Quechol Sur (11), administradas por el STI. AMERB Tirúa (12) en desafectación, asignada a pescadores artesanales Mapuche-Lafkenche de Tirúa..... 15
- Figura 2.** Distribución de frecuencia de las respuestas cuantitativamente asertivas (31 de 54 entrevistados) respecto a la pregunta sobre la talla mínima del ‘loco’ capturado ilegalmente *intra*-AMERB en la Isla Mocha. . 46
- Figura 3.** Distribución de frecuencia de los estimados participativos de esfuerzo extractivo ilegal de infractores foráneos (a) e infractores isleños (b), y de captura ilegal de ‘loco’ realizada por infractores foráneos (c) e infractores isleños (d). 47
- Figura 4.** Series históricas estimadas de captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB, para el total de las 5 AMERB activas de Isla Mocha (línea continua) y para el AMERB IMQS (línea punteada). 49
- Figura 5.** Trayectoria de la abundancia del stock hipotético de ‘loco’ en el AMERB IMQS descrita según el modelo dinámico mensual de decaimiento exponencial. Los cuadros vacíos corresponden a la abundancia calculada con la Ec.[7], y los puntos rojos corresponden a las abundancias observadas en las evaluaciones directas históricas. 52
- Figura 6.** Relación S-R de tipo palo de hockey, construída con el reclutamiento y la abundancia de reproductores del modelo dinámico mensual, para el stock hipotético de ‘loco’ del AMERB IMQS. Los círculos llenos negros representan los 5 pares disponibles de datos de abundancia de reproductores y reclutas; los círculos vacíos representan valores simulados con los parámetros estimados. 53
- Figura 7.** Proyecciones con las medianas de las salidas del modelo en 6 escenarios (100 iteraciones en cada escenario) para las variables anuales: Abundancia (cuadros negros), Reclutamiento (cuadros azules), Captura Formal (cuadros verdes) y Captura ilegal de ‘loco’ (cuadros rojos). Las líneas punteadas alrededor de las proyecciones representan los percentiles 2,5 y 97,5. Las líneas verticales indican el inicio del lapso de simulación..... 57
- Figura 8.** Boxplots para las salidas de los indicadores: Captura Formal Promedio (a - d), Razón Robo Total / Captura Formal Total (e - h), y Probabilidad de colapso (i - l), en cada combinación de la interacción Robo*Regla-Cosecha. Las líneas horizontales internas a las cajas representan la mediana (línea negra) y la media (línea roja). 62
- Figura 9.** Boxplots para el Indicador Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (*VPBNE* en millones \$) por cada nivel del factor Precio-loco según las diferentes Reglas de Cosecha, presentados para cada escenario de robo de ‘loco’. Las líneas horizontales internas a las cajas representan la mediana (línea negra) y la media (línea roja)..... 70

1 INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios la humanidad ha enfrentado el desafío de cómo evitar la sobre-explotación de recursos naturales de oferta finita, problema especialmente probable cuando el acceso a los mismos no tiene costo. Esta temática, que ya había sido abordada en el campo económico-pesquero en la década de 1950 (Gordon 1954, Scott 1955), fue popularizada en la comunidad científica con la metáfora de “La Tragedia de los Comunes” (Hardin 1968). Años después el propio Hardin (1998) planteó algunas posibles soluciones al problema, tales como la administración estatal y la privatización, las cuales han sido criticadas argumentando que la primera demandaría un Estado todo poderoso y omnisapiente sobre los usuarios y el recurso (v.g. un Estado socialista), mientras que la segunda (v.g. un Estado capitalista) podría pasar por alto la escala geográfica relevante para sostener la complejidad y diversidad de los sistemas naturales comprometidos (Rozzi 2007). Alternativamente se ha propuesto la adopción de esquemas cooperativos y autónomos de uso de bienes públicos (también llamados bienes comunes) (Ostrom 1990). Este último parece ser el más efectivo pues aunque Hardin había sugerido que la propiedad común era la causa de la “tragedia” de los bienes comunes, en realidad el acceso libre parece ser el causante último del problema (Ciriacy-Wantrup y Bishop 1975, Ostrom 1992).

Las pesquerías de pequeña escala (SSF, por las siglas del inglés “Small-Scale Fisheries”), se pueden caracterizar en general como un sector cambiante y dinámico que emplea mucha mano de obra extractiva, aplica tecnologías de procesamiento y distribución para explotar recursos pesqueros de aguas marinas y continentales, cuyas actividades se desarrollan a tiempo parcial/completo, o bien estacionalmente, estando frecuentemente destinadas a suministrar pescado y productos pesqueros al consumo de subsistencia y a los mercados locales, nacionales, y más recientemente a mercados de exportación, debido a una mayor integración de los mercados y la globalización (FAO 2005).

Las SSF y los ecosistemas que las sustentan prestan servicios cruciales a mucha gente, y se hacen cada vez más importantes en las economías locales y nacionales de muchos países en desarrollo (Béné *et al.* 2007). Sin embargo, el desarrollo sostenible de las SSFs sigue siendo un gran desafío, sobre todo en contextos de pobreza, de poblaciones humanas crecientes altamente dependientes de servicios ecosistémicos, de globalización económica y cambio climático (Andrew *et al.* 2007).

Al igual que muchas SSF a lo largo de las zonas costeras de todo el mundo, las pesquerías bentónicas artesanales de Chile pertenecen a las llamadas “pesquerías-S”; denominadas así por la recurrencia de la sigla “S” en la descripción inglesa de sus rasgos característicos. Estas pesquerías de pequeña escala (“Small-scale fisheries”), están espacialmente estructuradas (“Spatially Structured”), y dirigidas a stocks sedentarios (“Sedentary Stocks”), en claro contraste con las pesquerías industriales de alta mar, centralizadas y dirigidas a una o unas cuantas especies de gran movilidad (Orensanz *et al.* 2005). Los stocks objetivo de las pesquerías-S, se estructuran por lo general espacialmente como metapoblaciones de subpoblaciones localizadas, típicamente interconectadas a través de dispersión larval; y sus dinámicas de población están determinadas por la heterogeneidad espacial, presentando efectos localizados de la extracción (Orensanz *et al.* 2005). Las pesquerías-S, que contribuyen al sustento de cientos de miles de pescadores y sus familias en todo el mundo, son a menudo consideradas como la ‘pesadilla’ de los evaluadores de stock, muchos de los cuales a la larga las consideran “inmanejables” debido al hecho que: (a) la eficacia de controlar la captura y el esfuerzo a escala global es cuestionable, y (b) miles de pescadores desembarcando la captura en cualquier punto a lo largo de la costa hacen que sea prácticamente imposible el llevar buenas estadísticas y realizar una fiscalización efectiva (Orensanz *et al.* 2005). En suma, esto hace que el monitoreo, la evaluación y control centralizados de estas pesquerías sean propuestas poco realistas, posibilitándose su sostenibilidad sólo mediante el aporte de incentivos adecuados a los pescadores (y otros grupos de interés) que los lleve a participar en algún sistema de co-manejo, y a comportarse de acuerdo a las expectativas sociales (Orensanz *et al.* 2005).

El co-manejo, enfoque alternativo al manejo convencional de recursos naturales, es definido como el reparto de responsabilidades y autoridad entre el Estado y los usuarios de recursos, que generalmente implica la colaboración entre una gran variedad de grupos de interés, incluidos los diferentes organismos gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, organizaciones de investigación, empresas privadas y la sociedad civil en general (Carlsson y Berkes 2005). Su objetivo es fortalecer el potencial del manejo convencional para proteger tanto el ambiente natural local y los intereses y derechos de los usuarios de recursos, a la vez que mejora la legitimidad de la participación estatal en el manejo pesquero mediante procesos de toma de decisiones más inclusivos y transparentes (Evans *et al.* 2011). La inclusión de los grupos de interés pesquero titulares y pertinentes puede conducir al logro de acciones colectivas más efectivas, a la resolución

de conflictos, y a un mayor cumplimiento con las instituciones de manejo (y por tanto la reducción de costos de fiscalización), así como a la integración de conocimientos y sistemas de valoración más diversos en los que se puedan basar las decisiones, dando lugar a una mejor definición del problema, al aprendizaje social y a la innovación (Berkes 2009, Kuperan *et al.* 2008). El co-manejo es considerado también como la base de otros métodos alternativos de manejo, como el manejo integrado de áreas, el manejo basado en ecosistemas, el manejo de áreas protegidas, y el manejo adaptativo (Evans *et al.* 2011).

Más específicamente, el co-manejo pesquero es definido como un acuerdo de asociación en el que el Gobierno, la comunidad de usuarios de los recursos locales (pescadores), los agentes externos (organizaciones no gubernamentales, académicas y entidades de investigación), y grupos de interés de otros recursos pesqueros y costeros (armadores, comercializadores pesqueros, prestamistas de dinero, operadores turísticos, etc), comparten la responsabilidad y autoridad para la toma de decisiones en el manejo de una determinada pesquería (Berkes *et al.* 2001)

El desarrollo de enfoques “centrados en las personas” en el manejo de recursos naturales y el ímpetu por desarrollar investigación participativa, han permitido que en los últimos años se incluya a los usuarios en la investigación y manejo pesqueros (Symes 2006). Sin embargo, a pesar de estos avances, actualmente la antropología y ciencias sociales afines desempeñan un papel menor en informar al manejo pesquero en comparación con la ecología, la biología y la economía (Pauly 2006). El manejo pesquero artesanal en Chile sigue la tendencia de muchos países de América Latina, donde la investigación pesquera se ha centrado principalmente en aspectos bio-pesqueros, y en menor medida en aspectos oceanográficos, con casi nula atención prestada a cuestiones socio-económicas y culturales (Yáñez *et al.* 2001, Salas *et al.* 2007).

1.1 Las AMERB como sistemas de co-manejo en Chile: historia, objetivos, desarrollo, características, estudios realizados.

Las SSF de Chile, en particular las pesquerías de invertebrados bentónicos, constituyen un importante rubro productivo de importancia social, económica y ecológica que no está ajeno a la problemática global del uso de recursos públicos de oferta finita. El ingreso a Chile del sistema económico neo-liberal y las agresivas políticas de tasa de cambio en los 70's, que mejoraron sustancialmente los ingresos por concepto de exportaciones pesqueras, potenciaron la sobre-explotación de algunos importantes recursos bentónicos como el bivalvo *Venus antiqua* ('almeja')

y el gastrópodo *Concholepas concholepas* ('loco') (Schurman 1996, Castilla y Fernández 1998). La gran demanda de los mercados asiáticos desencadenó el incremento de los desembarques de 'loco' de 6.000t en 1974 a 24.000t en 1980; posteriormente de 1982 a 1988 los desembarques experimentaron una gran oscilación manifestando el efecto de la sobre-explotación, mientras que los ingresos por exportaciones se duplicaron (Castilla y Fernández 1998). Entre 1989 y 1992 la pesquería se cerró oficialmente por primera vez, y desde entonces hasta mediados de los 90's, las exportaciones de 'loco' contribuyeron con hasta el 50% de los ingresos por exportación de toda la pesquería de pequeña escala chilena (Castilla y Fernández 1998).

Concholepas concholepas (Gastrópoda, Muricidae) es una especie depredadora ecológicamente clave en los ambientes rocosos del litoral Pacífico Suroriental (Stuardo 1979, Moreno *et al.* 1986, Molinet y Moreno 2009), que se distribuye latitudinalmente desde Islas Lobos Afuera (6°S en Perú) a Cabo de Hornos (55°S en Chile) y batimétricamente entre los 0 y los 50m de profundidad (Olguín y Jerez 2003). Este gastrópodo representa uno de los recursos más importantes en las pesquerías artesanales bentónicas chilenas (Leiva y Castilla 2002), y como tal ha servido de fundamento para el desarrollo del arreglo institucional normativo ó régimen de acceso al recurso, conocido como Área de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) (Meltzoff *et al.* 2002).

El desarrollo del arreglo institucional de las AMERB empezó en 1988 con la implementación de zonas de exclusión (no-take zones) experimentales, que fueron usadas como modelo para incorporar la idea de las AMERB en la Ley N° 18.892 "Ley General de Pesca y Acuicultura" (LGPA) en 1991. Las AMERB fueron implementadas de hecho en 1995 (Gallardo 2008), siendo recién en 1997 que se explicitaron sus mecanismos de instauración/operación con el Decreto Supremo N° 355 "Reglamento de Áreas de Manejo" (RAM) (Gelcich *et al.* 2004). Desde entonces la formalización de AMERB en todo Chile ha sido promovida por el Estado, a través de la difusión del concepto en los medios y el co-financiamiento de Estudios de Situación Base (ESBA) y Planes de Manejo y Explotación (PMEA), exigidos para su implementación (SUBPESCA 2003), los cuales deberían ser ejecutados con asesoría técnica debidamente acreditada (v.g. universidades o empresas consultoras).

La creación de AMERB, resultó entonces de combinar el objetivo de conservación de un recurso marino, con otros factores como: (1) la disponibilidad de estudios biológicos sobre los beneficios

de proteger recursos bentónicos de la explotación humana (Castilla y Duran 1985, Castilla y Bustamante 1989), (2) el conocimiento de la teoría y resultados empíricos de observados en los sistemas de acceso libre (o abierto) y la evidencia de regímenes exitosos de propiedad común; y (3) el deseo de algunos sindicatos de pescadores artesanales de manejar recursos bentónicos en zonas geográficas definidas (Meltzoff *et al.* 2002).

El concepto de las AMERB consiste en la asignación a organizaciones formales de pescadores artesanales de derechos de uso exclusivo de stocks de recursos bentónicos, para su explotación y manejo, los cuales se ubican en áreas marítimas costeras delimitadas de acuerdo a un procedimiento de pagos, evaluaciones y consulta con múltiples instancias del Estado (SUBPESCA 2003). Los objetivos formales para este arreglo institucional son: (1) lograr la conservación de los recursos bentónicos, (2) dar sostenibilidad a la actividad económica artesanal mediante la asignación de “bancos naturales” (concepto equivalente al de stock, definido en el D.S. N° 314 “Reglamento de Actividades de Acuicultura en AMERB” del 2004), (3) mantener o incrementar la productividad biológica de estos “bancos naturales”, (4) incrementar el conocimiento del funcionamiento del ecosistema bentónico, y (5) incentivar y promover el manejo participativo (entre el Estado y el sector pesquero artesanal) (SUBPESCA 2003).

Cabe añadir que además de las AMERB, otras normas importantes para la pesca artesanal chilena introducidas por la LGPA son: (1) otorgamiento de acceso prioritario en una franja costera de 5mn (*ca.* 9Km), y (2) restricción de faenas dentro de la zona costera adyacente a su área de residencia (regionalización) (Bernal *et al.* 1999).

Desde su reglamentación en 1997, la implementación de AMERB se ha propagado en toda la costa chilena, teniendo a la fecha 758 AMERB decretadas vigentes, abarcando 38° latitudinales de línea costera, con un total de más de 124.000Ha asignadas, y más de 31.000 pescadores artesanales participantes a nivel nacional; mientras que a nivel de la Región del Bio Bio las cifras son de 75 AMERB decretadas con 26.348Ha asignadas y más de 3.800 pescadores artesanales participantes (www.sernapesca.cl). Del total de cuotas en peso asignadas en todos los años de vigencia (*ca.* 234.822t que incluyen 53 especies entre ascidiáceos, macroalgas, crustáceos, equinodermos y moluscos) alrededor del 15,4% corresponden al molusco gastrópodo ‘loco’ (www.sernapesca.cl). El sistema AMERB chileno ha recibido amplio reconocimiento de la comunidad académica

internacional como uno de los más grandes experimentos de co-manejo a escala global (Parma *et al.* 2001, Leiva y Castilla 2002, Prince 2003, Orensanz *et al.* 2005, Castilla y Gelcich 2006).

El Estado, a través de la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA), exige como condición al otorgamiento de un AMERB a las organizaciones asignatarias, que con la asesoría técnica de entidades consultoras, generen estudios que guíen las acciones de manejo. Estos estudios, de carácter bio-pesquero y socio-económico, son el Estudio de Situación Base (ESBA o estudio preliminar de reconocimiento del área y sus recursos), el Plan de Manejo y Explotación del Área (o PMEAs, documento basado en el ESBA, que expone acciones programadas para la explotación y manejo de los recursos primarios designados) y los sucesivos Informes de Seguimiento que se presentan anualmente (informes de monitoreo del estado de los stocks y las condiciones socio-económicas de la organización asignataria). El ESBA junto al PMEAs son presentados a la SUBPESCA para su evaluación como requisito previo al otorgamiento del AMERB. Una vez producido el otorgamiento, y aprobada la primera cuota anual (solicitada en el PMEAs) por la Subsecretaría de Pesca (RAM, Tít. IV, art.11, i.3°), la organización asignataria puede realizar la cosecha de esta primera cuota o Captura Total Permisible (CTP). Las CTP's sucesivas se solicitan con la presentación anual de Informes de Seguimiento ante la Subsecretaría de Pesca. Las pautas metodológicas de los estudios mencionados, definidas en un documento técnico de la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA 2001), recomiendan para el cálculo de la mencionada CTP, el uso de puntos biológicos precautorios de referencia, que a la fecha en el caso del manejo del 'loco' han resultado en el uso generalizado de modelos bio-pesqueros de tipo Thompson-Bell (1934 en Sparre y Venema 1995) y de tipo recluta de dinámica combinada (Quinn y Deriso 1999) para definir la CTP, basados en el uso de una tasa de instantánea de mortalidad por pesca precautoria de tipo $F_{0,1}$.

A la fecha, la investigación sobre las AMERB comprende varios aspectos tales como: su génesis y desarrollo (González 1.996, Bernal *et al.* 1.999, Meltzoff *et al.* 2002, Gallardo 2008, Gelcich *et al.* 2010), la recuperación y sostenibilidad de los stocks contenidos (Castilla y Fernández 1.998, Castilla 2000, Castilla y Defeo 2001, Jerez 2001, Defeo y Castilla 2005), percepciones y actitudes de los usuarios hacia el sistema (Meltzoff *et al.* 2002, Gelcich *et al.* 2004, Gelcich *et al.* 2005, Schumann 2007, Cinti 2006, Gallardo 2008), impactos sobre sistemas tradicionales de manejo (Gelcich *et al.* 2006), impactos del sedentarismo impuesto por el sistema (Aburto *et al.* 2009), evaluación y desempeño biopesquero (Stotz *et al.* 2005, González *et al.* 2006), desempeño socio-

económico (Agüero 2001, Cereceda y Czischke 2001, Sobenes 2005, Salazar 2006, Sobenes y Chávez 2009, Chávez *et al.* 2010, Zúñiga *et al.* 2010), aplicación de subsidios (Mondaca-Schachermayer *et al.* 2011), análisis del cumplimiento de normas internas (Villena y Chávez 2004, Palma y Chávez 2006), análisis de decisiones de cosecha (Gelcich *et al.* 2007), análisis de redes sociales de gobernanza (Marin y Berkes 2010), modelación cualitativa de la sostenibilidad del sistema (Ortiz y Levins 2011), así como la vulnerabilidad de los pescadores al cambio ambiental inducida por la introducción del sistema (Van Holt 2012).

1.2 Capturas en el ámbito de las actividades de Pesca Ilegal, No Declarada y No Reglamentada (INDNR)

La Pesca Ilegal es aquella realizada por pescadores artesanales (con o sin embarcación) o industriales, en embarcaciones nacionales o extranjeras, sea en las aguas jurisdiccionales de un Estado o en alta mar, violando su normativa nacional vigente, o la normativa vigente de Agencias Regionales/Internacionales de Ordenación Pesquera (FAO 2001). La pesca No Declarada, es aquella realizada por los agentes, y en los ámbitos ya señalados, pero que es declarada fuera de los plazos normados, o de manera inexacta, contraviniendo las normas nacionales o internacionales suscritas por determinado Estado (FAO 2001). Finalmente, la Pesca No Reglamentada es aquella realizada por embarcaciones sin nacionalidad, o con el pabellón de un Estado no miembro de la Agencia Regional/Internacional de Ordenación Pesquera que incumbe al Estado afectado, sobre recursos que carecen de medidas de manejo aplicables o de medidas que estén en consonancia con las responsabilidades dicho Estado relativas a la conservación de tales recursos (FAO 2001). Las actividades de pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR ó IUU por sus siglas en inglés), que además de la extracción comprenden el procesamiento, comercio y transporte de productos y/o derivados de recursos pesqueros, infringiendo o evadiendo el alcance de normas nacionales e internacionales vigentes, constituyen actividades económicas paralelas a la pesquería formal que adquieren especial gravedad cuando amenazan la conservación de los recursos pesqueros (Gallic y Cox 2006). Las INDNR socavan la eficacia de las medidas de manejo para la conservación de recursos pesqueros, violan los derechos de quienes los pescan legalmente, y dañan las comunidades costeras que dependen de su utilización sostenible, poniendo en riesgo los derechos humanos y sociales de la tripulación a bordo de las embarcaciones ilegales que carecen de normas mínimas de empleo y seguridad en el mar, pudiendo además producir graves daños al ambiente marino (SERNAPESCA 2004).

Para comprender el impacto de las actividades extractivas pesqueras sobre los ecosistemas acuáticos, es necesario contar con algún estimado de la extracción total de los stocks explotados, pues además de los desembarques pesqueros nominales y los descartes informados (comúnmente regulados y monitoreados), las extracciones reales incluirán cierta cantidad de captura de tipo INDNR (Ainsworth y Pitcher 2005). La cuantificación y el combate (que incluye la prevención, disuación y eliminación) de las INDNR es considerado un tema prioritario por la comunidad científica internacional (FAO 2001). Un análisis global solamente de la magnitud de las capturas ilegales y no declaradas (excluyendo los descartes y las capturas artesanales no reglamentadas) ha revelado que las pérdidas totales que le son atribuibles están en el rango de *ca.* 13 - 31% de las capturas totales marinas del mundo, con un valor de *ca.* USD 5 - 11 mil millones en el 2003 (Agnew *et al.* 2009).

Cuantificar las capturas INDNR puede conllevar dificultades técnicas, especialmente en el caso de agencias reguladoras que no están obligadas a llevar estadísticas de captura; situación que se complica políticamente si los Gobiernos son renuentes a revelar la magnitud y gravedad de las capturas no declaradas, o evitan avergonzar a ciertos sectores comprometidos en actividades ilegales, haciendo que las agencias pesqueras nacionales tengan pocos incentivos para estimar la magnitud de estas capturas no informadas (Ainsworth y Pitcher 2005). Si los administradores gubernamentales se ven obligados a establecer metas de cosecha sin conocer al menos estimados de las capturas no informadas, y suponen que las capturas INDNR son “cero”, entonces se pone en riesgo tanto la sustentabilidad de las pesquerías como la de los servicios del ecosistema contenedor, ya que subestimar estas capturas no informadas podría afectar profundamente los estimados de abundancia de stock y las tasas precautorias de extracción de los recursos que se pretende conservar (Evans 2000, Ainsworth y Pitcher 2005). Más aún, la existencia de capturas no evaluadas de tipo INDNR distorsiona y devalúa la información proveniente de los sectores formales, la que con frecuencia es costeadada por ellos mismos (Ainsworth y Pitcher 2005).

1.3 Capturas de tipo INDNR en pesquerías de abalón.

La gran demanda y alto valor de mercado de las poblaciones de gastrópodos de tipo ‘abalón’ a nivel mundial (mercado dominado por varias especies de haliótidos, pero que también incluye al muricido *C. concholepas*), los hace un blanco atractivo para la captura de tipo INDNR, por su naturaleza relativamente sedentaria y el bajo costo de su extracción (Plagányi *et al.* 2011).

Varias pesquerías de ‘abalones haliótidos’ (*Haliotis spp.*) en todo el mundo, reguladas con derechos otorgados, han colapsado en las últimas décadas debido a la realización de cosechas en niveles insostenibles, mientras que casi en todas las pesquerías remanentes, las capturas totales permisibles han ido decreciendo gradualmente (Raemaekers *et al.* 2011). Por ejemplo, la captura de tipo INDNR ha contribuido al cierre de las pesquerías del ‘abalón del norte’ *Haliotis kamtschatkana* en Columbia Británica, a la vez que ha impedido los intentos por recuperar sus stocks (Campbell 2000); mientras que en California se ha verificado el colapso pesquero y aún la posible extinción de al menos una especie: *Haliotis sorenseni* (Davis *et al.* 1998).

Los desembarques mundiales registrados de especies comerciales de ‘abalón’ se han reducido de 20.000 t / año en los 70’s a sólo 8.850 t en 2006, manteniéndose Australia, Japón y Nueva Zelanda como las pesquerías más productivas, siendo el comercio internacional de estos moluscos impulsado principalmente por la alta demanda y precios excepcionalmente altos en países asiáticos, especialmente en China, Hong Kong, Japón, Taiwán y Singapur (FAO 2008). Sin embargo, el comercio de ‘abalón’ ilegal en el mercado negro, no registrado por las estadísticas de la FAO, hace una contribución a la oferta mundial cada vez mayor (Gordon y Cook 2004).

Por otra parte, se ha demostrado que hay relación entre la gobernanza de un país y el nivel de captura ilegal de sus pesquerías, considerando a los países en vías de desarrollo como los de mayor riesgo en este aspecto (Agnew *et al.* 2009). Un caso ejemplar es el de Sudáfrica, país que ha albergado una de las pesquerías comerciales de abalón más antiguas del mundo, basada además en un recurso endémico, el ‘abalón sudafricano’ *Haliotis midae* (Plagányi *et al.* 2011). Esta pesquería se ha visto notablemente afectada por una captura ilegal prácticamente irrestricta, que ha impactado negativamente aspectos como la sostenibilidad del recurso, la extracción comercial, la asignación de derechos de extracción recreativa, y las rentas de los pescadores legítimos, además de haber generado una cultura de prácticas extractivas insostenibles, y haber creado vínculos con el crimen organizado (Plagányi *et al.* 2011). La demanda de los productos a base de *H. midae* es impulsada por sus reputadas cualidades afrodisíacas (en China) y su uso tradicional como producto de alto *status* en importantes eventos ceremoniales (en Japón), lo que ha llevado al desarrollo de sindicatos organizados de mafia china en Sudáfrica, que compran (o a veces trocan por drogas) el abalón extraído ilegalmente, antes de contrabandearlo fuera del país (Hauck 1999).

1.4 Captura de tipo ilegal en la pesquería del ‘loco’

En concordancia con lo recomendado en el primer Plan de Acción Internacional para combatir (*i.e.* prevenir, desalentar y eliminar) las INDNR en todo el mundo (FAO 2001), el Estado de Chile ha generado un Plan de Acción Nacional (PAN-INDNR) en el que se definen principios, conceptos, responsabilidades institucionales, normativa internacional y nacional, foros de cooperación internacional, mecanismos de diseminación y financiación, responsabilidades y atribuciones de Chile como Estado de Pabellón, Estado Ribereño y como Estado Rector de Puerto, así como las medidas de comercio internacional dirigidos a combatir las INDNR en sus aguas jurisdiccionales y zonas de alta mar reconocidas (SERNAPESCA 2004). Aunque el Plan Nacional, está enfocado principalmente a combatir operaciones de tipo industrial, se constituye por definición en el principal instrumento directriz para combatir las IND en la pesquería del ‘loco’ a nivel nacional.

Actualmente en Chile, las capturas ilegales de ‘loco’ se producen al infringir alguna de las siguientes medidas de control:

- i) Una restricción por talla mínima (Decreto Exento N°102 1987) que establece como captura legal aquella con longitud peristomal $\geq 10\text{cm}$, exigiendo que para fines de control el desembarque, transporte y comercialización de la captura se haga con ejemplares no desconchados (www.subpesca.cl).
- ii) Una ‘veda biológica’ (www.subpesca.cl) de carácter nacional fundamentada en el comportamiento reproductivo y el reclutamiento del recurso (Decreto Exento N°409 2003) que restringe la extracción por regiones para cada año calendario:
 - a) De la I a la VI Regiones, entre el 1 de febrero y el 30 de junio.
 - b) De la VII a la XI Regiones, entre el 1 de septiembre y el 31 de enero del siguiente año calendario.
 - c) XII Región, entre el 1 de julio y el 28 de febrero del siguiente año calendario.(modificado por D. Ex. N°697 2011)

Observando estas 2 normas en los lapsos del año calendario no restringidos por el D. Ex. N° 409 2003, existiría la posibilidad de acceder legalmente a cualquier área marítima *extra-AMERB* (‘zonas de fondo’ ó áreas de extracción libre históricas *sensu* Gonzáles *et al.* 2005), para la extracción formal de ‘loco’. Sin embargo para dichos lapsos sólo se autoriza la extracción

mediante Resoluciones Exentas, que aprueban cuotas asociadas únicamente a AMERB (*i.e.* las CTP), por lo que entonces, cualquier extracción de ‘loco’ *extra*-AMERB [a menos que sea por única vez para fines de “re población” o apozamiento (RAM, Título V, Art.16e, i.3)], resultará ser siempre ilegal.

Por otra parte, no hay restricciones aplicables al empleo de artes y aparejos de pesca para el recurso ‘loco’ (www.subpesca.cl). La extracción de este recurso se realiza típicamente desde un bote artesanal (de 5 - 20m de eslora), con motor fuera de borda y una tripulación de 3 miembros, uno de los cuales es el buzo, quien mediante buceo de tipo Hooka, recolecta a mano los ‘locos’, ayudado de algunas herramientas de tipo cuña (Gallardo 2008).

Adoptando el supuesto de una fiscalización casi perfecta de los desembarques formales del recurso ‘loco’ en Chile (*i.e.* suponiendo que las capturas no declaradas realizadas por los titulares del AMERB son insignificantes), y dado que su pesquería se halla reglamentada en casi todos sus aspectos bio-pesqueros (*i.e.* no habrían situaciones de extracción no reglamentada), enfocaremos nuestro análisis sólo a las capturas ilegales correspondientes a la extracción furtiva de ‘loco’ desde las AMERB durante sus periodos de veda, que en adelante abreviaremos como ‘robo de loco’.

Si bien la captura ilegal en la pesquería de ‘loco’ en Chile ha sido materia de preocupación en todas sus etapas (Stotz 1.997, Castilla y Gelcich 2006, Gallardo 2008, Gelcich *et al.* 2004, Gelcich *et al.* 2009, Gonzáles *et al.* 2006, Meltzoff *et al.* 2002, Schumann 2008, Mardones 2008), a la fecha en Chile sólo conocemos del estudio de Gonzáles *et al.* (2005) quienes abordan explícitamente metodologías para cuantificar la magnitud de la captura ilegal distinguiendo solamente a aquella proveniente de zonas *extra*-AMERB, además del estudio de Ortiz y Levins (2011) donde se evalúa cualitativamente la estabilidad biológica tanto de zonas *extra*-AMERB sometidas a captura ilegal de ‘loco’, como la de zonas *intra*-AMERB donde es apozada dicha captura.

Estudios recientes han verificado la existencia de diferentes formas de captura ilegal y/o no declarada de ‘loco’ (Gonzáles *et al.* 2006, Chávez *et al.* 2010) como son: (a) captura ilegal *extra*-AMERB (*i.e.* proveniente de zonas marítimas externas a las AMERB), considerada la más importante en magnitud; (b) captura ilegal al interior de las AMERB (que en adelante denominaremos captura ilegal *intra*-AMERB) realizada por usuarios de AMERB tanto de la

propia organización como de organizaciones vecinas, y por agentes no participantes del sistema AMERB; y (c) captura no declarada *intra*-AMERB realizada por los usuarios del sistema.

Como destino de la captura ilegal de ‘locos’ vivos, se ha verificado el apozamiento [definido como la acumulación de recursos bentónicos en su mismo medio, pero habiendo sido trasladados desde otros lugares (LGPA, Tit.1, Art.2, i.6)], sea dentro o fuera de AMERB (González *et al.* 2005, Chávez *et al.* 2010); mientras que para los productos obtenidos con la captura ilegal de ‘loco’, se han verificado 3 destinos principales: (a) mercados locales, (b) procesamiento para la exportación, y (c) tráfico ilegal al Perú, donde el recurso se conoce como ‘chanque’ y tiene una talla mínima legal de 8 cm (www.imarpe.gob.pe), y donde además es procesado y exportado como producto peruano (González *et al.* 2006).

Comparando estadísticas de exportaciones *vs.* data oficial de desembarques a nivel nacional entre 1993 – 1999 [*i.e.* en plena vigencia del Régimen Bentónico de Extracción (hasta 1997) y del régimen de AMERB (1995 en adelante) en la pesquería del ‘loco’], se estimó que la captura ilegal de ‘loco’ representó al menos 26% de las exportaciones oficiales (no se incluyó el consumo nacional de captura ilegal por considerarlo insignificante); y que la magnitud real de captura ilegal de ‘loco’ podría haberse equiparado a aquella de los desembarques formales (González *et al.* 2006). Una equivalencia similar se pudo verificar en las Regiones III y IV en el año 2003, cuando se calculó una captura ilegal de ‘loco’ *extra*-AMERB de 2,8 millones individuos que se aproximó al volumen de captura formal (*i.e.* proveniente de AMERB) realizada en dicho año (González *et al.* 2006). Con estos antecedentes se ha planteado que, en general, existe en la pesquería de ‘loco’ una captura ilegal muy elevada, cuya evaluación *intra*-AMERB está pendiente, pero que representaría al menos el 50% de la captura real total (González *et al.* 2006).

En el año 2006, con un precio promedio de 16.200 USD/t, Chile vendió 975t de ‘loco’ a los siguientes países importadores (listados en orden decreciente de importancia): Taiwan, Japón, Hong Kong, E.U.A., Canadá y China (Montoya 2007). Actualmente el ‘loco’ tiene una participación en la producción mundial de ‘abalones’ inferior al 10%, siendo conocido como ‘falso abalón’ en el mercado internacional, donde se comercializa a menores precios respecto a los *Haliotis spp.* (por ser menos apetecido); habiéndose establecido que en Chile los precios de exportación de los productos del ‘loco’, dependen básicamente del equilibrio mundial entre la demanda y oferta de *Haliotis spp.*, actualmente dominado por China (Chávez *et al.* 2010).

1.5 Caso de Estudio: Isla Mocha

La Isla Mocha (**Figura 1**), es un territorio insular situado sobre la plataforma continental, frente a las costas de la provincia de Arauco, anexado administrativamente a la comuna de Lebu, en el límite sur de la Región del Bío-Bío. Tiene *ca.* 52 Km² de superficie total, un largo máximo de 14 Km y un ancho promedio de 6 Km. Su zona externa es una costa relativamente baja, compuesta su mayor parte de arrecifes y roqueríos, que dificultan la navegación de embarcaciones de gran calado, mientras que su región interna está formada por un bosque nativo montañoso protegido por la Corporación Nacional Forestal de Chile (CONAF). En el extremo sur de la isla destacan islotes como Quechol, del Muerto, de las Docas y del Trabajo (**Figura 1**), entre otros, que sirven de morada a aves y lobos marinos, y como lugares de recalada y/o desembarco para pescadores.

La Isla Mocha hasta el siglo XVII estaba poblada por habitantes Mapuches, los que entonces fueron trasladados al continente por los gobernantes españoles dejándola desierta hasta su recolonización en la década de 1930 por descendientes de criollos chilenos. Estos últimos desarrollaron la pesca pero como una actividad ocasional y complementaria a la economía local, situación que cambió a partir de 1992, con la instalación de una empresa procesadora de pescado/mariscos, la suspensión de la veda a nivel nacional del ‘loco’ y el desarrollo de actividades de extracción/recolección de macroalgas gigartináceas (Quiroz y Zumaeta 1999).

Desde el año 2000 se inició la adjudicación de AMERB dirigidas a la explotación de ‘loco’ como recurso principal, quedando gran parte del litoral de la isla asignado a este sistema. Cinco de estas AMERB, actualmente son administradas por 2 organizaciones isleñas, integradas completamente por descendientes de criollos chilenos radicados en la isla, existiendo además una sexta en proceso de desafectación, que corresponde al AMERB Tirúa, otorgada en el 2003 a pescadores artesanales de origen Mapuche-Lafkenche asentados en la localidad continental de Tirúa, situada a *ca.* 34 Km al este de la isla. Las extensas superficies decretadas para estas AMERB, las convierten en algunas de las más grandes decretadas en la Región del Bio Bio y a nivel nacional (**Figura 1**).

Las organizaciones asignatarias asentadas en la Isla Mocha son:

(a) La “Organización Funcional de Pescadores Artesanales y Buzos Mariscadores de Isla Mocha” (en adelante abreviada como ‘**OF**’), que nominalmente cuenta con 86 socios activos asentados mayormente en las caletas La Hacienda y La Calera, sobre el denominado “lado norte” de la isla. La OF es asignataria de las AMERB: “Isla Mocha Sector Este” con 1.265Ha, “Weste Isla Mocha” con 4.096Ha, e “Isla Mocha Sector Quechol” con 289Ha (www.sernapesca.cl).

(b) El “Sindicato de Trabajadores Independientes de la Pesca Artesanal, Buzos Mariscadores y Actividades Conexas de Caleta Isla Mocha” (en adelante abreviado como ‘**STI**’), que nominalmente cuenta con 31 socios activos, asentados mayormente en caseríos sobre el denominado “lado sur” de la isla. El STI es asignatario de las AMERB: “Isla Mocha Sector Sur” con 521Ha, e “Isla Mocha Sector Quechol Sur” con 2.447Ha (www.sernapesca.cl).

Por otra parte, el “Sindicato de Trabajadores Independientes de la Pesca Artesanal, Buzos Mariscadores y Actividades Conexas de Caleta Tirua”, organización continental que cuenta nominalmente con 33 socios activos, fue la asignataria del AMERB “Tirúa” (www.subpesca.cl), ubicada en el extremo norte de la isla con 1.782Ha, para la cual no se conoce cuota autorizada alguna (www.sernapesca.cl).

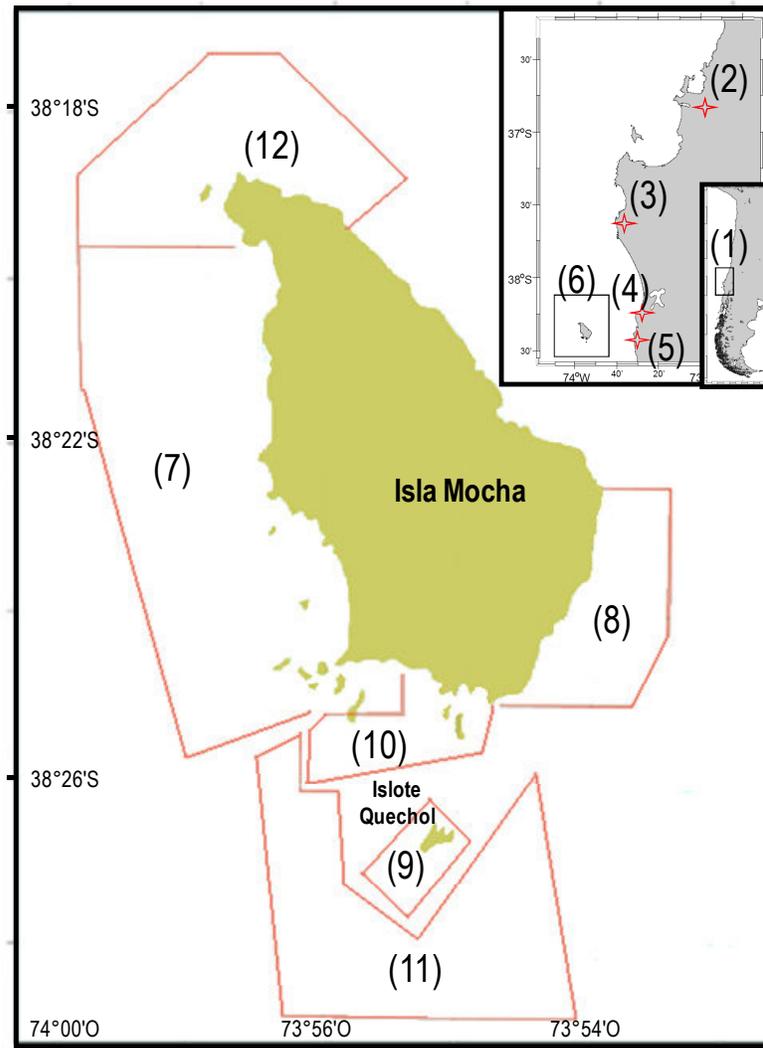


Figura 1. Zona de estudio. Ubicación de la Región del Bio-Bio (1). Localidades de Concepción (2), Lebu (3), Quidico (4), Tirúa (5) e Isla Mocha (6). Distribución de las AMERB activas, Weste Isla Mocha (7), Isla Mocha Sector Este (8) e Isla Mocha Sector Quechol (9), administradas por la “Organización Funcional”; Isla Mocha Sector Sur (10) e Isla Mocha Sector Quechol Sur (11), administradas por el STI. AMERB Tirúa (12) en desafectación, asignada a pescadores artesanales Mapuche-Lafkenche de Tirúa..

Tanto la OF como el STI están autorizados a emplear solamente la ‘caleta temporal’ (*sensu* Aburto *et al.* 2009) de la Isla del Trabajo como punto de desembarque durante las cosechas anuales de ‘loco’.

Es interesante señalar que a pesar de su cercanía geográfica y los estrechos vínculos familiares presentes entre los isleños, existe cierta rivalidad entre las poblaciones de los llamados lados “norte” (sector al este del eje longitudinal de la isla) y “sur” (sector al oeste del eje longitudinal de la isla), que en versión de algunos isleños se basa las diferencias en el acceso a servicios y en ruralidad, que favorecen más a los vecinos del lado “norte”. Esta rivalidad se ha manifestado también entre las 2 organizaciones de pescadores artesanales, incluso desde épocas previas a la instauración de AMERB en la isla.

Las AMERB más activas de Isla Mocha, y que por tanto cuentan con la mayor cantidad de data histórica, corresponden al AMERB Weste Isla Mocha con 9 cosechas y 10 evaluaciones directas realizadas entre los años 2001 - 2011 y al AMERB Isla Mocha Quechol Sur con 7 cosechas y 8 evaluaciones directas realizadas entre los años 2004 – 2011. De ellas para fines de la modelación bio-económica, se seleccionó al AMERB Isla Mocha Quechol Sur (cuya denominación abreviaremos como **IMQS**) por contar con mayor cantidad de data histórica (capturas y abundancias de evaluaciones directas) disponible hasta el año 2010 (al momento de la redacción del presente trabajo, la SUBPESCA aún no había entregado la data correspondiente al año 2011).

La presente investigación plantea evaluar formalmente algunos impactos del proceso de captura ilegal *intra* AMERB del recurso de ‘loco’, tomando como caso de estudio el AMERB IMQS, para lo cual las tasas de captura ilegal se representarán como parámetros de mortalidad por pesca dentro de un modelo bio-pesquero de decaimiento exponencial, alimentado por un sub-modelo Stock-Recluta. A su vez el modelo bio-pesquero servirá de plataforma para la elaboración de un modelo bioeconómico de simulación con el que se evaluarán las respuestas de diferentes variables anuales e indicadores vinculados al desempeño del AMERB IMQS en los campos pesquero (capturas, razones captura/robo), biológico (probabilidad de colapso poblacional) y económico (valor presente de los beneficios netos), ante la aplicación de diferentes reglas de cosecha en diferentes situaciones de precios del recurso ‘loco’ cosechado, y en diferentes escenarios relativos a niveles de captura ilegal.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar el impacto de la captura ilegal (robos) en la pesquería del recurso ‘loco’ sobre la sustentabilidad biológica y económica de un sistema AMERB de la isla Mocha.

2.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Objetivo específico 1

Caracterizar y estimar la magnitud de la captura ilegal (robos) intra-AMERB del recurso ‘loco’ tanto en el conjunto de AMERB activas de la Isla Mocha, como dentro del AMERB del “Isla Mocha Quechol Sur”.

2.2.2 Objetivo específico 2

Simular la dinámica poblacional de un stock de ‘loco’ contenido en el AMERB IMQS, mediante un modelo poblacional de decaimiento exponencial con reclutamiento denso dependiente, que incorpore explícitamente los niveles de captura ilegal estimados en el objetivo específico 1.

2.2.3 Objetivo específico 3

Simular el impacto de la captura ilegal en la sustentabilidad del stock de ‘loco’ sometido a explotación, y en la viabilidad económica del sistema AMERB estudiado, mediante las proyecciones de un modelo bioeconómico, basado en el modelo del objetivo específico 2.

2.2.4 Objetivo específico 4

Sistematizar la percepción de los usuarios de AMERB en la Isla Mocha, sobre las causas y posibles soluciones de la captura ilegal del recurso ‘loco’

3 HIPÓTESIS

La Isla Mocha representa un caso de estudio muy interesante para evaluar un aspecto hasta ahora poco estudiado como es el impacto de la captura ilegal de ‘loco’ en AMERB, dado que las evaluaciones técnicas de todas las AMERB de la Isla Mocha, basan sus estimados de CTP en modelos bio-pesqueros que presuponen tasas de captura ilegal iguales a cero, aún cuando extra-oficial y oficialmente (**Anexo 9.2**) se admite la ocurrencia de actividades de extracción y comercialización ilegal de ‘loco’ vinculadas a las AMERB. Esta situación, como ya se ha observado para otras pesquerías de moluscos de tipo ‘abalón’, no sólo pone en riesgo la viabilidad económica de la organización asignataria, sino también la sustentabilidad biológica del stock manejado, además de distorsionar y devaluar la información proveniente del sector formal, *i.e.* los pescadores miembros de las organizaciones asignatarias, todo lo cual a la larga inviabilizaría al sistema AMERB en su conjunto.

Con estos antecedentes se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1.- Debilidades del régimen de manejo en la pesquería del ‘loco’ incentivarán tanto a terceros como a los propios miembros de la organización asignataria a capturar ilegalmente ‘loco’ dentro de las AMERB.

Hipótesis 2.- Una tasa instantánea de mortalidad por captura ilegal de ‘loco’ de tipo *intra*-AMERB equivalente o mayor a la tasa instantánea de mortalidad natural estimada, comprometerá a largo plazo la sustentabilidad biológica de un stock de ‘loco’ contenido en un sector de AMERB en explotación.

Hipótesis 3.- Una tasa instantánea de mortalidad por captura ilegal de ‘loco’ de tipo *intra*-AMERB equivalente o mayor a la tasa instantánea de mortalidad natural estimada, comprometerá a largo plazo la sustentabilidad económica de tal sistema AMERB.

4 METODOLOGÍA

4.1 Fuentes Informativas

Para llevar a cabo la investigación se recurrió a las siguientes 3 fuentes informativas:

4.1.1 Consultas formales a entidades fiscalizadoras del sector pesquero

Se realizaron consultas a las dos principales entidades fiscalizadoras del sector *i.e.* SERNAPESCA y la Armada de Chile, sobre diferentes aspectos relativos a la fiscalización de la captura ilegal de ‘loco’ en las AMERB de Isla Mocha, en particular:

- Intervenciones a extractores furtivos.
- Número y características de las embarcaciones y buzos participantes en la captura ilegal.
- Caleta de origen los extractores furtivos.
- *Modus operandi* de los extractores furtivos.
- Características de la captura ilegal de ‘loco’ intervenida (recurso entero/desconchado, tallas).
- Volúmenes de captura ilegal
- Evolución del número de agentes continentales potencialmente infractores.

La data para estos tópicos se solicitó al menos en base anual, para el lapso de vigencia del AMERB IMQS, *i.e.* 2004-2011.

Con respecto a SERNAPESCA se le cursó por escrito a su Dirección Regional VIII Región una solicitud de información (año 2009), además de realizársele consultas telefónicas y presenciales (año 2011) en su oficina de Talcahuano. También se efectuaron consultas telefónicas a la Capitanía de Lebu (dependencia de la Armada). Finalmente, se realizaron consultas vía Internet (año 2012) en la página web de SERNAPESCA (www.sernapesca.cl) dirigidas a las oficinas de Talcahuano y Valparaíso, y se intentó realizar consultas en la web de la Armada de Chile (<http://transparencia.armada.cl/>), en ambos casos al amparo de la Ley de Transparencia (Ley 20285).

4.1.2 Evaluación socio-económica extractiva

Se realizó una evaluación socio-económica de carácter “extractivo”, *i.e.* aquella en la que un grupo de foráneos (v.g. los investigadores) conducen una evaluación para aprender sobre las

condiciones socio-económicas de un grupo humano determinado (Bunce *et al.* 2000). En la presente tesis el uso operacional de la expresión ‘evaluación socio-económica’ se referirá siempre a una evaluación socio-económica extractiva, *sensu* Bunce *et al.* (2000).

La evaluación socioeconómica realizada con los usuarios del sistema AMERB, consistió en la aplicación personal de entrevistas semi-estructuradas a los pescadores artesanales miembros de las 2 organizaciones isleñas asignatarias activas de AMERB: la OF y el STI (*c.f.* 1.5). En este tipo de entrevistas se sostiene una conversación, de la forma más natural posible con el informante, pero manteniéndola bajo control para asegurar el tratamiento de todos los temas de interés, los cuales normalmente son fijados en una “pauta de entrevista” que maneja el investigador durante la conversación (Goetz y Le Compte 1984, Davidson 2007). Para evitar los efectos de “contagio” de discursos y “distracción” durante la realización de las entrevistas personales, éstas se realizaron de manera totalmente individual socio por socio. Esto último, junto a enfatizar antes de cada entrevista el compromiso de mantener la confidencialidad y anonimato en la presentación de la información (Anexo 9.1), permitió generar espacios de confianza, que pudiesen posibilitar la obtención de respuestas sinceras en temas sensibles (*ej.* observación y/o participación directa en la captura ilegal).

La aplicación de las entrevistas, se basó en un enfoque no probabilístico con muestreo dirigido de tipo “bola de nieve” (Bunce *et al.* 2000, LADDER 2001) destinado a informantes clave, *i.e.* personas insertas en una comunidad que son capaces de proporcionar tanto información profunda de las experiencias de la actividad extractiva y las condiciones socioeconómicas que derivan de ella, como información relativa a tópicos generales y específicos de la población en estudio; tratándose generalmente de líderes (formales o informales), voceros o personas con años de experiencia en la actividad extractiva (Martínez 1994, Baeza 2002).

Siguiendo el método “bola de nieve”, a los informantes clave ya entrevistados, se les pedía referencias sobre nuevos informantes que pudieran ser entrevistados, y así sucesivamente hasta satisfacer el criterio de saturación (redundancia de nombres al momento de consultar a un entrevistado por nuevos informantes clave) con lo que quedaba definido el tamaño de muestra.

En una primera fase, a fin de recopilar información sobre la problemática percibida por los pescadores isleños en torno al desempeño general de las AMERB en la Isla Mocha, del 12 al 16 de

septiembre de 2009, se aplicaron las primeras entrevistas semi-estructuradas a 9 pescadores, incluyendo a pescadores no usuarios del sistema AMERB. Con ellas se confirmó que las extracciones ilegales de ‘loco’, estaban entre las principales preocupaciones de los usuarios de AMERB. Así, esta primera evaluación sirvió para desarrollar la hipótesis a contrastar, y para definir la pauta de las entrevistas semi-estructuradas de la segunda fase.

En la segunda fase, entre mayo – junio del 2010, las entrevistas semi-estructuradas se iniciaron con informantes clave seleccionados entre dirigentes o ex-dirigentes de las organizaciones asignatarias, que además eran usuarios de AMERB isleñas, los cuales se seleccionaron considerando su conocimiento y/o experiencia con casos ocurridos de captura ilegal *intra*-AMERB de ‘loco’, para indagar retrospectivamente en el lapso histórico de las AMERB isleñas, sobre el origen de infractores embarcados (isleños o foráneos), su *modus operandi*, su estacionalidad e incidencia, su captura ilegal por unidad de esfuerzo (*CPUEⁱ*) y la talla mínima del ‘loco’ extraído ilegalmente (*c.f. Anexo 9.1*). En esta fase se alcanzó a entrevistar a 26 socios pertenecientes al STI (de un total de 31 socios activos), y a 28 socios pertenecientes a la OF (de un total de 86 socios activos); es decir un total de 54 entrevistados entre todos los usuarios de AMERB’s en la Isla Mocha. La nómina de informantes clave entrevistados se presenta en el **Anexo 9.4**.

Todas las entrevistas fueron registradas en audio digital, previo consentimiento del entrevistado. Dado que aquellas fueron realizadas en diversas circunstancias (ej. dentro del hogar del entrevistado o a al aire libre, casi siempre en presencia de ruido), en el trabajo de gabinete la inteligibilidad de los registros de audio digital fue mejorada mediante el software WavePad Sound Editor v. 4.28, a fin de facilitar la recuperación de los contenidos más relevantes para los objetivos de nuestro estudio. Estos fueron transcritos a un documento MS Word, desde el que se extrajo data cualitativa y cuantitativa que finalmente fue almacenada, procesada y analizada en libros de trabajo MS Excel.

4.1.3 Recopilación de data secundaria

Se utilizó una documentación diversa, relacionada a las AMERB de Isla Mocha, la cual fue proporcionada por la Subsecretaría de Pesca a través del Proyecto del Fondo de Investigación Pesquera “Evaluación del impacto del terremoto y tsunami sobre áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB) en las islas Mocha y Santa María, en la región del Bío-Bío” (FIP 2010-20). Esta incluye archivos electrónicos y documentos oficiales de AMERB elaborados tanto

por las consultoras encargadas de los estudios técnicos reglamentarios (Facsimiles de Informes de Seguimiento Anual, y planillas MS Excel sustentatorias de los cálculos presentados en dichos Informes de Seguimiento), como por la SUBPESCA (Informes Técnicos de AMERB); data económica de AMERB obtenida con la evaluación socio-económica, además de series satelitales (QuikSCAT y ASCAT) diarias de velocidad del viento y altura de olas frente a Concepción, recuperadas desde la Web.

4.2 Caracterización y estimación de la captura ilegal de loco en la Isla Mocha (Objetivo específico 1)

Para caracterizar el proceso de extracción ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB en la Isla Mocha, se indagó, tanto con las consultas formales como con la evaluación socio-económica, sobre sus diferentes aspectos cualitativos y cuantitativos (*c.f.* 4.1.1 y 4.1.2).

Cuantitativamente, el interés central en este punto, fue reconstruir la serie histórica de captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB en toda la Isla Mocha, específicamente en el periodo de vigencia del AMERB IMQS (*i.e.* 2004 – 2010 al momento de la entrevista), dado que sólo esta AMERB se utilizaría para desarrollar la modelación bio-económica.

4.2.1 Estimación de la Captura Ilegal de loco en el año 2009 como ‘punto de anclaje’

Durante la investigación se hizo evidente que los entrevistados tenían mayor capacidad para recordar lo ocurrido en 2009 (respecto a otros años), pues al momento de la entrevista (mayo-junio 2010) el proceso aún se hallaba fresco en su memoria, y además dicho año fue identificado unánimemente como el año con robo de ‘loco’ de máxima magnitud, lo que entre otros factores, fue alentado por la ausencia de extracción formal. Para años anteriores al 2009, las referencias fueron muy esporádicas, mientras que al momento de la entrevista (año 2010) no sólo nos hallábamos ante un año incompleto, sino que estaba presente aún el efecto de ruido introducido por la ocurrencia del terremoto y maremoto del 27 de febrero de 2010. Por todo ello, se estimaron la captura y el esfuerzo ilegales como ‘puntos de anclaje’ (*sensu* Ainsworth y Pitcher 2005) solamente para el año 2009.

Entonces adaptando la metodología de Gonzáles *et al.* (2005), en la entrevista se requirió a los informantes, sus estimaciones para el año 2009 sobre los siguientes aspectos de la captura ilegal *intra*-AMERB de ‘loco’ en la isla: (a) la incidencia (*I*) o número promedio de viajes (suponiendo viajes de 1 día de duración, sobre una frecuencia de su libre elección, sea semanal, mensual, estacional o anual), que efectuarían las embarcaciones artesanales infractoras; (b) el número promedio de embarcaciones infractoras (*NB*) que se presentan en cada viaje; y (c) el promedio de captura por unidad de esfuerzo ilegal (*CPUE*ⁱ) que obtendría una embarcación infractora (en individuos de ‘loco’ / viaje).

Para mejorar la estimación de la Incidencia Anual, se tomaron en cuenta ciertos criterios adicionales basados en información proporcionada por los informantes clave:

1° Durante la realización de la captura formal de ‘loco’ (*i.e.* la cosecha), la presencia de la flota formal operando en las zonas de extracción resulta disuasiva para el ingreso de embarcaciones infractoras foráneas. Además, tras la cosecha de ‘loco’, la abundancia remanente del recurso se supone mínima por todos los extractores (formales e ilegales). Entonces, se atribuye el supuesto que desde el mes de cosecha (históricamente situado a mediados de año) hasta diciembre no habría incidencia de embarcaciones ilegales; supuesto que no afecta al año 2009 (año sin cosecha) y que se adoptará también más adelante en la simulación bio-económica.

2° La incidencia anual (*I*) se relaciona directamente con el número anual de días hábiles (“buen tiempo”) para que una embarcación foránea infractora pueda llegar a la isla desde su caleta base en el continente y pueda realizar su captura ilegal de ‘loco’ en alguna de las AMERB de la isla.

3° Conciliando la experiencia de los informantes clave con la de los técnicos del Proyecto FIP 2010-20, se definió un día hábil en la zona de estudio como un día con condiciones de altura de ola (en cualquier dirección) menor a 4m y/o condiciones de viento superficial (de cualquier dirección) con velocidad menor a 7,72m/s. Aplicando estos criterios al análisis de data satelital proporcionada por el Proyecto FIP 2010-20 (series diarias de velocidad del viento medidas por sensores satelitales QuikSCAT y ASCAT correspondientes al lapso 2004 – 2010), se pudo aproximar mensualmente el número de días hábiles para que una embarcación foránea pudiese realizar la captura ilegal de ‘loco’ en las AMERB de isla Mocha (**Tabla 3**).

Combinando entonces estos 3 criterios, se calculó la Incidencia Máxima ($I^{MÁX}_t$), considerando en cada uno de los años t del lapso de análisis la suma del número de días hábiles presentes solamente en los meses previos al mes de cosecha formal de ‘loco’.

Contando con la data recopilada por cada entrevistado (j) para el año 2009, de incidencia anual [$I_{2009(j)}$], número anual promedio de embarcaciones infractoras por día de incidencia [$NB_{2009(j)}$], y promedio anual de captura por unidad de esfuerzo ilegal de ‘loco’ [$CPUE^i_{2009(j)}$], además del estimado anual de incidencia máxima ($I^{MÁX}_{2009}$), se procedió a la estimación por cada entrevistado de los ‘puntos de anclaje’, referidos al esfuerzo ilegal [$E^i_{2009(j)}$] y a la captura ilegal de ‘loco’ [$C^i_{2009(j)}$], según:

$$E^i_{2009(j)} = NB_{2009(j)} \cdot \min(I_{2009(j)}; I^{MÁX}_{2009}) \quad [1]$$

La función mínimo (mín) se incluyó para garantizar que la incidencia a usar en el cálculo no exceda el número de días hábiles faenables supuestos para la extracción ilegal de ‘loco’ en toda la Isla Mocha en el 2009.

$$C^i_{2009(j)} = E^i_{2009(j)} \cdot CPUE^i_{2009(j)} \quad [2]$$

Finalmente, el estimado anual de captura ilegal de ‘loco’ para el año 2009 (\hat{C}^i_{2009}) se asignó a la mediana del conjunto de estimados individuales correspondientes a dicho año, acompañada del rango intercuartil ($Q_1 - Q_3$) como dato estadístico descriptivo.

4.2.2 Reconstrucción de la serie histórica de captura ilegal (C^i_t)

Para reconstruir la serie histórica de captura ilegal de ‘loco’ en el resto de años del lapso de análisis (*i.e.* 2004 - 2008 y 2010), se utilizó la relación teórica (Sparre y Venema 1.995) entre CPUE, número promedio del stock cosechable de ‘loco’ sobreviviente a mitad de año (ST^*_t , considerándose una sobrevivencia a julio), y capturabilidad (q_i , que se supondrá constante en todo el lapso de análisis), según la cual:

$$CPUE^i_t = q_i \cdot ST^*_t \quad \text{ó} \quad C^i_t = q_i \cdot E^i_t \cdot ST^*_t \quad [3]$$

Primeramente se aproximó una serie histórica de ST^*_t para toda la Isla Mocha, lo que requirió analizar la data de abundancia de stock las evaluaciones directas contenida en los Informes Técnicos disponibles para las 5 AMERB que explotaron ‘loco’ en la Isla Mocha, en el lapso histórico de análisis (SUBPESCA 2009, 2011, 2011a, 2011b, 2011c). Con esta data, se hicieron

estimaciones de qué tamaño de stock sobreviviría a julio desde la realización de la evaluación directa (si la evaluación directa fue hecha en un mes previo a julio), o qué tamaño de stock a julio tendría que haber experimentado mortalidad hasta la evaluación directa (si la evaluación directa fue hecha en un mes posterior a julio), por cada AMERB, considerando una tasa instantánea mensual de mortalidad natural obtenida de promediar los valores utilizados en los PMEAs e Informes de Seguimiento disponibles ($M = 0,02\bar{3}$), que se supone constante en todo el estudio.

Los cálculos se hicieron según:

$$ST_t^* = \sum_x ST_{x,t}^* = \sum_x ST_{x,t[m]} \cdot e^{-M(7-m)} \quad [4]$$

Donde el subíndice x designa a cada una de las 5 AMERB activas analizadas, y el subíndice $t[m]$ corresponde al mes m efectivo de realización de la evaluación directa en el año t del lapso de análisis. Dado que algunas AMERB no contaban con evaluaciones directas realizadas en algunos años del lapso de análisis, los datos ausentes respectivos fueron imputados con los promedios de los valores de ST_t^* disponibles en su serie.

Con los ‘puntos de anclaje’ C_{2009}^i , E_{2009}^i , y una vez conocido ST_{2009}^* , es posible calcular q_i a partir de la ecuación 3; entonces los últimos datos requeridos para reconstruir la serie anual histórica de capturas ilegales de ‘loco’ usando de nuevo la ecuación 3, corresponden al resto de valores de la serie anual de esfuerzo de extracción ilegal (E_t^i), los cuales serán calculados con referencia al ‘punto de anclaje’ E_{2009}^i . Se considera que el esfuerzo en cualquier año debería ser directamente proporcional tanto a la incidencia máxima (IP_t) como a un factor de incentivo (IN_t) (*sensu* Ainsworth y Pitcher 2005). La estimación de la serie histórica de esta nueva variable IN_t , se basó en lo referido por los informantes clave en cuanto a que el interés de los infractores ilegales por acudir a la isla aumentó año a año desde el 2004 hasta un máximo en el 2009, por lo que se le atribuyó un aumento lineal que la llevó a duplicarse en dicho lapso, *i.e.* de 0,5 a 1 entre 2004 y 2009, suponiéndose además que en el 2010 se redujo a 0,5, sobre la base de los impactos informados del 27F sobre la flota artesanal local y regional (FAO-MINAGRI 2010, Marín *et al.* 2010a). Con estas premisas la serie anual histórica de esfuerzo ilegal para capturar ‘loco’ en las AMERB de Isla Mocha, se completó según:

$$E_t^i = E_{2009}^i \cdot IN_t \cdot \frac{I_t^{MÁX}}{I_{2009}^{MÁX}} \quad [5]$$

Una vez definida la serie histórica de E_t^i , recurriendo a la ecuación 3 puede definirse la serie histórica de C_t^i . Finalmente, las magnitudes anuales de la captura ilegal de ‘loco’ correspondiente al AMERB IMQS ($C_{IMQS,t}^i$), se calcularon, con base en el supuesto que en un año t la magnitud de la captura ilegal en determinada AMERB, sería proporcional a la razón entre la abundancia de stock de ‘loco’ presente a mitad de año en dicho sector ($ST_{IMQS,t}^*$) vs. la abundancia de stock de ‘loco’ presente a mitad de año en todas las AMERB de Isla Mocha (ST_t^*), es decir:

$$C_{IMQS,t}^i = C_t^i \frac{ST_{IMQS,t}^*}{ST_t^*} \quad [6]$$

4.3 Modelación Bio-pesquera (Objetivo Específico 2)

Se siguió un enfoque de simulación (*sensu* Prellezo *et al.* 2009) preponderando el principio de simplicidad (Haddon 2001, Izquierdo *et al.* 2008) dada la cantidad de datos disponibles (7 conjuntos de datos anuales, del 2004 al 2010, **Tabla 1**), para formular un modelo bio-pesquero de decaimiento exponencial mensual, ajustando sus parámetros a la data histórica disponible para el AMERB IMQS, básicamente abundancias y capturas obtenidas en las evaluaciones directas efectuadas, así como a las estimaciones de la serie histórica de captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB comprendida entre 2004 y 2010 (objetivo 1).

El modelo supone que el espacio físico del AMERB IMQS contiene un único stock que funciona como un sistema cerrado, el cual cuenta con 3 fuentes de decaimiento: la mortalidad natural, la mortalidad por captura ilegal o robo, y las capturas formales. El reclutamiento, que constituye la única fuente de renovación poblacional del modelo, fue simulado con una relación S-R de tipo palo de hockey (Hockey Stick; Barrowman y Myers 2000).

Una vez estructurado el modelo, se estimaron por log-verosimilitud, los siguientes parámetros característicos del lapso histórico de desarrollo del AMERB IMQS (2004 – 2010): abundancia inicial, tasas instantáneas de mortalidad por robo y reclutamientos. Con los reclutamientos ya estimados, junto al promedio de las abundancias reproductivas mensuales de ‘loco’ (*c.f.* 4.3.5), se ajustó el sub-modelo S-R mencionado.

Con todos los parámetros del modelo poblacional y el sub-modelo S-R determinados, se proyectó en un horizonte temporal de 12 años (2011–2022), la dinámica del stock pesquero hipotético de ‘loco’ del AMERB IMQS para distintos escenarios resultantes de combinar diferentes tasas instantáneas de captura ilegal, diferentes reglas de cosecha formal y diferentes precios para el recurso ‘loco’.

4.3.1 Dinámica de la abundancia

La abundancia del mes m en cierto año t ($N_{t[m]}$), está dada por:

$$N_{t[m+1]} = N_{t[m]} \cdot e^{-(M+F_t^i)} - C_{t[m]}^f + R_t \quad [7]$$

Donde el primer valor de abundancia correspondiente a la población a enero de 2004 (*i.e.* $N_{2004[1]}$), es un parámetro a estimar; M es la tasa instantánea mensual de mortalidad natural que se supone constante ($M = 0,02\bar{3}$; *c.f.* 4.2.2); F_t^i es la tasa instantánea mensual de mortalidad por robo realizado por extractores ilegales foráneos, que se supone constante para todos los meses de un año determinado; $C_{t[m]}^f$ es la captura formal anual obtenida por los usuarios formales del AMERB; que se atribuye realizada en un único mes al año, y R_t es el reclutamiento, que se atribuye efectivo sólo en enero de cada año

4.3.2 Captura ilegal o robo de ‘loco’ anual

Considerando la información recopilada en las entrevistas, según la cual el proceso de captura ilegal es imputado mayoritariamente a extractores foráneos, y se da continuamente en todo el año, siempre que las condiciones del mar y viento lo permitan, se atribuye en la ecuación 7 la tasa F_t^i se hace efectiva sólo en los meses previos al mes de captura formal, tal como se había descrito para la estimación de \hat{C}_{2009}^i .

La magnitud de la captura ilegal mensual de loco, se calcula con la ecuación de captura de Baranov:

$$C_{IMQS,t[m]}^i = N_{t[m]} \cdot \frac{F_t^i}{Z_t} \cdot (1 - e^{-Z_t}) \quad [8]$$

Donde Z_t es la tasa instantánea mensual de mortalidad total y es igual a

$$Z_t = M + F_t^i \quad [9]$$

Entonces, la magnitud de captura ilegal de loco anual para determinado año t resulta de

$$C_{IMQS,t}^i = \sum_m C_{IMQS,t[m]}^i \quad [10]$$

4.3.3 Abundancia simulada con Evaluaciones Directas

Dado que la Captura Total Permissible (CTP) o cuota de cosecha aprobada para determinado año, se basa en la estimación de abundancia obtenida con la Evaluación Directa, proceso estimativo que entraña una cuota de error, durante el periodo de simulación la estimación de abundancia con la Evaluación Directa se estableció según:

$$N_{t[m]ED}^{obs} = q_{ED} \cdot N_{t[m]} \cdot e^{\varepsilon_{t[m]}} ; \varepsilon_{t[m]} \sim N(0, \sigma_N^2) \quad [11]$$

Donde $N_{t[m]ED}^{obs}$ es la abundancia “observada” en una Evaluación Directa realizada en el año t y el mes m ; $N_{t[m]}$ es la abundancia “real” calculada determinísticamente con la ecuación 7; q_{ED} es el coeficiente de capturabilidad asociado al proceso extractivo realizado por la entidad consultora, al cual se le atribuye un valor de 1; y $\varepsilon_{t[m]}$ es el error de observación que se atribuye distribuido normalmente con media 0 y varianza σ_N^2 , estimada esta última con la suma de cuadrados de los valores logaritmizados de $N_{t[m]ED}^{obs}$ vs. $N_{t[m]}$ de la serie histórica.

Para simplificar la operación del modelo bio-económico en la fase de simulación, las Evaluaciones Directas en el AMERB IMQS, se atribuyeron siempre como realizadas en el mes de abril (mes 4).

4.3.4 Estimación de parámetros por log-verosimilitud

Para la estimación de parámetros, al error de las estimaciones del periodo histórico (2004–2010) relativas a la abundancia y a la Captura Ilegal, se les puede atribuir una función de densidad de probabilidad log-normal (Fournier y Archibald 1982, Cubillos 2005), contribuyendo por tanto a una log-verosimilitud total según:

$$l = \sum_t \left[\ln(N_{t[m]}) - \ln(q_{ED} \cdot N_{t[m]ED}) \right]^2 + \sum_t \left[\ln(C_{IMQS,t}^i) - \ln(\hat{C}_{IMQS,t}^i) \right]^2 \quad [12]$$

Función que fue minimizada para encontrar los parámetros desconocidos del modelo: $N_{2004[1]}$ que representa la población de enero 2004; las F_t^i que representan las tasas de mortalidad instantánea mensual por robo aplicable a los meses del rango de años del lapso histórico de análisis (2004 - 2010) y los R_t que representan los reclutamientos atribuidos a los meses de enero de los años del lapso histórico de análisis exceptuando 2004, año en el que sólo se requiere de $N_{2004[1]}$ para iniciar el funcionamiento del modelo.

4.3.5 Reclutamiento (R_t)

El reclutamiento se modeló utilizando dos enfoques alternativos:

4.3.5.1 Reclutamiento dependiente del stock

Suponiendo un stock mayormente auto-reclutante, se empleó la relación stock-recluta de tipo palo de hockey (Barrowman y Myers 2000), descrita por:

$$R_{t+2} = \alpha \cdot \min(S_t; S^*) \cdot e^{\varepsilon_{t+2}} = \begin{cases} \alpha \cdot S_t \cdot e^{\varepsilon_{t+2}} & ; \text{ si } S_t < S^* \\ \alpha \cdot S^* \cdot e^{\varepsilon_{t+2}} = R_{\text{máx}} \cdot e^{\varepsilon_{t+2}} & ; \text{ si } S_t \geq S^* \end{cases} \quad [13]$$

Donde S_t es la abundancia de reproductores para el año t , que resulta de promediar la abundancia en los meses del principal periodo reproductivo de los stocks de loco de la zona centro-sur de Chile *i.e.* entre setiembre y diciembre de cada año (SUBPESCA 2011d); S^* es la abundancia de reproductores que genera un $R_{\text{máx}}$ o reclutamiento asintótico, y R_{t+2} es el reclutamiento generado en enero del año subsiguiente a t , lapso establecido en base al periodo de vida larval conocido, cuya duración fluctúa entre 6 - 12 meses (Molinet y Moreno 2009); α es la pendiente de la relación entre el reclutamiento y la abundancia de reproductores hasta antes de alcanzar el reclutamiento asintótico, y ε_{t+2} es el error de observación que se supone distribuido normalmente con media 0 y varianza σ_R^2 .

Conociendo la serie histórica de abundancia mensual del stock hipotético de loco del AMERB IMQS, se puede determinar la serie histórica de abundancia de reproductores (S_t) para el lapso

2004 – 2008, la que será relacionada a los reclutamientos (R_{t+2}) estimados para el lapso 2006 – 2010, mediante a ecuación 13. El parámetro S^* se estimó siguiendo un procedimiento empírico (Cubillos, com. pers.) consistente en calcular S^* como el 20% de S_0 o abundancia reproductiva de equilibrio que se obtendría corriendo el modelo dinámico en un lapso de simulación de 40 años, con el reclutamiento basado en una relación S-R clásica de tipo Beverton-Holt, sin el efecto de mortalidad por pesca (ni formal ni ilegal). Finalmente los estimados de α y σ_R se obtienen aplicando la herramienta SOLVER para minimizar la suma de cuadrados del reclutamiento observado (serie histórica de reclutamientos estimados por log-verosimilitud) vs. el reclutamiento estimado (con la ecuación 13), siguiendo el procedimiento descrito en Haddon (2001).

4.3.5.2 Reclutamiento independiente del stock

Suponiendo la ausencia de una relación funcional entre la abundancia reproductiva y el reclutamiento subsiguiente (*i.e.* un stock con reclutamiento mayormente dependiente del aporte larval desde stocks vecinos), se incorporó de acuerdo a Chen *et al.* (2005), un submodelo de reclutamiento aleatorio log-normal, descrito por:

$$R_t = R_{med.geo} \cdot e^{\varepsilon_t} \quad ; \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_R^2) \quad [14]$$

Donde R_t es el reclutamiento generado en enero del año t , y ε_t es el error de observación que se supone distribuido normalmente con media 0 y varianza σ_R^2 .

4.3.5.3 Efecto de fluctuaciones oceanográficas inter-anales

En cada sub-modelo de reclutamiento se simuló el efecto de posibles fluctuaciones oceanográficas inter-anales sobre el reclutamiento del ‘loco’. Se consideró, de acuerdo a Moreno (2004), que los periodos con mayor fluctuación oceanográfica en la zona centro-sur de Chile, representados principalmente por décadas con una mayor frecuencia de fases ENSO cálidas o frías, de magnitud moderada a intensa [*i.e.* lapsos con mayor frecuencia de promedios del trimestre marzo-mayo (periodo de vida larval pre-asentamiento del ‘loco’) del Índice de Oscilación Sur ó IOS-3 < -1 ó $> +1$], desfavorecerían la ocurrencia de reclutamientos de gran intensidad, con respecto a décadas más estables. Así, para representar el efecto de periodos con variabilidad oceanográfica creciente, a cada sub-modelo de reclutamiento se le asignó desviaciones estándar del error relativas a aquella estimada en 4.3.5.1 (σ_R), según: a) ‘lapso ENSO estable’ con $0,5\sigma_R$, b) ‘lapso ENSO moderado’

con σ_R , y c) ‘lapso ENSO fluctuante’ con $2\sigma_R$. Si bien el incremento de σ_R posibilita una mayor recurrencia de reclutamientos anuales fallidos (cerca de cero), también lo hace con los reclutamientos exitosos, y en algunos casos exorbitantes, por lo que se consideró razonable introducir, en todos los casos de la modelación, un reclutamiento de capacidad de carga equivalente a 2 millones de individuos.

Para evaluar el impacto de diferentes intensidades de robo de ‘loco’ sobre el stock reproductivo el que podrían expresarse en impactos sobre el reclutamiento, y por una cuestión práctica, se estableció como caso de base al modelo con reclutamiento denso-dependiente en un lapso de fluctuación oceanográfica moderada (*i.e.* el sub-modelo S-R tipo palo de hockey con desviación estándar simple o σ_R), y en consecuencia su análisis detallado se presenta en la sección de Resultados. Una síntesis de los análisis incluyendo todos los submodelos de reclutamiento se presenta en el Anexo 9.5.

4.3.6 Reglas de Cosecha para calcular la Captura formal

Para establecer reglas de cosecha de tipo genérico (*sensu* Parma *et al.* 2001), similares a aquellas establecidas con los modelos normalmente empleados en la determinación de la CTP (modelos basados en talla), se ha recurrido a la observación de la data histórica, donde las capturas realizadas mayormente en julio (ver **Tabla 1**), han fluctuado entre *ca.* 8 a 16% de la abundancia estimada en las Evaluaciones Directas ($N_{i[m]ED}$). Por lo tanto, en los escenarios de simulación predictiva, todas las cosechas futuras se atribuirán como realizadas en el mes de julio (mes 7), siguiendo alguna de las siguientes 3 reglas de cosecha:

- (a) una ‘**Cosecha Constante**’ equivalente a la captura promedio del periodo histórico (*i.e.* $C_{i[7]}^f = 106.560$ individuos de ‘loco’),
- (b) una ‘**Cosecha Prudente**’, equivalente al 8% de la abundancia encontrada en la evaluación directa previa (*i.e.* $C_{i[7]}^f = 0,08 N_{i[4]ED}^{obs}$), y
- (c) una ‘**Cosecha Agresiva**’, equivalente al 16% de la abundancia encontrada en la evaluación directa previa (*i.e.* $C_{i[7]}^f = 0,16 N_{i[4]ED}^{obs}$).

4.3.7 Data de entrada

El modelo poblacional fue alimentado con la data secundaria proporcionada por SUBPESCA a través del Proyecto FIP 2010-20, que incluye: un Informe Técnico de AMERB (SUBPESCA 2011a), Facsímiles de Informes de Seguimiento Anual (SODEPAR 2005, 2006, 2006a, 2007, 2008 y 2009; SP Consultores 2010) y planillas Excel que sustentan los Informes de Seguimiento disponibles para el AMERB IMQS. La data recopilada desde el 2004 (año de su primera evaluación directa y primera cosecha realizadas) hasta el año 2010 puede apreciarse en la **Tabla 1**.

Si bien los lapsos históricos de cosecha han sido de 2 y hasta 3 meses (años 2006, 2007 y 2010, ver **Tabla 1**), como el número de días efectivos de faena de cosecha formal no supera los 9 días, para simplificar la operación del modelo se atribuyó a todos los años, cosechas de un sólo mes de duración; específicamente el mes de inicio del lapso real de cosecha.

Tabla 1. Data de entrada para el desarrollo del modelo bio-pesquero del stock hipotético del AMERB IMQS: Abundancia estimada en Evaluaciones Directas ($N_{t[m]ED}$) en individuos de ‘loco’, Captura formal anual ($C_{t[m]}^f$) en individuos de ‘loco’, y esfuerzo desplegado para realizar la captura formal ($E_{t[m]}^f$) en horas_buzo.

Año (t)	Mes Eval. Directa [m]	$N_{t[m]ED}$	Mes Cosecha [m']	$C_{t[m]}^f$	$E_{t[m]}^f$
2004	abr [4]	1.309.019	ago [8]	88.827	128,5
2005	jun [6]	535.686	ago [8]	43.166	131,5
2006	mar [3]	1.076.927	jul-ago [7]	108.636	334,2
2007	mar [3]	977.562	jul-ago [7]	132.317	551,5
2008	ene [1] dic [12]	822.158 690.407	julio [7]	134.418	596,0
2009	---	---	---	---	---
2010	oct [10]	1.532.599	jul-set [7]	132.000	s/d

Fuente: SUBPESCA. “s/d”: sin dato publicado

4.4 Modelación Bioeconómica (Objetivo Específico 3)

Adaptando la metodología de Larkin *et al.* (2006), se explicitan los aspectos económicos de la pesquería formal, *i.e.* los costos de las operaciones y el esfuerzo pesquero de la organización asignataria del AMERB IMQS (STI) orientada a cosechar la CTP aprobada, el ingreso bruto resultante de la captura realizada, y el consiguiente beneficio neto que se prorrotea por el número de embarcaciones participantes de la cosecha. La incorporación de estos procesos al modelo se describe a continuación.

4.4.1 Esfuerzo pesquero

Para estimar el esfuerzo requerido en la obtención de laCTP estimada de acuerdo a alguna de las 3 reglas de cosecha planteadas, se utilizó la relación teórica entre CPUE y número medio de ‘locos’ sobrevivientes a mitad de año (Sparre y Venema 1995):

$$E_t^f = C_{i[7]}^f / (q_f \cdot N_t^*) \quad [15]$$

Donde para el año t , E_t^f es el esfuerzo pesquero formal total (hora_buzo) desplegado por 15 embarcaciones (flota extractiva formal que para el periodo de simulación se mantendrá constante), para tratar de obtener $C_{7(t)}^f$ ó cosecha a realizar en el mes de julio del año t , o sea la CTP aprobada para ése año; q_f es el coeficiente de capturabilidad de la pesquería formal que se calcula en base a la data histórica de capturas, esfuerzos y estimaciones de abundancia a mitad de año; N_t^* es el número medio de ‘locos’ sobrevivientes en julio.

4.4.2 Aspectos económicos

El **Ingreso Bruto** (IB_t) se calcula como el producto de la captura formal por el precio de venta en playa del recurso ‘loco’, según:

$$IB_t = C_t^f \cdot p_t \quad [16]$$

donde IB_t es el ingreso bruto anual (\$/año) generado por la cosecha en el año t ; p_t : precio playa (\$/unidad de ‘loco’) negociado con el STI en la I. Mocha en el año t

El **Costo Total** (CT_t) de la extracción de ‘loco’ en AMERB, se calcula según:

$$CT_t = \tau + \pi + cf \cdot NB_t + cv \cdot E_t \quad [17]$$

donde CT_t : costo total anual (\$/año) generado por la operación de la pesquería de ‘loco’ en el AMERB en el año t ; τ es la ‘patente’ que equivale al pago anual de impuesto equivalente a 0,18UTM por hectárea de superficie del AMERB y que, tras una amnistía otorgada a organizaciones impactadas por el 27F, empieza a cobrarse efectivamente desde el año 2012

siempre que se haya realizado una cosecha anual en el año previo (Ley 20437); π comprende los costos de vigilancia, delimitación del área, y costos por asesoría técnica (desarrollo de estudios y elaboración de informes), cf es el costo fijo medio (\$/año) de una embarcación (incluye la depreciación y costos de mantenimiento de la embarcación, equipos y aparejos extractivos); cv es el costo variable medio por unidad de esfuerzo (\$/hora_buzo) correspondiente a la mano de obra (buzos y tripulantes), e insumos (combustible, lubricante y otros) empleados para la extracción de 'loco'.

El **Valor Presente de los Beneficios Netos** ($VPBN$) generado por la pesquería de loco en el AMERB, corresponde a la suma actualizada de la diferencia entre los Ingresos Brutos y los Costos Totales de la misma para un determinado horizonte de tiempo. El $VPBN$ se calculó según:

$$VPBN = \sum_{t=1}^T (1 + d)^{-t} [IB_t - CT_t] \quad [18]$$

donde, d es la tasa de descuento anual en porcentaje, a la que se asigna el valor de 6,5%, ponderando los valores de tasas de descuento social para proyectos de inversión, recomendados desde el sector público (MIDEPLAN 2011) y académico (López 2008); y T es el horizonte temporal de evaluación económica del proyecto AMERB, fijado en 12 años (*i.e.* 2011-2022) considerando un lapso suficiente en el que no deberían producirse cambios importantes tanto en las políticas pesqueras (*v.g.* de acuerdo a la historia de las actualizaciones de la LGPA) ni en oscilaciones oceanográficas decadales (con sus consiguientes efectos poblacionales), que podrían incidir en los escenarios de base para evaluar los rendimientos económicos del AMERB.

4.4.3 Información de entrada

La información económica se obtuvo de las siguientes fuentes: data secundaria contenida en planillas Excel, Facsímiles e Informes Técnicos de los Informes de Seguimiento del AMERB IMQS, generados por las consultoras y entregada a SUBPESCA (*c.f.* 4.3.7); así como data económica de AMERB, no publicada, proveniente de entrevistas efectuadas a usuarios de AMERB isleños realizadas en el 2011, ambas obtenidas a través del Proyecto FIP 2010-20. Los valores están actualizados por el IPC a su valor al 2011 (**Tablas 2; 3; 4 y 5**).

De acuerdo a las entrevistas con informantes clave, para el año 2009, se definió un precio crítico de \$ 300 pesos chilenos por unidad, bajo el cual no podría realizarse la cosecha.

Tabla 2. Precios en playa (\$/u 'loco') negociados originalmente y compradores de cosechas realizadas en el lapso histórico de desarrollo del AMERB IMQS.

Año (t)	Precio (p_t)	Compradores
2004	600	Cía. Salmon Ltda.
2005	600	Pesquera Geomar
2006	820	s/d
2007	625	Multiexport
2008	500	Multiexport
2009	200*	s/d
2010	493	Pesquera Geomar
P_{prom}	606	

Fuentes: SUBPESCA; y (*) dato obtenido en entrevistas exploratorias. "s/d": sin dato publicado

En cuanto al Costo Total (ecuación 17), el cálculo del primer componente referido a la patente (τ) resulta de multiplicar las 2.447 Ha de superficie del AMERB IMQS por la tasa impositiva de 0,18 UTM/Ha (calculada con el valor UTM promedio para el año 2011, *i.e.* \$ 38.287), lo que resulta en un monto constante de **\$ 16.865.243**, siempre que se haya verificado cosecha en el año previo.

El segundo componente de los Costos Totales, el Costo Fijo General (π), resulta de la suma actualizada al 2011 de los valores presentados en la **Tabla 3** y equivale a **\$ 5.182.072/año**.

Tabla 3. Costos Fijos Generales (\$) asociados al funcionamiento del AMERB IMQS en el año 2010 y total actualizado al 2011.

Ítem	Costo (\$ch)
Vigilancia día (1 vigilante, bote)	1.600.000
Vigilancia (bencina y aceite)	840.000
Reposición elementos demarcatorios	100.000
Costo Seguimiento	2.000.000
Contador	90.000
Materiales de oficina	72.000
Teléfono	180.000
Otros (pasajes, imprevistos)	120.000
Total (año 2 010)	5.002.000
Total (actualizado a 2011 julio)	5.182.072

Fuente: SUBPESCA

El tercer componente del Costo Total, el costo fijo promedio anual de una embarcación extractora de ‘loco’ en la Isla Mocha (*cf*), resulta de la suma actualizada al 2011 de los costos de mantención anual (**Tabla 4**), y los costos de depreciación de una embarcación que opera con un buzo a bordo (**Tabla 5**), que totalizan un monto de \$ **1.521.975** por embarcación.

Tabla 4. Costos de mantención anual (\$/bote) por embarcación, equipada para la extracción de ‘loco’ por miembros del STI en Isla Mocha al 2011.

Ítem	Costo (\$ch)
Motor fuera de borda	146.667
Compresor	80.500
Carena y/o pintado de casco	83.333
Marinería	56.270
Aceite de “pata”	14.125
Trajes de buzo	95.238
Total	476.133

Fuente: data primaria recopilada para el Proyecto FIP 2010-20

Para el cálculo de la depreciación por embarcación, se utilizó data primaria no publicada del proyecto FIP 2010-20, correspondiente a precios declarados para equipos nuevos, a los que después de descontársele un valor residual atribuido en 10%, se les aplicó una depreciación lineal, dividiéndolos por su vida útil referida en la tabla de bienes físicos (*cf.* Resolución Exenta N°43, 2002 diciembre). Como los precios declarados correspondían al año 2010, el resultado final fue reajustado usando la variación del IPC (**Tabla 5**).

En cuanto al último componente de los Costos Totales, el Costo variable promedio por unidad de esfuerzo (*cv*), resultó ser estimado en \$ **3.238 /h_buzo**, después de actualizar el costo referido para una embarcación del STI que faena 1 día en la extracción de ‘loco’, suponiendo un promedio 8 horas de buceo por día de faena.

Tabla 5. Costos unitarios (\$) de equipos nuevos utilizados para el cálculo de la depreciación de una embarcación al 2010, y total de depreciación actualizado al 2011.

Ítem	Precio Unitario (\$)	Vida Útil (años)
Embarcación	2.500.000	10
Compresora	1.500.000	6
Motor F/B	3.000.000	6
Otros equipos buceo	365.000	3
Total (año 2 010)	7.365.000	
Depreciación Anual (act. 2011jul)	1.045.842	

Fuente: data primaria recopilada para el Proyecto FIP 2010-20. ‘Otros equipos buceo’ incluye manguera, traje, regulador, aletas y cinturón

4.4.4 Indicadores y criterios de evaluación

A fin de evaluar el desempeño del modelo en el periodo de simulación, se diseñaron los siguientes 4 indicadores: captura formal promedio, razón robo acumulado vs. captura formal acumulada, probabilidad de colapso, y valor presente de los beneficios netos por embarcación.

4.4.4.1 Captura Formal Promedio

Simbolizado por C_{prom}^f , resulta de promediar las capturas formales anuales del lapso de simulación (12 años) incluyendo las capturas anuales cero (años con decisión de no cosecha), para cada iteración. Se utilizó para identificar la magnitud promedio de las capturas formales que podrían obtenerse en los diferentes escenarios evaluados.

4.4.4.2 Razón Robo Acumulado vs. Captura Formal Acumulada

Simbolizado por $\Sigma C^i / \Sigma C^f$, resulta de dividir la sumatoria del total de las 12 capturas ilegales anuales entre la sumatoria del total de las 12 capturas formales anuales obtenidas en el lapso de simulación de determinado escenario. Se utilizó para dimensionar la magnitud de los robos de ‘loco’ en función de la magnitud de las capturas formales en cada escenario evaluado.

4.4.4.3 Probabilidad de encontrar abundancias simuladas de evaluación directa menores al 75% de la abundancia promedio de evaluación directa histórica, o probabilidad de colapso

Simbolizado por $P(N_{ED}^{sim} < 0,75\bar{N}_{ED}^{obs})$, resulta de contar abundancias de ‘loco’ de Evaluaciones Directas del lapso de simulación que sean menores al 75% del promedio de abundancia observada en las Evaluaciones Directas en el periodo histórico (*i.e.* 744.038 ind. de ‘loco’). Este último valor

se propone como punto de referencia límite (PRL) para evaluar la sustentabilidad del stock de ‘loco’, tomándose como criterio de alerta (*sensu* Caddy 1999) el que $P(N_{ED}^{sim} < 0,75\bar{N}_{ED}^{obs})$ sea mayor a 1/3, *i.e.* que en los 12 años de simulación de una iteración, se obtengan más de 4 años con valores de N_{ED}^{sim} menores al PRL.

4.4.4.4 Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (VPBNE)

Resulta de dividir el VPBN entre las 15 embarcaciones operativas del STI (*c.f.* 4.4.1). Para evaluar la viabilidad económica (*sensu* Lin 2002) del sistema AMERB en el lapso de simulación, se comparó al VPBNE contra un valor de referencia, de \$ 20.300/bote. Éste último resulta de actualizar al 2011, el beneficio bruto que resultaría de haberse cosechado toda la CTP aprobada para el 2009 (*i.e.* 148.556 ind. de ‘loco’ que no se extrajeron por una negociación fallida), y vendido al precio de venta en playa referido como crítico en el STI en dicho año (*c.f.* 4.4.3); al que se resta el Costo Total (ecuación 16) obtenido con una estimación del esfuerzo extractivo como función de la capturabilidad estimada para el periodo histórico y de la abundancia de Evaluación Directa de diciembre de 2008.

Para añadir realismo al funcionamiento del modelo, la realización de cosechas en el lapso de simulación fue condicionada a la implementación de un criterio de decisión, basado en la siguiente secuencia lógica, en cada iteración para determinado año t : 1° cálculo de CTP, 2° estimación de beneficio neto por embarcación y 3° comparación de la anterior estimación con el valor de referencia arriba mencionado. En caso que el beneficio neto por embarcación estimado sea menor al valor de referencia, el modelo asigna una captura formal nula a ése año (lo que equivale a una decisión de no cosecha formal), y en consecuencia, la tasa mensual de captura ilegal se extiende a los 12 meses del año correspondiente.

4.4.5 Escenarios de simulación

Para evaluar el desempeño del AMERB IMQS, en el horizonte de simulación propuesto de 12 años, se hizo la simulación con 4 factores:

4.4.5.1 Magnitud de Captura ilegal o Robos de ‘loco’

a) **Robo Nulo**, en el que la tasa instantánea de captura ilegal se hace 0, suponiendo una fiscalización perfecta [*i.e.* $F_t^i = 0$; $m = 1; 2; \dots; 6$]

b) **Robo Controlado**, en el que la tasa instantánea de captura ilegal se hace igual a la mitad de la magnitud máxima estimada en el lapso histórico (*i.e.* $F_t^i = 0,5F_{MÁX}^i$), suponiendo que los infractores se mantienen desplegando un esfuerzo igual a la mitad del máximo alcanzado en el 2009, como la situación atribuida al 2010 por efecto del 27F.

c) **Robo Intenso**, en el que la tasa instantánea de captura ilegal se hace igual a la máxima estimada en el lapso histórico (*i.e.* $F_t^i = F_{MÁX}^i$), suponiendo que los infractores recuperan la capacidad para desplegar el esfuerzo extractivo que tenían al 2009.

d) **Robo Descontrolado**, en el que la tasa instantánea de captura ilegal duplica a la máxima estimada en el lapso histórico (*i.e.* $F_t^i = 2F_{MÁX}^i$), suponiendo que, los infractores expanden muy rápidamente su capacidad al doble del máximo alcanzado en el 2009.

4.4.5.2 Reglas de Cosecha

Se usarán las 3 reglas de cosecha mencionadas anteriormente: a) ‘**Cosecha Constante**’ ($C_{i[7]}^f = 106\ 560$ individuos de ‘loco’), b) ‘**Cosecha Prudente**’ ($C_{i[7]}^f = 0,08 N_{i[4]ED}^{obs}$), y c) ‘**Cosecha Agresiva**’ ($C_{i[7]}^f = 0,16 N_{i[4]ED}^{obs}$).

4.4.5.3 Precio en playa de ‘loco’

Para este factor, considerado un importante determinante del desempeño económico de AMERB de ‘loco’ (Sobenes y Chávez 2009, Chávez *et al.* 2010), se plantearon 4 situaciones con respecto a los precios en playa:

a) Un **precio base** de \$ 773 /ind. de ‘loco’, obtenido con el promedio de los precios negociados satisfactoriamente en el lapso histórico, previa actualización por el IPC a 2011 julio, que se simboliza por p_{prom} .

b) Un **precio ‘malo’**, menor en 20% al precio de p_{prom} , equivalente a 618\$/u. de ‘loco’,

c) Un **precio ‘bueno’**, superior en 20% a p_{prom} , equivalente a 927\$/u. de ‘loco’

d) Un **precio variable**, que cambia de año a año de manera aleatoria uniforme dentro del rango definido por el precio mínimo ofertado (2009 ó año de no cosecha) y el precio máximo negociado con éxito en el lapso histórico (2006), ambos reajustados según el IPC.

Los escenarios a evaluar resultarán de la combinación de los factores: Reclutamiento (6 sub-modelos), captura ilegal o robo (4 tasas de mortalidad por robo), Reglas de cosecha (3 niveles), y Precios en playa (4 niveles) (**Tabla 6**). Cualquiera sea el caso de aplicación del factor reclutamiento, el escenario de base a considerar en las simulaciones, corresponderá a la combinación Robo Controlado*Regla-cosecha Constante*Precio Base.

Tabla 6. Escenarios a evaluar en el lapso de simulación.

Reclutamiento		Intensidad Robos, F_t^i		Regla de Cosecha, $C_{i[7]}^f$		Precio 'loco', p
- SR. palo de hockey [$0,5\sigma_R$]						
- SR. palo de hockey [σ_R]		- Nula [$F_t^i = 0$]		- Constante [106.560 ind.]		- Malo [$0,8 p_{prom}$]
- SR. palo de hockey [$2\sigma_R$]	X	- Controlada [$0,5F_{MÁX}^i$]	X	- Prudente [$0,08 N_{i[4]ED}^{obs}$]	X	- Base [p_{prom}]
- R. Aleatorio [$0,5\sigma_R$]		- Intensa [$F_{MÁX}^i$]		- Agresiva [$0,16 N_{i[4]ED}^{obs}$]		- Bueno [$1,2 p_{prom}$]
- R. Aleatorio [σ_R]		- Descontrolada [$2F_{MÁX}^i$]				- Variable [p_{AU}]
- R. Aleatorio [$2\sigma_R$]						

4.4.6 Generación de salidas de simulación y pruebas de Hipótesis

El desempeño del sistema AMERB simulado, se evaluó con la generación de salidas en 100 iteraciones, que permitieron observar las proyecciones de los promedios de 4 variables anuales del modelo (abundancia a enero, reclutamiento, captura formal y captura ilegal), además de calcular y analizar los promedios de cada uno de los 4 indicadores propuestos, en cada uno de los 48 escenarios antes mencionados, por cada uno de los 6 sub-modelos de reclutamiento. Además para cada uno de los 3 procesos aleatorios incorporados en el modelo bio-económico (*i.e.* reclutamiento, estimación de abundancia en evaluaciones directas, y fluctuación de precios de loco), se emplearon 3 series definidas independientes de números aleatorios, a fin de minimizar el ruido en la simulación y hacer más comparables entre escenarios los promedios de las iteraciones resultantes por cada indicador. Dichos promedios, por cada uno de los 4 factores evaluados tanto independientemente (Robo, Regla-Cosecha, Precio-Loco y Reclutamiento) como en interacción, fueron finalmente comparados mediante Análisis de Varianza (ANOVA), y Pruebas de Tukey (nivel de significación de 0,05).

4.5 Evaluación de las percepciones de los usuarios de AMERB sobre la problemática de la captura ilegal de loco en la Isla Mocha, (Objetivo Específico 4)

En la segunda fase de aplicación de las entrevistas semi-estructuradas (*c.f.* 4.1.2), se recogió mediante preguntas abiertas (**Anexo 9.1** preguntas 3 y 4), la percepción de los usuarios de AMERB isleñas, en torno a:

- (a) Los factores causales de la captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB, realizada por infractores embarcados tanto foráneos como isleños, y
- (b) Las propuestas de solución que los entrevistados consideran factibles de aplicar para combatir el problema de la captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB.

La información recopilada con las entrevistas fue sometida a un análisis textual (Goetz y Le Compte 1984, Ruiz 2009), consistente en la lectura detallada de las transcripciones, la identificación y codificación de conceptos contenidos en los discursos, la comprensión de su contexto, y la identificación de concordancias o divergencias entre los diferentes entrevistados, que permitiesen finalmente definir ítems conceptuales factibles de ser llevados a gráficos de frecuencia relativa por cada organización isleña asignataria de AMERB.

Posteriormente los ítems fueron agrupados en ‘componentes’ o categorías mayores, definidas a partir de la comparación de los ítems causales/de incentivo para las operaciones de tipo IND, identificados en estudios criminológicos de dichas operaciones en pesquerías de ‘abalones’ haliótidos (Hauck y Sweijd 1999, Tailby y Gant 2002), además del estudio económico sobre el mismo tema pero a nivel del sector pesquero en general (Gallic y Cox 2006).

4.6 Software de simulación y análisis

Las ecuaciones dinámicas del modelo bio-económico se implementaron con fórmulas y macros para Visual Basic 6.3 en Libros de Trabajo de MS Excel 2003. En la estimación de parámetros se utilizó como instrumento de optimización la herramienta SOLVER de MS Excel. Las tablas y figuras no referidas a los análisis estadísticos fueron realizadas también en MS Excel. Los ANOVA, pruebas de Tukey y Boxplots, fueron realizados con el software InfoStat 2011e y Sigma Plot v.11.0.

5 RESULTADOS

5.1 Caracterización y estimación de la captura ilegal de loco en la Isla Mocha (objetivo específico 1)

Las respuestas de SERNAPESCA a las consultas efectuadas, mostraron que esta entidad reconoce la existencia de captura ilegal de ‘loco’ en la Isla Mocha, especificando además la ocurrencia de infracciones a la restricción de talla mínima legal. Sin embargo dicha entidad manifestó no contar con registro indicativo alguno sobre estos procesos (citaciones), debido fundamentalmente a las limitaciones logísticas impuestas por la ruralidad extrema de la isla (ver **Anexo 9.2**, Cartas del 16-jul-2010 y del 17-feb-2012), reconociendo a la Armada, en virtud de su presencia permanente en la isla, como la entidad que efectivamente recepciona denuncias sobre captura ilegal de ‘loco’ por lo que sugiere realizarle a ella las consultas. Adicionalmente la entidad dió a entender que las labores de fiscalización asociadas al AMERB son de responsabilidad exclusiva de la organización asignataria (**Anexo 9.2**, Carta del 16-jul-2010), y señaló no contar con información histórica sobre la existencia de embarcaciones extractoras de ‘loco’ de las localidades de Tirúa, Quidico y Lebu (imputadas por los isleños entrevistados como potenciales infractoras), precisando que las unidades de esfuerzo pesquero que manejan con la pesquería de dicho recurso, están definidas por los buzos antes que por las embarcaciones (**Anexo 9.2**, Carta del 09-feb-2012).

No fue posible concretar las consultas a través del portal web de la Armada, al parecer por fallas en su diseño, obteniéndose más bien respuestas con consultas hechas a su dependencia más cercana, *i.e.* la Capitanía de Lebu, tanto por vía telefónica como por email (**Anexo 9.3**). Aunque se informó de algunas pocas intervenciones para el lapso indagado (2000 – 2011), sus características resultan muy reveladoras pues muestran que:

- a) Los infractores operan a bordo de botes artesanales que portan ilícitamente equipos de buceo semi-autónomo liviano de tipo Hooka (**Anexo 9.3**), pues al indagar sobre los métodos extractivos formalmente empleados en las embarcaciones consignadas (Servicio de Consultas al RPA, <http://webmail.sernapesca.cl/sistemas/consrpa/menu.asp#>), se hallaron mencionadas solamente redes de cerco, redes de enmalle, espineles, líneas de mano, poteras y trampas.
- b) Dado que ninguno de los 4 casos intervenidos en el 2009 con ‘loco’ ilegal proveniente de la Isla Mocha, corresponde a alguna embarcación isleña, y considerando la existencia de

infractores isleños confesos, se infiere que la mayor incidencia de infractores corresponde a embarcaciones continentales.

- c) Entre los años del lapso consultado, el año 2009 tuvo la mayor incidencia de embarcaciones infractoras que realizaron capturas ilegales de 'loco' en Isla Mocha.
- d) El promedio de captura ilegal de 'loco' por bote foráneo, calculada en base a los 4 botes artesanales intervenidos operando ilícitamente en Isla Mocha en el 2009, resulta ser de **698,5 ind./bote**, de la cual en promedio el 46,6% se halló desconchada (**Anexo 9.3**). Es importante señalar que aunque no está especificado el origen de esta captura, es muy probable que en su gran mayoría provenga de AMERB.
- e) Las tripulaciones de las 4 embarcaciones intervenidas con 'loco' ilegal proveniente de Isla Mocha en el año 2009, típicamente estaban compuestas por 2 marinos y 1 buzo (sólo hubo un caso con 2 buzos), calculándose una razón promedio de captura de **558,8 ind./buzo** (**Anexo 9.3**).
- f) La única embarcación intervenida en el año 2011, demuestra que también ocurre la captura ilegal de 'loco' en el litoral continental de Tirúa.

La Capitanía de Lebu, también reconoció saber que SERNAPESCA podría tener más información sobre captura ilegal de 'loco' en la Isla Mocha, por lo que sugirió realizar consultas complementarias a dicha entidad.

Adicionalmente y por vía telefónica, se recibió la opinión de un funcionario de la Capitanía de Lebu, desestimando que las tripulaciones intervenidas con captura ilegal de 'loco' pertenezcan a alguna organización ilícita, planteando más bien que se trata de acciones particulares, opinión que basa en el hecho que su dependencia mantiene un contacto personal permanente con los pescadores artesanales de su jurisdicción (que comprende la costa entre Caleta Yani a Isla Mocha), lo que por un lado les permite conocer de cerca la naturaleza de los casos de captura ilegal de 'loco', y por otro funciona como elemento psicológico disuasivo ante cualquier pretensión de organizarse ilícitamente para realizar operaciones IND.

En vista de la escasez de información oficial sobre los procesos de captura ilegal de 'loco' en la Isla Mocha, las estimaciones se basaron exclusivamente en la evaluación socio-económica, más específicamente en la data recogida en la segunda fase de aplicación de entrevistas semi-estructuradas.

Prácticamente la totalidad de los entrevistados imputó a los pescadores embarcados provenientes principalmente de las caletas continentales de Tirúa, Quidico y secundariamente de la caleta de Lebu, como los agentes responsables de la mayor parte de las capturas ilegales de ‘loco’ realizadas mayormente dentro de las 5 AMERB activas de la Isla Mocha, y en menor grado tanto dentro del AMERB Tirúa como en zonas litorales *extra*-AMERB de la isla. Varios entrevistados reconocieron también (haciéndolo a modo confeso en algunos casos) la ocurrencia de captura ilegal de ‘loco’ efectuada por los propios isleños (sean o no usuarios de AMERB) en sus propias AMERB, en AMERB vecinas, y en zonas litorales *extra*-AMERB de la isla. Algunos informantes clave señalaron que las capturas ilegales de ‘loco’ han ocurrido desde antes de la entrada en vigencia de la primera AMERB en la isla Mocha (*i.e.* Weste Isla Mocha en 2001), por infractores tanto foráneos como isleños, destinándose al auto-consumo, y a la demanda local tanto turística como del mercado informal; sin que se mencione al apozamiento como destino de la captura ilegal *extra*-AMERB de ‘loco’ realizada por los isleños.

En cuanto a la modalidad, varios informantes clave indicaron que los infractores foráneos, mayormente emplean embarcaciones artesanales destinadas formalmente a la extracción con redes/trampas/líneas, transportando sus equipos de buceo Hooka camuflados entre los equipos lícitos, con lo que realizan las capturas ilegales de ‘loco’ tanto de día como de noche, habiendo acondicionado para este último caso, linternas submarinas frontales. Los infractores isleños realizarían las capturas ilegales solamente de día. Otros informantes clave mencionaron que los infractores foráneos llegan de día y se refugian en el Islote Quechol aguardando la noche para realizar las capturas ilegales, teniendo algunos de ellos inclusive las zonas de extracción georeferenciadas en GPS. Esto último es verosímil considerando la versión de algunos informantes clave que señalaron el hecho que en razón de la escasez de buzos entre los socios de las organizaciones asignatarias isleñas, éstas se ven obligadas a contratar buzos continentales (de localidades como Tirúa y Quidico) para poder realizar anualmente las cosechas formales de ‘loco’. Los informantes clave mencionan también que los ‘locos’ ilegalmente extraídos son desconchados o en el Islote Quechol o a bordo durante la travesía de regreso a sus caletas de origen.

Se indicó que los infractores continentales de Tirúa y Quidico trabajan con botes más grandes y con motores más potentes respecto a aquellos que poseen los isleños, arriesgándose a realizar la

travesía para llegar a la isla aún en días ventosos. Además señalaron que estos infractores continentales generalmente zarpan con redes de pesca y/o trampas para ‘jaibas’, entre las que “camuflan” equipos de buceo; y que además en cada bote se trabaja con varios buzos (mayormente 2 pero en algunos casos mencionan 3 y hasta 4) para concluir las extracciones furtivas lo más rápido posible. En el caso de las lanchas de Lebu que extraen congrio y pescan con redes, se dijo que fondeaban dentro o cerca de sus AMERB para también extraer furtivamente ‘loco’.

Algunos informantes clave mencionaron que al año hay 6 meses donde se realizan con mayor intensidad las capturas ilegales de ‘loco’, siendo estos generalmente los meses previos a la cosecha formal. Otros informantes clave indicaron como fechas de alta incidencia aquellas cercanas a las Fiestas Patrias de Chile (18 de septiembre) y a las fiestas de fin de año (Navidad y Año Nuevo).

5.1.1 Talla mínima de los ejemplares de ‘loco’ extraídos ilegalmente *intra-AMERB* en la Isla Mocha

Al ser consultados por las tallas mínimas del ‘loco’ extraído ilegalmente por cualquier tipo de infractor desde las AMERB activas de Isla Mocha, sólo 31 de los 54 entrevistados fueron asertivos (**Figura 2**). El resto de los entrevistados declinó responder o dio respuestas cuantitativamente imprecisas como “capturan al barrer” o “sacan loco grande”, por lo que no se consideraron en el análisis. Sólo 16% de los entrevistados asertivos indicó que los extractores ilegales extraen mayormente ‘locos’ con talla mayor o igual a 10cm (*i.e.* la talla mínima legal) en razón de las exigencias de sus compradores, estando tanto la moda como la mediana del histograma en la talla mínima de 9cm (42% de los entrevistados asertivos) (**Figura 2**).

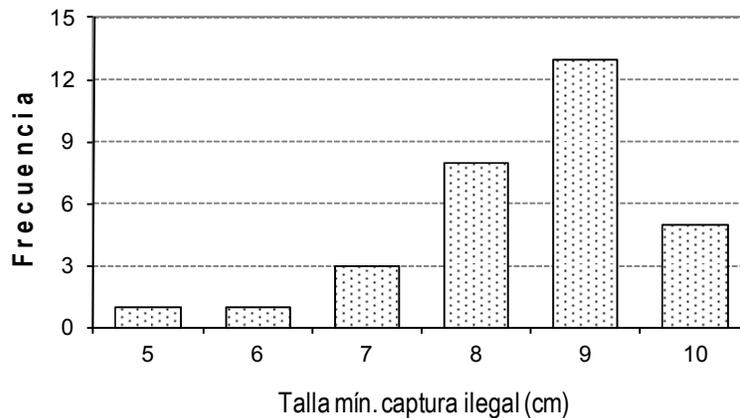


Figura 2. Distribución de frecuencia de las respuestas cuantitativamente asertivas (31 de 54 entrevistados) respecto a la pregunta sobre la talla mínima del ‘loco’ capturado ilegalmente *intra*-AMERB en la Isla Mocha.

5.1.2 Estimados para el año 2009 de Esfuerzo Ilegal (E^i_{2009}) y Captura Ilegal (C^i_{2009}) ó robo de ‘loco’ como ‘puntos de anclaje’

En el análisis de la data de la evaluación socio-económica referida a infractores foráneos operando en el 2009, de los 54 entrevistados 37 declararon conocer el proceso de robo de ‘loco’ *intra*-AMERB, lo suficiente como para aproximar magnitudes de esfuerzo extractivo ilegal (en número de viajes al año) y/o captura ilegal (en individuos). Sin embargo, algunos entrevistados debieron ser excluidos del análisis dado que sus estimaciones de robo de ‘loco’ resultaron ser exageradas al compararse con la magnitud de abundancia observada en las evaluaciones directas; además otros declarantes hicieron directamente su propio cálculo de captura ilegal sin indicar valores de incidencia (I) ni número medio de embarcaciones infractoras (NB). Esto redujo el número de informantes con resultados utilizables en las estimaciones de esfuerzo y captura ilegal, a 30 y 31 respectivamente (**Tabla 7**). La data utilizada en la estimación del esfuerzo extractivo y la captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB realizados por extractores foráneos en el 2009, se muestra en la **Figura 3** (gráficos a y c).

El esfuerzo extractivo ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB realizado por infractores foráneos en la Isla Mocha en el año 2009, se estimó con la mediana de la data utilizada: $\hat{E}^i_{200FOR} = 174$ viajes, y un rango intercuartil ($Q_1 - Q_3$) de 116 – 242 viajes; mientras que la captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB en la Isla Mocha en el año 2009, se estimó con la mediana: $\hat{C}^i_{200FOR} = 309.375$

individuos de ‘loco’, y un rango intercuartil ($Q_1 - Q_3$) de 217.350 – 594.000 individuos de ‘loco’ (Tabla 7).

En el análisis de la data participativa referida a infractores isleños, de los 54 entrevistados 18 declararon conocer el proceso de robo de ‘loco’ *intra*-AMERB lo suficiente (algunos confesos) como para aproximar una magnitud al 2009. Sin embargo, debió excluirse un declarante cuya estimación de captura ilegal resultó exagerada, además de otros que hicieron directamente su propio cálculo de extracción ilegal de ‘loco’ sin indicar valores de incidencia (I) ni número medio de embarcaciones infractoras (NB), lo que redujo el número de informantes con resultados utilizables en las estimaciones de esfuerzo y captura ilegal, a 15 y 17 respectivamente (Tabla 7). La data utilizada en la estimación del esfuerzo extractivo y la captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB, realizados por extractores isleños en el 2009, se muestra en la Figura 3 (gráficos b y d).

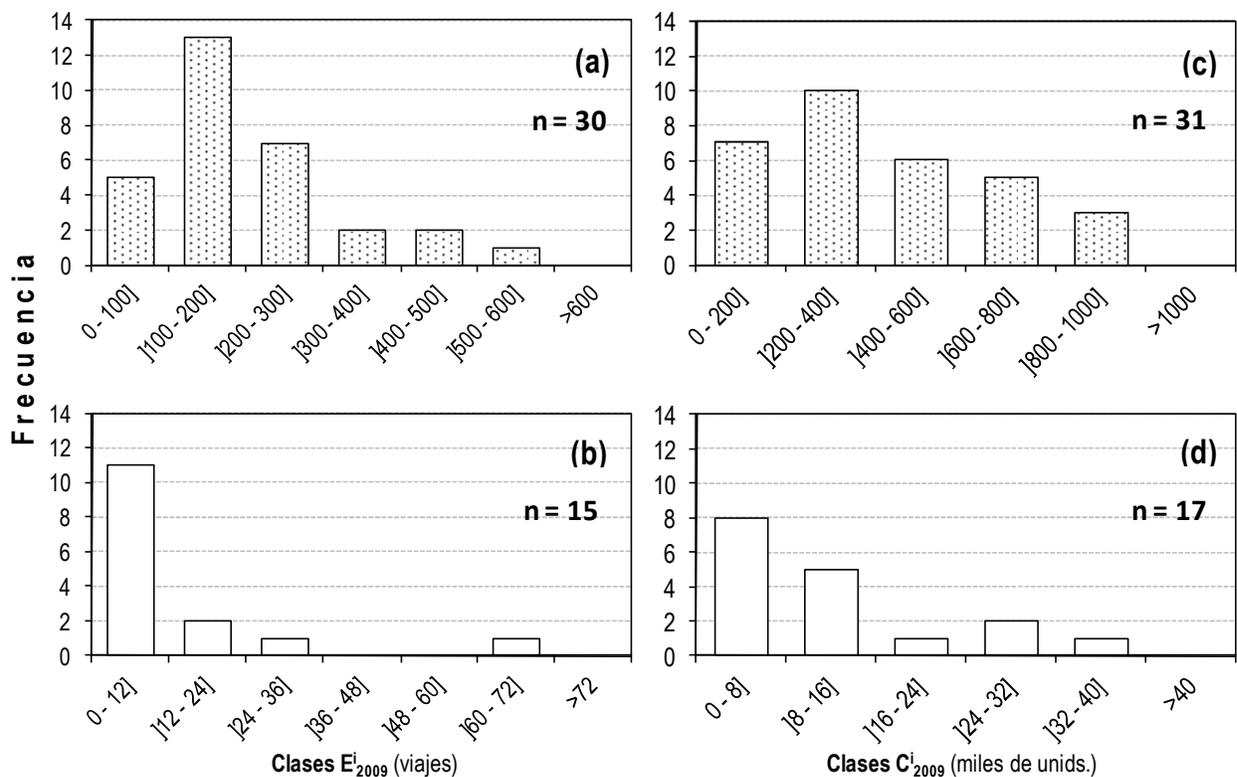


Figura 3. Distribución de frecuencia de los estimados participativos de esfuerzo extractivo ilegal de infractores foráneos (a) e infractores isleños (b), y de captura ilegal de ‘loco’ realizada por infractores foráneos (c) e infractores isleños (d).

El esfuerzo extractivo ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB imputado a infractores isleños (incluyendo no usuarios de AMERB) en la Isla Mocha en el año 2009, se estimó con la mediana de la data

utilizada: $\hat{E}_{2009ISL}^i = 4$ viajes (ca. 2% del esfuerzo calculado para los infractores foráneos), y un rango intercuartil ($Q_1 - Q_3$) de 2 – 12 viajes; mientras que la captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB en la Isla Mocha en el año 2009, se estimó con la mediana: $\hat{C}_{2009SL}^i = 9.000$ individuos de ‘loco’ (ca. 3% del robo calculado para los infractores foráneos), y un rango intercuartil ($Q_1 - Q_3$) de 3.380 – 13.500 individuos de ‘loco’ (**Tabla 7**).

Finalmente, los estimados globales de esfuerzo extractivo y captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB en la Isla Mocha para el 2009, que resultan de sumar las estimaciones de esfuerzo extractivo y captura ilegal obtenidas con los 2 tipos de infractores (foráneos e isleños), y que se utilizarán como ‘puntos de anclaje’, son: $\hat{E}_{2009}^i = 178$ viajes, y $\hat{C}_{2009}^i = 318.375$ individuos de ‘loco’.

Tabla 7. Estadígrafos referidos a la estimación socio-económica de esfuerzo extractivo (E^i en número de viajes) y captura ilegal de ‘loco’ (C^i en individuos) *intra*-AMERB, realizados por infractores foráneos e isleños, y totales a usar como ‘puntos de anclaje’ (en negrita) para el año 2009.

		n	Q_1	Mediana	Q_3
E_{2009}^i	Foráneos	30	115,9	174,0	241,9
	Isleños	15	2,1	3,8	12,5
	Total (viajes)			177,8	
C_{2009}^i	Foráneos	31	217.350	309.375	594.000
	Isleños	17	3.375	9.000	13.500
	Total (ind.)			318.375	

5.1.3 Reconstrucción de las series históricas de extracción ilegal (E_t^i) y captura ilegal de ‘loco’ (C_t^i)

Utilizando los estimados de \hat{E}_{2009}^i , y las series históricas de incentivo (IN_t) e incidencia máxima (I^{MAX}_t), mediante la ecuación 5 se reconstruyó la serie histórica del esfuerzo extractivo ilegal foráneo *intra*-AMERB en Isla Mocha (**Tabla 8**). Ya obtenida dicha serie, junto al estimado de la serie histórica de ST_t^* , y al estimado de q_i basado en los ‘puntos de anclaje’ del 2009 ($q_i = 1,0875 \times 10^{-3}$ viajes⁻¹), se reconstruyó mediante la ecuación 3, la serie histórica de valores de captura ilegal *intra*-AMERB realizada en las 5 AMERB activas de Isla Mocha. Asimismo, la serie histórica de de captura ilegal dentro del AMERB IMQS se obtuvo mediante la ecuación 6 (**Tabla 8**).

Tabla 8. Series históricas anuales estimadas para las AMERB activas de Isla Mocha de: Incidencia Máxima (I_t^{MAX} en días hábiles/año); Incentivo (IN_t , adimensional); Esfuerzo Ilegal (E_t^i en viajes/año); Stock cosechable (ST_t^* en ind.); Robo (C_t^i en ind) de ‘loco’; razón de stocks cosechables del AMERB IMQS vs. todas las AMERB activas ($ST_{t\text{IMQS}}^* / ST_t^*$); Robo en el AMERB IMQS ($C_{t\text{IMQS}}^i$ en ind.)

Año (t)	I_t^{MAX}	IN_t	E_t^i	ST_t^*	C_t^i	$ST_{t\text{IMQS}}^* / ST_t^*$	$C_{t\text{IMQS}}^i$
2004	120	0,5	62	1.622.598	110.053	0,51	55.644
2005	105	0,6	65	1.284.973	91.511	0,32	29.270
2006	107	0,7	78	1.438.811	121.822	0,36	43.396
2007	92	0,8	77	1.351.517	112.445	0,38	42.197
2008	93	0,9	87	1.320.834	124.973	0,35	44.320
2009	171	1,0	178	1.647.031	318.375	0,40	126.960
2010	66	0,5	34	2.927.771	109.217	0,53	58.257

Se observa que en el lapso histórico de análisis, exceptuando el año 2009, los totales anuales de captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB en la Isla Mocha (*i.e.* el robo en todas las AMERB imputado a infractores tanto foráneos como isleños), habrían fluctuado alrededor de 110.000 ind., con un mínimo de 91.511 ind. en el año 2005 y un máximo de 124.973 ind. en el año 2008. Se estimó un patrón similar para la evolución anual (exceptuando el 2009) de los totales de captura ilegal de ‘loco’ dentro del AMERB IMQS, con magnitudes que fluctuaron alrededor de 45.000 ind., entre un mínimo de 29.270 ind. (2005) y un máximo estimado de 58.257 ind. (2010) (**Figura 4**). El 2009 se caracterizó por la ausencia de cosecha formal, lo que promovió la ocurrencia de un total de captura ilegal de ‘loco’, tan elevado como 318.375 ind., de los que 126.960 ind. correspondieron al AMERB IMQS(**Figura 4**).

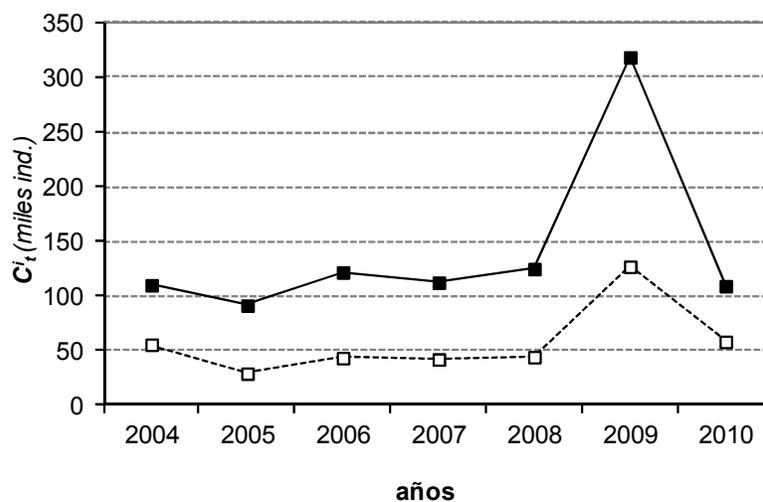


Figura 4. Series históricas estimadas de captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB, para el total de las 5 AMERB activas de Isla Mocha (línea continua) y para el AMERB IMQS (línea punteada).

Las anteriores estimaciones, combinadas con la serie histórica de precios actualizados con el IPC al 2011 permiten reconstruir la serie histórica de las pérdidas económicas que habrían representado las capturas ilegales de ‘loco’ de haber sido negociadas exitosamente (**Tabla 9**).

Las magnitudes de las pérdidas económicas por robo de ‘loco’ *intra*-AMERB para la Isla Mocha habrían fluctuado entre \$55.782.595 (2010) y \$120.472.471 (2006), mientras que solamente para el AMERB IMQS habrían fluctuado entre \$21.864.372 (2005) y \$42.915.598 (2006). Estas últimas representarían respectivamente entre *ca.* 32 – 68% de los ingresos brutos registrados en el mismo lapso para esta AMERB, cuyas magnitudes fluctuaron entre \$32.245.002 (2005) y \$107.432.313 (2006) (**Tabla 9**).

Tabla 9. Series históricas anuales de parámetros económicos, calculadas para las AMERB activas de Isla Mocha: promedio de precios de ‘loco’ (P_t en \$/ind.), y Valor Económico del Robo (VEC_t^i en \$). Además de series calculadas para el AMERB IMQS de: Valor Económico del Robo ($VEC_{t,IMQS}^i$ en \$), Ingreso Bruto Formal ($IB_{t,IMQS}$ en \$) y Razón Robo/Captura Formal [$(C_t^i / C_t^f)_{IMQS}$]. Todos los valores están actualizados por el IPC al 2011.

Año (t)	P_t	VEC_t^i	$VEC_{t,IMQS}^i$	$IB_{t,IMQS}$	$(C_t^i / C_t^f)_{IMQS}$
2004	770	84.719.030	42.834.584	68.379.025	0,63
2005	747	68.359.045	21.864.372	32.245.002	0,68
2006	989	120.472.471	42.915.598	107.432.313	0,40
2007	730	82.084.889	30.803.919	96.591.410	0,32
2008	534	66.672.881	23.644.898	71.712.003	0,33
2009	209	66.667.725	26.585.448	----	----
2010	511	55.782.595	29.754.417	67.418.736	0,44

5.2 Modelación bio-pesquera (objetivo específico 2)

5.2.1 Parámetros estimados para la fase histórica del modelo dinámico de abundancia

Se generó la serie histórica mensual de abundancias del stock de ‘loco’ corriendo el modelo dinámico de decaimiento exponencial (ecuación 7) alimentado con la data secundaria de las capturas formales ($C_{i[m]}^f$) (**Tabla 1**), además de valores de inicialización para la primera abundancia (enero 2004), las tasas mensuales instantáneas de mortalidad por extracción ilegal y los reclutamientos. Luego, la utilización de las series históricas tanto de abundancia de evaluaciones directas ($N_{i[m]ED}$, **Tabla 1**) como de captura ilegal (**Tabla 9**), permitió la aplicación de la herramienta SOLVER de MS Excel, a la optimización de la función de verosimilitud (ecuación 12), para la estimación de los parámetros básicos mostrados en la **Tabla 10**.

La abundancia inicial $N_{2004[1]}$ se estimó en *ca.* 1,16 millones de individuos y se compone tanto de los sobrevivientes de diciembre 2003 como de los individuos generados con el reclutamiento de 2004, el cual no puede hacerse explícito por los límites del periodo de aplicación del submodelo S-R. La serie histórica de reclutamiento (R_t), estimada para 2005 – 2010 fue altamente variable, desde un reclutamiento ínfimo de 1.000 individuos en enero 2005, hasta un gran reclutamiento de *ca.* 1,61 millones individuos en enero 2010. La serie histórica para la mortalidad por extracción ilegal F_t^i , varió desde un mínimo de 0,005 (2010) hasta un máximo de 0,017 (2009) (**Tabla 10**).

Tabla 10. Estimaciones de los parámetros históricos del modelo bio-pesquero dinámico para el stock hipotético de ‘loco’ contenido en el AMERB IMQS.

Año (<i>t</i>)	Parámetro			
	Magnitud. estimad.	Símbolo	Nombre	Unidades
2004	1.155.256	$N_{t[1]}$	Abund. Inicial	Individuos
2005	1.000	R_t	Reclutamiento anual	
2006	642.670			
2007	306.648			
2008	347.509			
2009	213.286			
2010	1.613.641			
2004	0,0077	F_t^i	Tasa instantánea mensual de mortalidad por robo	Adimensional
2005	0,0062			
2006	0,0069			
2007	0,0074			
2008	0,0082			
2009	0,0167			
2010	0,0050			

5.2.2 Evolución histórica (2004 – 2010) de la abundancia de ‘loco’ en el AMERB IMQS

Reingresando a la ecuación 7 los parámetros básicos estimados (**Tabla 10**) y las magnitudes conocidas de la captura formal (**Tabla 1**), fue posible describir la evolución de la abundancia de loco en el AMERB IMQS para el periodo histórico (2004 – 2010) (**Figura 5**).

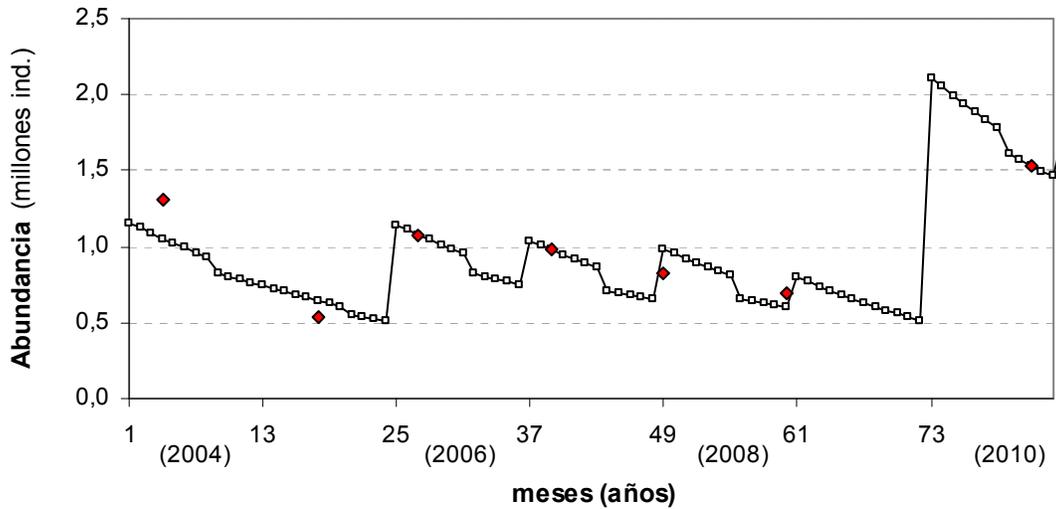


Figura 5. Trayectoria de la abundancia del stock hipotético de ‘loco’ en el AMERB IMQS descrita según el modelo dinámico mensual de decaimiento exponencial. Los cuadros vacíos corresponden a la abundancia calculada con la Ec.[7], y los puntos rojos corresponden a las abundancias observadas en las evaluaciones directas históricas.

La trayectoria de la abundancia mensual permite apreciar los decaimientos, que de acuerdo al modelo ocurrirían en la primera mitad del año como producto del efecto combinado de la mortalidad natural y la mortalidad por pesca, y en la segunda mitad del año sólo por efecto de la mortalidad natural. A mediados de año se observan pequeñas discontinuidades en el decaimiento, correspondientes a las cosechas formales que se consideraron realizadas en sólo un mes, exceptuando el año 2009 cuando no hubo cosecha formal (**Tabla 1, Figura 5**). Más notorias son las discontinuidades de incremento, entre el último mes de un año y el primero del siguiente, que corresponden a los reclutamientos estimados (**Tabla 10, Figura 5**). Se encontraron altas correlaciones entre la abundancia de evaluación directa histórica ($N_{t[m]ED}^{obs}$ en **Tabla 1**) y la abundancia calculada con el modelo ($N_{t[m]}$; ecuación 7) ($r = 0,92$; $P < 0,01$; puntos rojos y cuadros vacíos pareados en la **Figura 5**) así como entre la captura ilegal de ‘loco’ estimada con la evaluación socio-económica ($\hat{C}_{IMQS,t}^i$) y la captura ilegal calculada con el modelo ($C_{IMQS,t}^i$; ecuación 10) ($r \sim 1$; $P < 0,0001$).

5.2.3 Reclutamiento (R_t)

Las series de abundancia de reproductores y reclutamientos para el lapso de análisis, relacionadas mediante la función S-R tipo palo de hockey (ecuación 13), se presentan en la **Tabla 11**. Dicha relación, cuya forma se aprecia en la **Figura 6**, quedó descrita por los siguientes parámetros: $\alpha = 0,6957$; $S^* = 880.513$ ind.; y $\sigma_R = 0,2800$.

Tabla 11. Abundancia de reproductores y reclutamiento (ambos en número de ind.) utilizados para construir la relación S-R tipo palo de hockey, en el stock hipotético del AMERB IMQS.

Año (t)	Abund.Reprod. (S_t)	Reclutamiento (R_{t+2})
2004	791.467	----
2005	531.722	----
2006	777.170	642.670
2007	672052	306.648
2008	621.872	347.509
2009	----	213.286
2010	----	1.613.641

Los parámetros antes mencionados representan un stock de ‘loco’ cuya dinámica reproductiva tiene una relación densodependiente lineal entre la abundancia de reproductores y el subsecuente reclutamiento, hasta el momento en que se alcanza una abundancia reproductiva de 880.000 individuos cuando entonces se genera un reclutamiento máximo de 612.600 individuos (**Figura 6**).

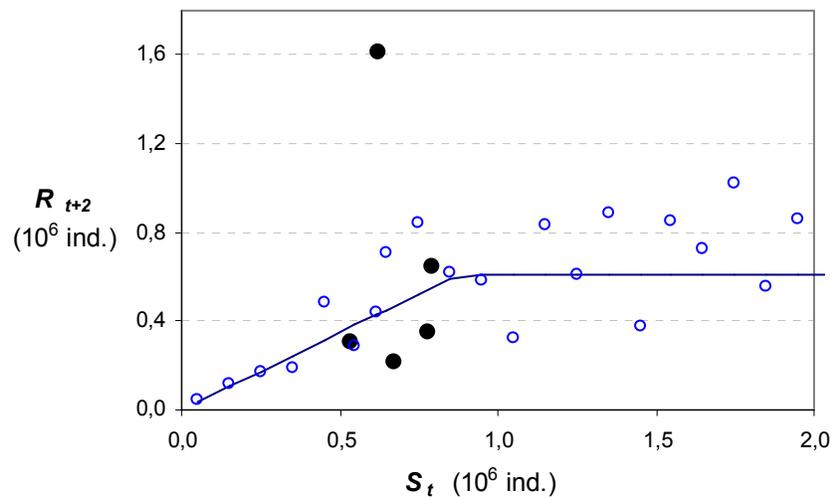


Figura 6. Relación S-R de tipo palo de hockey, construída con el reclutamiento y la abundancia de reproductores del modelo dinámico mensual, para el stock hipotético de ‘loco’ del AMERB IMQS. Los círculos llenos negros representan los 5 pares disponibles de datos de abundancia de reproductores y reclutas; los círculos vacíos representan valores simulados con los parámetros estimados.

5.2.4 Proyecciones para el lapso de simulación

A modo ilustrativo se presentan 6 de los 48 escenarios analizados, con promedios de las salidas del lapso simulación (12 años) de algunas variables anuales como: abundancia a enero, reclutamiento, captura formal y captura ilegal de ‘loco’. De los 6 escenarios seleccionados, 3 corresponden a estados del sistema AMERB que podrían ser considerados como ‘idóneo’, ‘medio’ y ‘crítico’ por

los administradores gubernamentales, *i.e.* la SUBPESCA, atendiendo al criterio de conservación del recurso (**Figura 7a – f**), mientras que los otros 3 escenarios podrían ser similarmente valorados por los usuarios del AMERB, según sus expectativas productivas (**Figura 7g – l**).

En el escenario ‘idóneo’ para la SUBPESCA (**Figura 7a y b**), donde la fiscalización es perfecta (robo nulo), los usuarios de AMERB aplican una regla de cosecha de bajo impacto sobre el recurso (regla-cosecha prudente), y la demanda del recurso alienta la extracción formal en términos de precios (precio-loco bueno). Sus salidas promedio muestran, una trayectoria creciente en la abundancia (de *ca.* 1,8 a 2,2 millones ind. en el lapso de simulación), y un reclutamiento (*ca.* 610.000 ind. desde el 2012) y captura formal (alrededor de 117.000 ind.) de trayectorias estables, todo en ausencia de captura ilegal de ‘loco’.

En el escenario ‘medio’ para la SUBPESCA (**Figura 7c y d**), en el que la fiscalización es parcial y no puede impedir que los robos de ‘loco’ ocurran con la tasa máxima observada en el lapso histórico (robo alto), los usuarios de AMERB aplican una regla de cosecha de impacto medio sobre el recurso (regla-cosecha constante), y la demanda del recurso es medianamente alentadora hacia la extracción formal (precio-loco base). Aquí las salidas promedio configuran una abundancia a enero de trayectoria decreciente, aunque con niveles aún altos (pasa de 1,8 a 1,4 millones ind. en el lapso de simulación), un reclutamiento que se mantiene estable (alrededor de *ca.* 598.000 ind.), una extracción formal constante de ‘loco’ (106.600 ind.) que puede mantenerse constante efectivamente en todo el lapso de simulación, y una captura ilegal de ‘loco’ de trayectoria levemente decreciente y convergente hacia los niveles de extracción formal (pasa de 150.000 a 118.000 ind. en el lapso de simulación).

En el escenario ‘crítico’ para la SUBPESCA (**Figura 7e y f**), en el que la fiscalización es mínima y no puede impedir que los robos de ‘loco’ dupliquen la tasa máxima observada en el lapso histórico (robo descontrolado), los usuarios de AMERB aplican una regla de cosecha de máximo impacto sobre el recurso (regla-cosecha agresiva), y la demanda del recurso es muy alentadora hacia la extracción formal producto de un alto precio. En este caso las salidas promedio muestran una abundancia a enero de trayectoria en franco declive (pasa de 1,8 a 0,34 millones ind. en el lapso de simulación), un reclutamiento también declinante (pasa de 639.000 ind. en 2012 a *ca.* 160.000 ind. en 2022), así como trayectorias de franco declive tanto para la extracción formal

(pasa de 251.000 a tan sólo 18.000 ind. en el lapso de simulación) como para la captura ilegal de ‘loco’ (pasa de 289.000 a tan sólo 78.000 ind. en el lapso de simulación).

En un escenario ‘idóneo’ para los usuarios del AMERB (**Figura 7g y h**), donde la fiscalización es perfecta (robo nulo), se aplicaría una regla de cosecha orientada a maximizar los rendimientos sobre el recurso (regla-cosecha agresiva), y la demanda del recurso promovería la extracción formal en términos de precios (precio-loco bueno). Aquí las salidas promedio muestran, una abundancia a enero de trayectoria estable (alrededor de *ca.* 1,7 millones ind. en el lapso de simulación), un reclutamiento de trayectoria estable (alrededor de 611.000 ind. desde el 2012) y una captura formal de estable (*ca.* 260.000 ind.), todo en ausencia de captura ilegal de ‘loco’.

En un escenario ‘medio’ para los usuarios del AMERB (**Figura 7i y j**), en el que la fiscalización es parcial y no puede impedir que los robos de ‘loco’ ocurran con la tasa máxima observada en el lapso histórico (robo alto), ellos aplican una regla de cosecha de impacto medio sobre el recurso (regla-cosecha constante), y la demanda del recurso incentiva de modo variable la extracción formal (precio-loco aleatorio). Las salidas promedio de este escenario configuran una abundancia a enero de trayectoria levemente decreciente, aunque con niveles aún altos (pasa de 1,8 a 1,5 millones ind. en el lapso de simulación), un reclutamiento que se mantiene estable (alrededor de *ca.* 600.000 ind.), una extracción formal de ‘loco’ de trayectoria estable aunque constituida por promedios inferiores a la meta de captura perseguida (*ca.* 75.400 ind. *vs.* 106.600 ind.), a consecuencia de la aparición de decisiones de no cosecha en el lapso de simulación, y una captura ilegal de ‘loco’ de trayectoria estable que aproximadamente duplica los niveles de extracción formal (*ca.* 165.000 ind. en el lapso de simulación).

En un escenario ‘crítico’ para los usuarios del AMERB (**Figura 7k y l**), donde a pesar de a ocurrencia una fiscalización mínima y robos de ‘loco’ que duplican la tasa máxima observada en el lapso histórico (robo descontrolado), los usuarios de AMERB aplican una regla de cosecha de mínimo impacto sobre el recurso (regla-cosecha prudente), y la demanda del recurso desincentiva la extracción formal (precio-loco malo). Aquí las salidas promedio mostraron una abundancia con trayectoria en declive (pasa de 1,83 a 0,97 millones ind. en el lapso de simulación), un reclutamiento levemente declinante (pasa de 639.000 en 2012 a *ca.* 438.000 ind. en 2022), así como una trayectoria de colapso para la extracción formal (pasa de 93.400 a tan sólo 4.800 ind. en

el lapso de simulación), y una trayectoria de leve declive aunque en altos niveles, para la captura ilegal de 'loco' (pasa de 311.000 en 2013 a *ca.* 255.000 en 2022).

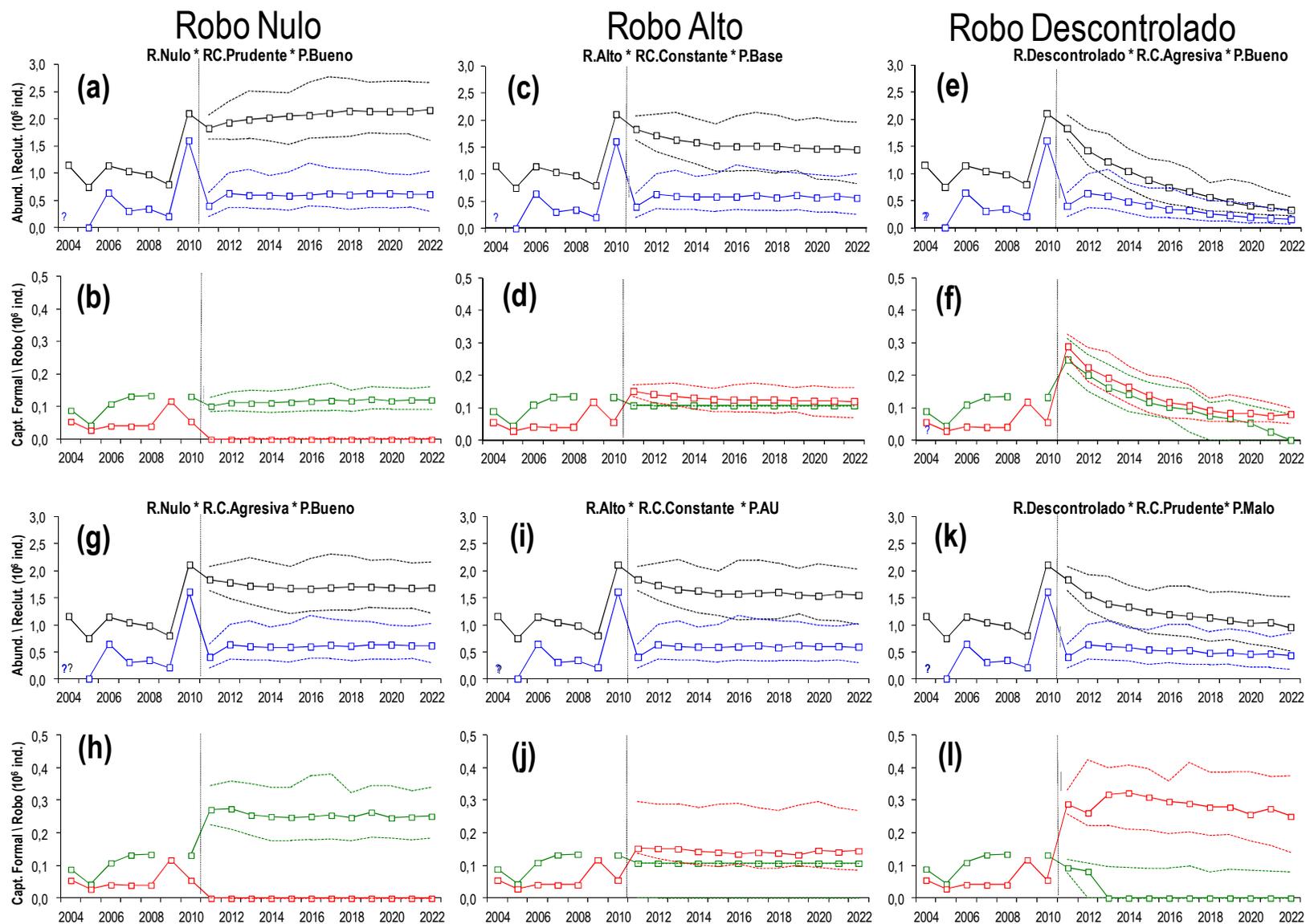


Figura 7. Proyecciones con las medianas de las salidas del modelo en 6 escenarios (100 iteraciones en cada escenario) para las variables anuales: Abundancia (cuadros negros), Reclutamiento (cuadros azules), Captura Formal (cuadros verdes) y Captura ilegal de 'loco' (cuadros rojos). Las líneas punteadas alrededor de las proyecciones representan los percentiles 2,5 y 97,5. Las líneas verticales indican el inicio del lapso de simulación.

5.3 Evaluación de impactos de la captura ilegal de loco mediante el análisis de las salidas del modelo bioeconómico (objetivo específico 3)

Para el caso base del reclutamiento S-R tipo palo de hockey en un periodo con variabilidad oceanográfica interanual moderada (SR.palo de hockey - ENSO moderado), los análisis de los 48 escenarios (4.800 salidas de simulación) son presentados a continuación por cada uno de los 4 indicadores evaluados.

5.3.1 Captura Formal Promedio [C_{prom}^f]

El ANOVA comprende los 3 factores (Robo, Regla-Cosecha y Precio-Loco) evaluados independientemente y sus interacciones, todos los cuales produjeron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,0001$), con muy diferentes grados de explicación de la varianza total (**Tabla 12**). El factor Regla-Cosecha explicó *ca.* 58% de la varianza total en los promedios de captura formal de 'loco', seguido del factor Robo (*ca.* 21%), y la interacción Robo*Regla-Cosecha (*ca.* 12%); mientras que el factor Precio-Loco y las interacciones Robo*Precio-Loco, Regla-Cosecha*Precio-Loco y Robo*Regla-Cosecha*Precio-Loco, explicaron muy poco de la varianza total de los promedios de captura formal de 'loco' (< 2% en cada caso) (**Tabla 12**).

La comparación múltiple de Tukey efectuada con el factor Regla-Cosecha individualizado, mostró diferencias significativas entre los promedios de las salidas resultantes de aplicar cada una de las 3 condiciones, observándose la mejor captura formal promedio asociada a la RC.Agresiva con *ca.* 190.000 ind. (78% por sobre la captura formal promedio observada para el periodo histórico *i.e.* 106.600 ind.), seguida por la captura formal promedio asociada a la RC.Constante, que al incorporar años sin captura por decisiones de no cosecha, no puede mantener el promedio constante objetivo, resultando en *ca.* 97.000 ind. (91% de la captura formal promedio observada para el periodo histórico); y en último término la captura formal promedio asociada a la RC.Prudente, o sea la más precautoria desde el punto de vista de conservación del recurso, con *ca.* 78.000 ind., (74% de la captura formal promedio histórica de 106.600 ind. de 'loco') (**Tabla 13**).

La comparación múltiple de Tukey efectuada con el factor Robo individualizado, muestra diferencias significativas entre los promedios de las salidas resultantes de aplicar cada una de las 4 condiciones, con resultados previsibles, como el de una mejor captura formal promedio asociada a una condición de R.Nulo con *ca.* 156.000 ind. (46% por sobre la captura formal promedio observada para el periodo histórico), seguida por la captura formal promedio asociada al

R.Controlado con *ca.* 137.000 ind. (29% por sobre la captura formal promedio observada para el periodo histórico); la captura formal promedio asociada al R.Alto con *ca.* 117.000 ind. (10% por sobre la captura formal promedio observada para el periodo histórico); y por último la captura formal promedio asociada a la situación de R.Descontrolado, con *ca.* 76.000 ind., (72% de la captura formal promedio observada para el periodo histórico) (**Tabla 13**).

La comparación múltiple de Tukey efectuada con la interacción Robo*Regla-Cosecha, muestra diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en los promedios de sólo 8 de las 12 combinaciones resultantes (4 niveles de robo por 3 reglas de cosecha), sin poder detectar diferencias significativas entre los promedios de captura asociados a las combinaciones R.Descontrolado*RC.Constante y R.Controlado*RC.Prudente con *ca.* 92.000 ind. en ambos casos (86% de la captura formal promedio histórica), ni entre los promedios de captura asociados a las combinaciones R.Alto*RC.Constante, R.Controlado*RC.Constante, R.Nulo*RC.Constante, y R.Descontrolado*RC.Agresiva con *ca.* 100.000 ind. (*ca.* 94% de la captura formal promedio histórica) (**Tabla 13**). Como era previsible, las mejores capturas para los usuarios del AMERB IMQS se obtendrían con la combinación R.Nulo*RC.Agresiva con *ca.* 258.000 ind. (*ca.* 8% por sobre la CTP autorizada máxima de 240.000 ind.), seguida de las combinaciones R.Controlado*RC.Agresiva con 220.000 ind. (92% de la CTP autorizada máxima), R.Alto*RC.Agresiva con 178.000 ind. (74% de la CTP autorizada máxima), y R.Nulo*RC.Prudente con 111.000 ind. (4% por sobre la captura formal promedio histórica) (**Tabla 13**). Finalmente las capturas más bajas para los usuarios del AMERB IMQS, se obtendrían con las combinaciones R.Alto*RC.Prudente con 75.000 ind. (71% de la captura formal promedio histórica) y R.Descontrolado*RC.Prudente con apenas *ca.* 35.000 ind. (**Tabla 13**).

Los estadígrafos de distribución de las salidas de captura formal promedio se presentan en los Boxplots solamente para la interacción Robo*Regla-Cosecha (12 diferentes combinaciones, **Tabla 13**), dado el escaso poder explicativo tanto del factor Precio-Loco, como de las interacciones Regla-Cosecha*Precio-Loco, y Robo*Regla-Cosecha*Precio-Loco, revelado en el ANOVA (**Tabla 12**). Los Boxplots muestran que las mejores capturas se obtendrían con la aplicación de una Regla-Cosecha Agresiva en todos los escenarios de robo; mientras que en los escenarios con robo efectivo, las peores capturas se obtienen con la aplicación de una Regla-Cosecha Prudente (**Figura 8a – d**).

Tabla 12. ANOVA (SC Tipo III), para las salidas de los indicadores Captura Formal, Razón Robo/Captura, Probabilidad de Colapso y Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (VPBNE), obtenidas con el sub-modelo SR.palo de hockey – ENSO moderado. N: muestra de data, R²: coeficiente de determinación, R²Aj: coeficiente de determinación ajustado, CV: coeficiente de variación, F.V.: fuentes de variación, SC: suma de cuadrados, gl: grados de libertad, CM: cuadrado medio, F: estadístico Fisher-Snedecor calculado, % Expl: porcentaje explicativo de la variabilidad total.

Indicdr. (Varbl.)	N	R ²	R ² Aj	CV	F.V.	SC	gl	CM	F	% Expl	p-valor
Captura Formal	4800	0,94	0,94	12,51	Modelo	1,85E+13	47	3,94E+11	1698,4	94,4	<0,0001
					R.Cosch	1,14E+13	2	5,68E+12	24503,6	57,9	<0,0001
					Robo	4,2E+12	3	1,4E+12	6030,8	21,4	<0,0001
					Robo*R.Cosch	2,45E+12	6	4,09E+11	1761,1	12,5	<0,0001
					P.Loco	3,52E+11	3	1,17E+11	505,1	1,8	<0,0001
					R.Cosch*P.Loco	1,09E+11	6	1,82E+10	78,3	0,6	<0,0001
					Robo*R.Cosch*P.Loco	2,14E+10	18	1,19E+09	5,1	0,1	<0,0001
					Robo*P.Loco	1,86E+10	9	2,07E+09	8,9	0,1	<0,0001
					Error	1,1E+12	4752	2,32E+08		5,6	
					Total	1,96E+13	4799			100,0	
Razón Robo/Captura	4799	0,70	0,70	117,99	Modelo.	4,40E+04	47	9,37E+02	235,4	70,0	<0,0001
					Robo	1,50E+04	3	5,00E+03	1257,2	23,8	<0,0001
					Robo*R.Cosch	1,34E+04	6	2,24E+03	562,9	21,4	<0,0001
					R.Cosch	7,12E+03	2	3,56E+03	894,3	11,3	<0,0001
					Robo*R.Cosch*P.Loco	3,29E+03	18	1,83E+02	45,9	5,2	<0,0001
					Robo*P.Loco	2,22E+03	9	2,46E+02	61,9	3,5	<0,0001
					R.Cosch*P.Loco	1,62E+03	6	2,70E+02	67,7	2,6	<0,0001
					P.Loco	1,48E+03	3	4,93E+02	123,8	2,3	<0,0001
					Error	1,89E+04	4751	3,98E+00		30,0	
					Total	6,29E+04	4798			100,0	
P-Colapso	4800	0,79	0,78	89,94	Modelo.	167,23	47	3,56	372,1	78,6	<0,0001
					Robo	126,88	3	42,29	4422,8	59,7	<0,0001
					Robo*R.Cosch	23,78	6	3,96	414,5	11,2	<0,0001
					R.Cosch	15,26	2	7,63	797,6	7,2	<0,0001
					Robo*P.Loco	0,51	9	0,06	6,0	0,2	<0,0001
					Robo*R.Cosch*P.Loco	0,39	18	0,02	2,3	0,2	0,0016
					P.Loco	0,30	3	0,10	10,5	0,1	<0,0001
					R.Cosch*P.Loco	0,11	6	0,02	1,9	0,1	0,0812
					Error	45,44	4752	0,01		21,4	
					Total	212,67	4799			100,0	
VPBNE	4800	0,95	0,95	21,61	Modelo.	3,09E+06	47	6,57E+04	1937,2	95,0	<0,0001
					R.Cosch	1,80E+06	2	9,01E+05	26568,8	55,5	<0,0001
					P.Loco	4,67E+05	3	1,56E+05	4593,0	14,4	<0,0001
					Robo	4,61E+05	3	1,54E+05	4527,8	14,2	<0,0001
					Robo*R.Cosch	2,85E+05	6	4,75E+04	1400,4	8,8	<0,0001
					R.Cosch*P.Loco	4,88E+04	6	8,13E+03	239,5	1,5	<0,0001
					Robo*P.Loco	1,46E+04	9	1,62E+03	47,8	0,4	<0,0001
					Robo*R.Cosch*P.Loco	9,38E+03	18	5,21E+02	15,4	0,3	<0,0001
					Error	1,61E+05	4752	3,39E+01		5,0	
					Total	3,25E+06	4799			100,0	

Tabla 13. Pruebas múltiples de Tukey ($\alpha = 0,05$) para las salidas de los indicadores Captura Formal y Razón Robo/Captura, obtenidas con el sub-modelo SR.palo de hockey - ENSO moderado. DMS: diferencia mínima significativa; gl: grados de libertad; en las Comparaciones, medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Indicdr. (Varbl.)	DMS	Error	gl	Factor	Factor-nivel	Medias	n	Comparaciones
Captura formal Promedio	1263,97	2,32E+08	4752	Regla Cosch	RC.Prudnt	78349	1600	A
					RC.Constnt	97086	1600	B
					RC.Agresv	189674	1600	C
	1600,13	2,32E+08	4752	Robo	R.Descntrld	76233	1200	A
					R.Alto	117480	1200	B
					R.Contrld	137126	1200	C
					R.Nulo	155973	1200	D
	3528,07	2,32E+08	4752	Robo*ReglaCosch	R.Descntrld*RC.Prudnt	34640	400	A
					R.Alto*RC.Prudnt	75484	400	B
					R.Descntrld*RC.Constnt	91930	400	C
					R.Contrld*RC.Prudnt	92095	400	C
					R.Alto*RC.Constnt	98768	400	D
					R.Contrld*RC.Constnt	98812	400	D
					R.Nulo*RC.Constnt	98834	400	D
					R.Descntrld*RC.Agresv	102128	400	D
					R.Nulo*RC.Prudnt	111176	400	E
					R.Alto*RC.Agresv	178189	400	F
					R.Contrld*RC.Agresv	220469	400	G
	R.Nulo*RC.Agresv	257909	400	H				
Razón Robo/Captura	0,20958	3,9789	4751	Robo	R.Nulo	0,00	1200	A
					R.Contrld	0,71	1200	B
					R.Alto	1,44	1200	C
					R.Descntrld	4,63	1199	D
	0,46209	3,9789	4751	Robo*ReglaCosch	R.Nulo*RC.Constnt	0,00	400	A
					R.Nulo*RC.Prudnt	0,00	400	A
					R.Nulo*RC.Agresv	0,00	400	A
					R.Contrld*RC.Agresv	0,29	400	A B
					R.Alto*RC.Agresv	0,60	400	B C
					R.Contrld*RC.Constnt	0,88	400	C
					R.Contrld*RC.Prudnt	0,95	400	C
					R.Alto*RC.Constnt	1,49	400	D
					R.Descntrld*RC.Agresv	1,52	400	D
					R.Descntrld*RC.Constnt	1,98	400	E
					R.Alto*RC.Prudnt	2,23	400	E
	R.Descntrld*RC.Prudnt	10,38	399	F				
	0,16555	3,9789	4751	Regla Cosch	RC.Agresv	0,60	1600	A
					RC.Constnt	1,09	1600	B
					RC.Prudnt	3,39	1599	C

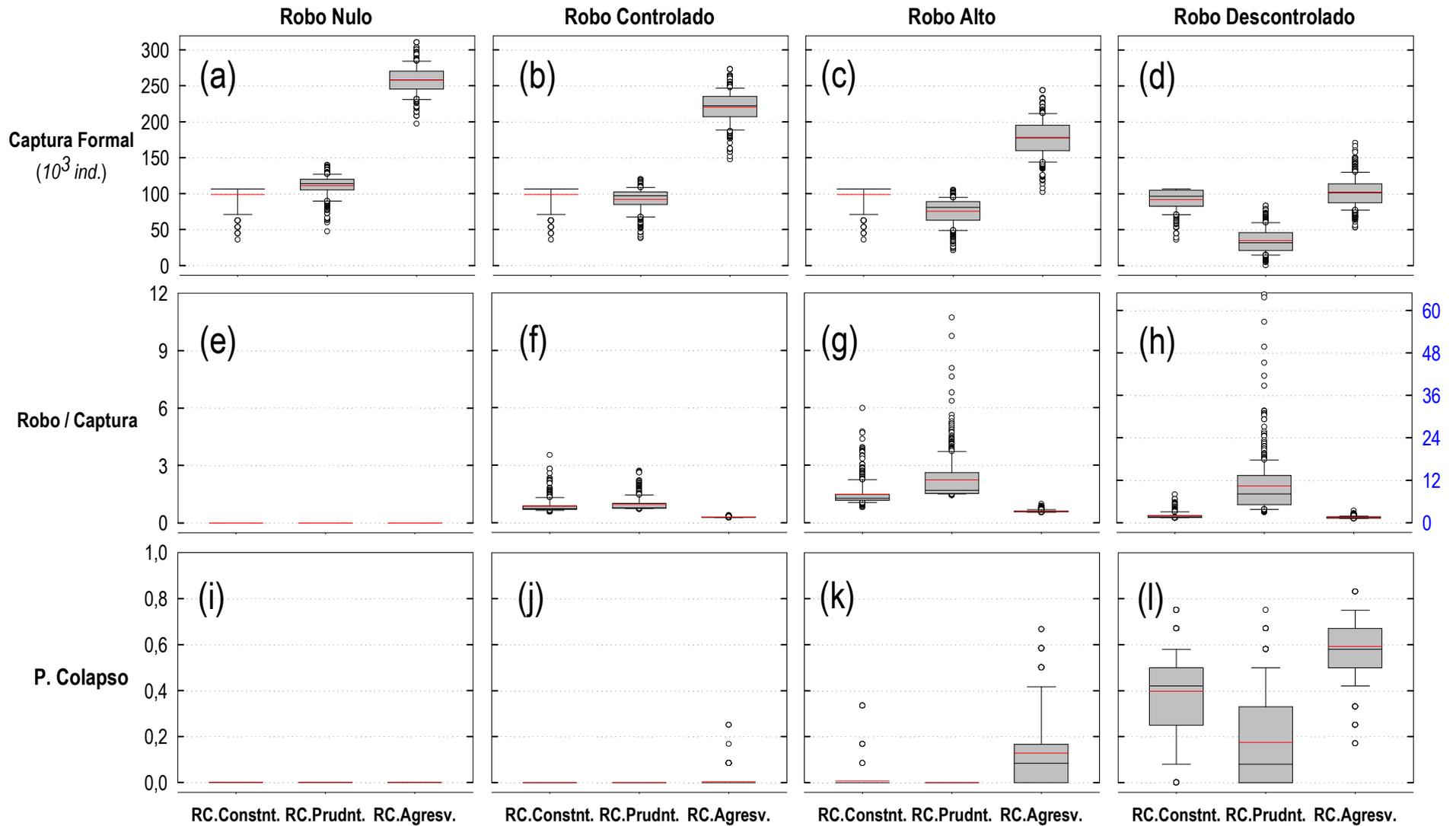


Figura 8. Boxplots para las salidas de los indicadores: Captura Formal Promedio (a - d), Razón Robo Total / Captura Formal Total (e - h), y Probabilidad de colapso (i - l), en cada combinación de la interacción Robo*Regla-Cosecha. Las líneas horizontales internas a las cajas representan la mediana (línea negra) y la media (línea roja).

5.3.2 Razón Robo Acumulado vs. Captura Formal Acumulada [$\Sigma C' / \Sigma C'$]

Como con el indicador anterior, el ANOVA desarrollado con los 3 factores investigados (Robo, Regla-Cosecha y Precio-Loco) individualmente y en interacciones, mostró en todos los casos diferencias altamente significativas ($p \leq 0,0001$), con diferentes grados de explicación de la varianza total (**Tabla 12**). El factor Robo explicó *ca.* 24% de la varianza total en los promedios de la razón robo/captura, seguido de la interacción Robo*Regla-Cosecha (*ca.* 21%), el factor Regla-Cosecha (*ca.* 11%) y la interacción Robo*Regla-Cosecha*Precio-Loco (*ca.* 5%); teniendo el factor Precio-Loco, y las interacciones Robo*Precio-Loco y Regla-Cosecha*Precio-Loco, un grado explicativo muy reducido de la varianza total de la razón robo/captura ($< 5\%$ en cada caso) (**Tabla 12**).

La comparación múltiple de Tukey realizada con el factor Robo individualizado muestra diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los promedios de las salidas resultantes para cada uno de los 4 escenarios de robo, encontrándose previsiblemente razones crecientes al pasar del escenario de R.Nulo o fiscalización idónea (con 0,0), al de R.Controlado (con 0,7 *i.e.* un robo acumulado equivalente al 70% de las capturas formales logradas), al de R. Alto con 1,4 (*i.e.* un robo acumulado que sobrepasaría en 40% a las capturas formales obtenidas) y finalmente al de R.Descontrolado con una razón notablemente elevada de 4,6 (*i.e.* un robo acumulado que sobrepasaría en 360% a las capturas formales obtenidas) (**Tabla 13**).

La comparación múltiple de Tukey efectuada con la interacción Robo*Regla-Cosecha, muestra diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en los promedios de sólo 6 de las 12 combinaciones resultantes, sin poder detectar diferencias significativas entre los promedios de las razones robo/captura asociadas a las combinaciones del R.Nulo con las 3 condiciones de Regla-Cosecha (todas con promedio 0 naturalmente), ni entre las combinaciones R.Controlado*R.C.Agresiva y R.Alto*R.C.Agresiva (con *ca.* 0,3 y 0,6 respectivamente, *i.e.* robo acumulado equivalente a 30 y 60% de la captura formal realizada), ni entre las combinaciones del R.Controlado con la R.C.Constante y la R.C.Prudente (con *ca.* 0,9 y 1,0 respectivamente, *i.e.* robo acumulado equivalente a 90 y 100% de la captura formal realizada), ni entre las combinaciones R.Alto*R.C.Constante y R.Descontrolado*R.C.Agresiva (con *ca.* 1,5 en ambos casos, *i.e.* robo acumulado que excede en 50% a la captura formal realizada), ni entre las combinaciones R.Descontrolado*R.C.Constante y R.Alto*R.C.Prudente (con *ca.* 2,0 en ambos casos, *i.e.* robo acumulado que excede en 100% a la captura formal realizada) (**Tabla 13**). En esta comparación el

peor escenario para los usuarios del AMERB IMQS resulta de la combinación R.Descontrolado*R.C.Prudente con una razón robo/captura notablemente elevada de *ca.* 10,4 (*i.e.* robo acumulado que excedería en 940% a la captura formal realizada) (**Tabla 13**)

La comparación múltiple de Tukey realizada con el factor Regla-Cosecha individualizado, mostró diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en todos los promedios de las salidas obtenidas con la aplicación de cada una de las 3 condiciones, observándose un previsible orden creciente en las razones robo/captura, con la más baja de ellas asociada a la RC.Agresiva con 0,6 (*i.e.* un robo acumulado equivalente al 60% a las capturas formales obtenidas), seguida de la RC.Constante con *ca.* 1,1 (*i.e.* un robo acumulado que sobrepasaría en 10% a las capturas formales obtenidas) y seguida por último por la RC.Prudente con *ca.* 3,4 (*i.e.* un robo acumulado que sobrepasaría en 240% a las capturas formales obtenidas) (**Tabla 13**).

Como con el indicador anterior, los estadígrafos de distribución de las salidas del indicador razón robo/captura se presentan en los Boxplots solamente para las 12 diferentes combinaciones de la interacción Robo*Regla-Cosecha (**Figura 8e - h**), dado el escaso poder explicativo tanto del factor Precio-Loco, como de las interacciones Robo*Precio-Loco, Regla-Cosecha*Precio-Loco, y Robo*Regla-Cosecha*Precio-Loco, revelado en el ANOVA (**Tabla 12**). Los Boxplots muestran que las situaciones más benignas corresponden a las combinaciones vinculadas al escenario de R.Nulo naturalmente, con razones robo/captura promedio de 0 en todos los casos, y a las combinaciones vinculadas al escenario de R.Controlado con razones robo/captura promedio entre 0,3 y 0,8; observándose promedios atípicos algunos por sobre 3 (**Figura 8e - h**). Las peores situaciones se darían con las combinaciones vinculadas al escenario R.Descontrolado con promedios de razón robo/captura entre 1,5 a 8,2, y valores atípicos tan altos como 65 (resultantes de escenarios en los que el total de capturas formales es ínfimo, a consecuencia de la ocurrencia de consecutivas decisiones de no cosecha, aunada a las más alta tasa hipotética de captura ilegal)

5.3.3 Probabilidad de encontrar abundancias de Evaluaciones Directas simuladas menores al 75% de su promedio histórico (*Probabilidad de Colapso*)

A diferencia de los indicadores previamente tratados, el ANOVA no mostró diferencias significativas en los promedios de este indicador asociados con la interacción de factores Regla-Cosecha*Precio-Loco, pero sí mostró diferencias al menos significativas ($p \leq 0,05$) entre aquellos

promedios asociados a los 3 factores individuales (Robo, Regla-Cosecha y Precio-Loco), a las interacciones Robo*Regla-Cosecha, Robo*Precio-Loco, y Robo*Regla-Cosecha*Precio-Loco; todos ellos con diferentes grados explicativos de la varianza total (**Tabla 12**). Para este indicador el factor Robo resulta ser el más explicativo con *ca.* 60% de la varianza total, seguido de la interacción Robo*Regla-Cosecha (*ca.* 11%), y el factor Regla-Cosecha (*ca.* 7%); mientras que el factor Precio-Loco, y las interacciones Robo*Precio-Loco y Robo*Regla-Cosecha*Precio-Loco, explicaron muy poco de la varianza total de los promedios de probabilidad de colapso ($< 1\%$ en cada caso) (**Tabla 12**).

La comparación múltiple de Tukey realizada con el factor Robo individualizado muestra diferencias significativas entre los promedios de las salidas resultantes para 3 de los 4 escenarios de robo, sin que pueda detectar diferencias significativas en los promedios de probabilidad de colapso asociados a los escenarios de R.Nulo y R.Controlado, ambos con probabilidad 0 (**Tabla 14**). El escenario de R.Alto presenta una reducida probabilidad de colapso (0,04), mientras que el escenario de R.Descontrolado resulta en una magnitud que sobrepasa el criterio de alarma propuesto ($P > 0,33$) con una probabilidad de 0,39 (**Tabla 14**).

La comparación múltiple de Tukey efectuada con la interacción Robo*Regla-Cosecha, muestra diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en los promedios de sólo 5 de las 12 combinaciones resultantes (4 niveles de robo por 3 reglas de cosecha), sin poder detectar diferencias significativas entre los promedios de probabilidad de colapso asociados a las combinaciones resultantes de la interacción de los escenarios de R.Nulo y R.Controlado, con cada una de las 3 condiciones de Regla-Cosecha, además de las combinaciones R.Alto*RC.Prudente y R.Alto*RC.Constante; todos ellos con promedios de probabilidad entre 0 y 0,01 (**Tabla 14**). El resto de combinaciones muestra diferencias significativas en sus promedios de probabilidad de colapso, los que van incrementándose notablemente al pasar de la combinación R.Alto*R.C.Agresiva (0,13), a las interacciones resultantes de combinar el escenario de R.Descontrolado con cada una de las 3 condiciones de Regla-Cosecha *i.e.* con R.C.Prudente (0,18), R.C.Constante (0,40) y R.C.Agresiva (0,59) (**Tabla 14**). Entonces las combinaciones R.Descontrolado*RC.Constante y R.Descontrolado*RC.Agresiva se constituirían en los peores escenarios para la conservación del stock de 'loco' en explotación, dado que sus probabilidades de colapso sobrepasan largamente el criterio precautorio propuesto ($P > 0,33$) (**Tabla 14**).

La comparación múltiple de Tukey efectuada con el factor Regla-Cosecha individualizado, muestra diferencias significativas entre los promedios de las salidas resultantes de aplicar cada una de las 3 condiciones, sin que en algún caso se rebase el criterio de alerta propuesto ($P > 0,33$), observándose la menor probabilidad de colapso asociada a una R.C.Prudente (0,04), seguida de la probabilidad asociada a la R.C.Constante (0,10) y de la probabilidad asociada a la R.C.Agresiva (0,18) (**Tabla 14**).

Como con los indicadores anteriores, los estadígrafos de distribución de las salidas de probabilidad de colapso se presentan en los Boxplots solamente para las 12 diferentes combinaciones de la interacción Robo*Regla-Cosecha (**Figura 8i - I**), dado el escaso poder explicativo tanto del factor Precio-Loco, como de las interacciones Robo*Precio-Loco, y Robo*Regla-Cosecha*Precio-Loco, revelado en el ANOVA (**Tabla 12**). Los Boxplots muestran que con este indicador las situaciones más benignas corresponden a todas las interacciones resultantes en los escenarios de R.Nulo, R.Controlado y R.Alto inclusive (el promedio de probabilidad de la combinación R.Alto*R.C.Agresiva no sobrepasa el criterio propuesto de $P > 0,33$); mientras que las peores situaciones corresponden a las combinaciones R.Descontrolado*R.C.Constante y R.Descontrolado*R.C.Agresiva (probabilidades medias de 0,40 y 0,59 respectivamente que sobrepasan ampliamente el criterio precautorio propuesto) (**Figura 8i - I**).

5.3.4 Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (*VPBNE*)

Como en los casos anteriores, el ANOVA comprende los 3 factores evaluados independientemente (Robo, Regla-Cosecha y Precio-Loco) y sus interacciones, todos los cuales produjeron diferencias altamente significativas ($p \leq 0,0001$), con diferentes grados de explicación de la varianza total (**Tabla 12**). El factor Regla-Cosecha explicó *ca.* 56% de la varianza total en los promedios de *VPBNE*, seguido de los factores individuales Precio-Loco y Robo (*ca.* 14% para ambos), y la interacción Robo*Regla-Cosecha (*ca.* 9%); mientras que las interacciones Robo*Precio-Loco, Regla-Cosecha*Precio-Loco y Robo*Regla-Cosecha*Precio-Loco, explican muy poco de la varianza total de los promedios de captura formal de 'loco' ($< 2\%$ en cada caso) (**Tabla 12**).

La comparación múltiple de Tukey efectuada con el factor Regla-Cosecha individualizado, muestra diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los promedios de las salidas resultantes de aplicar cada una de las 3 condiciones, observándose el menor promedio de *VPBNE* asociado a la

aplicación de una R.C.Prudente (ca. \$10,4 millones), seguido del *VPBNE* promedio asociado a una R.C.Constante (ca. \$16,3 millones) y del *VPBNE* promedio asociado a una R.C.Agresiva (ca. \$54,1 millones) (**Tabla 14**).

La comparación múltiple de Tukey efectuada con el factor Precio-Loco individualizado, muestra diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los promedios de las salidas resultantes de las 4 condiciones planteadas, encontrándose que el peor *VPBNE* promedio corresponde al escenario más realista *i.e.* el de p.AU ó precio de loco variable aleatoriamente, con ca. \$17 millones, seguido de los promedio resultantes de los escenarios de precio constante *i.e.* p.Malo (ca. \$18,8 millones), p.Base (\$30,3 millones) y p.Bueno (\$41,6 millones) (**Tabla 14**).

La comparación múltiple de Tukey realizada con el factor Robo individualizado muestra diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los promedios de las salidas resultantes de los 4 escenarios de robo, en un previsible orden creciente, donde los promedios de *VPBNE* van mejorando desde el escenario de R.Descontrolado con ca. \$12,1 millones, a través de los escenarios R.Alto (ca. \$25,2 millones), R:Controlado (ca. \$31,9 millones), hasta el escenario idóneo *i.e.* el de R.Nulo con ca. \$38,6 millones (**Tabla 14**).

La comparación múltiple de Tukey efectuada con la interacción Robo*Regla-Cosecha, muestra diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en los promedios de 9 de las 12 combinaciones resultantes, sin poder detectar diferencias significativas entre los promedios de *VPBNE* asociados a las interacciones R.Controlado*RC.Prudente y R.Descontrolado*RC.Constante (ambos con ca. \$14,5 millones), ni entre los promedios asociados a las interacciones de los escenarios R.Alto, R.Controlado y R.Nulo combinados con una R.C.Constante (con montos de *VPBNE* promedio de \$16,9 a \$17,0 millones) (**Tabla 14**). El resto de combinaciones muestra diferencias significativas en sus *VPBNE* promedio, siendo notable que la peor situación, correspondiente a la interacción R.Descontrolado*RC.Prudente, conlleva a una pérdida económica (\$-2,9 millones); mientras que los mejores promedios de *VPBNE* diferenciables significativamente, se observan desde la interacción R.Nulo*RC.Prudente (ca. \$21 millones), pasando por la interacción de cada uno de los 4 niveles de robo ordenados decrecientemente (*i.e.* de R.Descontrolado a R.Nulo) con la R.C.Agresiva, con promedios de *VPBNE* crecientes desde los \$24,7 millones hasta los \$77,9 millones (**Tabla 14**).

A pesar del escaso poder explicativo de la interacción Robo*Regla-Cosecha*Precio-loco ($< 1\%$) en el ANOVA (**Tabla 12**), dado que el *VPBNE* es el único indicador de naturaleza esencialmente económica, consideramos ilustrativo presentar en Boxplots los estadígrafos de distribución de sus salidas para las 48 diferentes combinaciones resultantes *i.e.* discriminando los efectos del factor Precio-loco (**Figura 9**). Los Boxplots muestran que los mejores promedios de *VPBNE* se obtendrían de combinar una RC.Agresiva con todos los escenarios de robo diferentes a R.Descontrolado y con todas las condiciones de Precio-loco, siendo la combinación R.Nulo*RC.Agresiva*P.Bueno la mejor, con un *VPBNE* promedio de *ca.* \$105,8 millones (**Figura 9i - l**). Promedios negativos de *VPBNE*, es decir aquellos indicativos de insustentabilidad económica del sistema AMERB en el marco de modelación planteado, resultan de aplicar una RC.Prudente en un escenario de R.Descontrolado con todas las condiciones de precio diferentes a P.Bueno, siendo las combinaciones R.Descontrolado*RC.Prudente*P.AU y R.Descontrolado*RC.Prudente*P.Malo, las peores para los usuarios del AMERB IMQS, con promedios de *VPBNE* negativos (*ca.* -\$6,5 y -\$8,4 millones respectivamente) (**Figura 9e - h**).

Tabla 14. Pruebas múltiples de Tukey ($\alpha = 0,05$) para las salidas de los indicadores Probabilidad de Colapso y Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (VPBNE), obtenidas con el sub-modelo SR.palo de hockey - ENSO moderado. DMS: diferencia mínima significativa; gl: grados de libertad; en las Comparaciones, medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Indicdr. (Varbl.)	DMS	Error	gl	Factor	Factor-nivel	Medias	n	Comparaciones
ProbabilidaddeColapso	0,0103	0,0096	4752	Robo	R.Nulo	0,000	1200	A
					R.Contrld	0,002	1200	A
					R.Alto	0,040	1200	B
					R.Descntrld	0,390	1200	C
	0,0227	0,0096	4752	Robo*ReglaCosch	R.Nulo*RC.Agresv	0,000	400	A
					R.Alto*RC.Prudnt	0,000	400	A
					R.Nulo*RC.Prudnt	0,000	400	A
					R.Nulo*RC.Constnt	0,000	400	A
					R.Contrld*RC.Prudnt	0,000	400	A
					R.Contrld*RC.Constnt	0,000	400	A
					R.Contrld*RC.Agresv	0,005	400	A
					R.Alto*RC.Constnt	0,010	400	A
					R.Alto*RC.Agresv	0,130	400	B
					R.Descntrld*RC.Prudnt	0,180	400	C
					R.Descntrld*RC.Constnt	0,400	400	D
					R.Descntrld*RC.Agresv	0,590	400	E
0,0081	0,0096	4752	ReglaCosch	RC.Prudnt	0,040	1600	A	
				RC.Constnt	0,100	1600	B	
				RC.Agresv	0,180	1600	C	
VPBNE	0,4834	33,93	4752	ReglaCosch	RC.Prudnt	10,39	1600	A
					RC.Constnt	16,32	1600	B
					RC.Agresv	54,14	1600	C
	0,6119	33,93	4752	PrecioLoco	P.AU	17,05	1200	A
					P.Malo	18,85	1200	B
					P.Base	30,30	1200	C
					P.Bueno	41,60	1200	D
	0,6119	33,93	4752	Robo	R.Descntrld	12,11	1200	A
					R.Alto	25,18	1200	B
					R.Contrld	31,88	1200	C
					R.Nulo	38,63	1200	D
	1,3492	33,93	4752	Robo*ReglaCosch	R.Descntrld*RC.Prudnt	-2,90	400	A
R.Alto*RC.Prudnt					9,01	400	B	
R.Contrld*RC.Prudnt					14,45	400	C	
R.Descntrld*RC.Constnt					14,51	400	C	
R.Alto*RC.Constnt					16,87	400	D	
R.Contrld*RC.Constnt					16,93	400	D	
R.Nulo*RC.Constnt					16,98	400	D	
R.Nulo*RC.Prudnt					20,99	400	E	
R.Descntrld*RC.Agresv					24,72	400	F	
R.Alto*RC.Agresv					49,67	400	G	
R.Contrld*RC.Agresv					64,25	400	H	
R.Nulo*RC.Agresv	77,92	400	I					

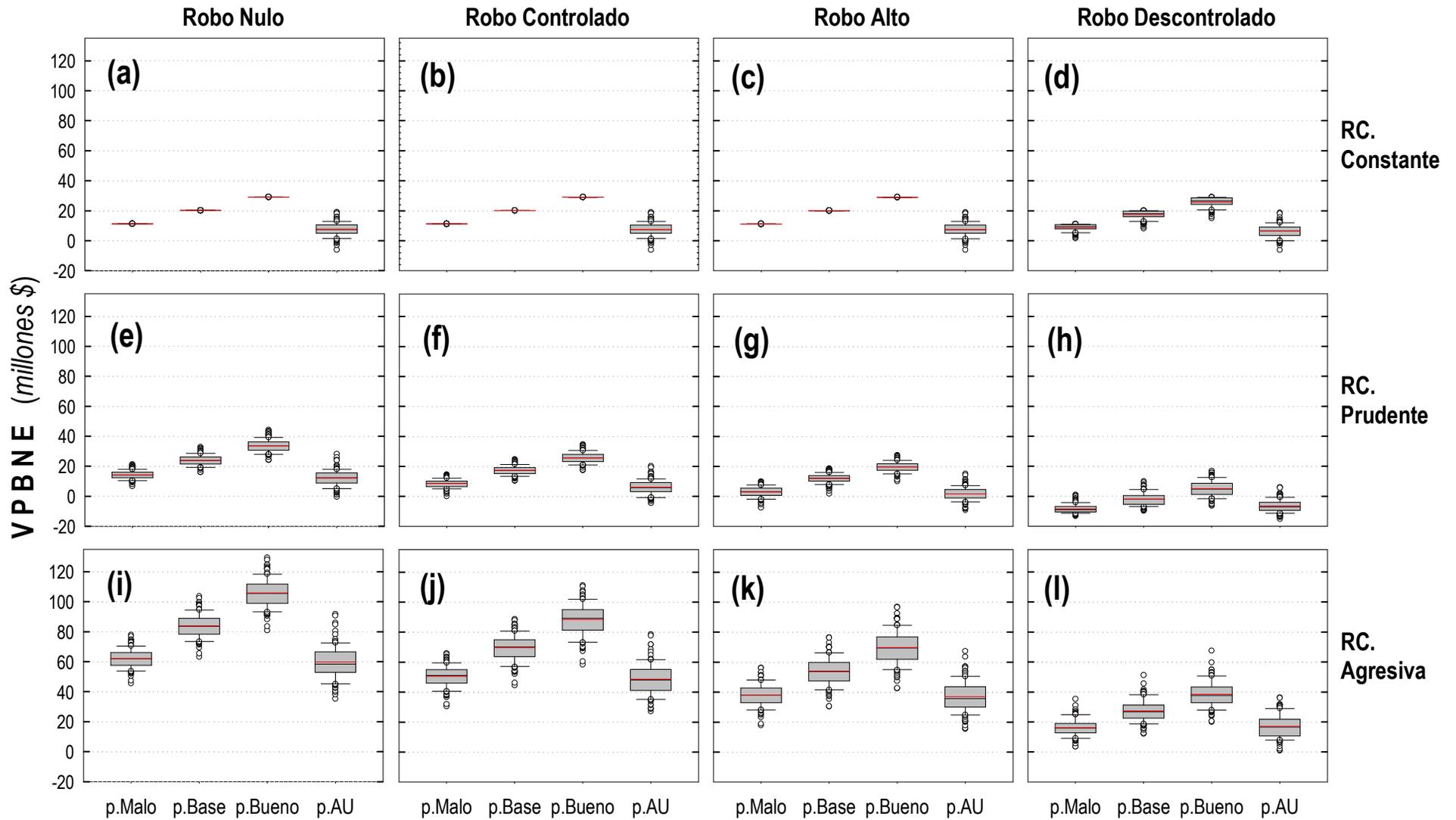


Figura 9. Boxplots para el Indicador Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (*VPBNE* en millones \$) por cada nivel del factor Precio-loco según las diferentes Reglas de Cosecha, presentados para cada escenario de robo de 'loco'. Las líneas horizontales internas a las cajas representan la mediana (línea negra) y la media (línea roja).

5.4 Percepciones sobre las causas y propuestas de solución para la captura ilegal de loco en la Isla Mocha (objetivo específico 4)

Las respuestas de los entrevistados sobre las causas y soluciones para la captura ilegal de ‘loco’ se presentan a continuación según el tipo de infractor embarcado imputado, *i.e.* los foráneos y los isleños.

Al ser consultados por los factores causales de la captura ilegal de ‘loco’ en las AMERB de Isla Mocha imputada a extractores embarcados foráneos, los informantes clave de las 2 organizaciones asignatarias isleñas emitieron una diversidad de respuestas, las cuales fueron clasificadas mediante el análisis textual en 24 diferentes ítems que se agruparon en 7 componentes causales. De los mencionados ítems, 19 corresponden a la captura ilegal foránea, 11 a la isleña, y 7 son transversales (individualmente referidos para explicar a ambos); correspondiendo estos últimos a los componentes de ‘distorsiones socio-económicas’, ‘ineficacia del régimen manejo pesquero’, y de ‘debilidades internas a la organización’ (**Tabla 15**).

El componente de las ‘distorsiones socio-económicas’, entendido operacionalmente en el presente estudio, como el conjunto de factores socio-económicos que generan alejamientos del ideal de una economía y sociedad local estable, parece ser el más importante para los usuarios de AMERB isleños, al comprender 6 ítems que suman el mayor porcentaje de frecuencia del total de respuestas (*ca.* 41% del total de respuestas), de los cuales 3 son transversales (“Necesidad Económica”, “Mercado Negro” e “Infractores muy dependientes de pesquería”). El componente de siguiente importancia corresponde a la ‘Ineficacia del Régimen de Manejo Pesquero’ que comprende con 9 ítems (suman *ca.* 29% del total de respuestas), de los que 2 son transversales (“Vigilancia Insuficiente de la Armada” y “Fiscalización Ineficaz de la Armada”). El componente de tercera importancia, es el referido a ‘Debilidades Internas a la Organización’ que comprende 5 ítems (suman *ca.* 18% del total de respuestas), incluyendo 1 ítem transversal (“Vigilancia de la Org. Insuficiente”). El componente de cuarta importancia, es el referido a la ‘Productividad Pesquera Reducida’ con un único ítem referido tanto para infractores foráneos como isleños (suma *ca.* 6% del total de respuestas). Otros componentes como el ‘Atractivo del Recurso Loco’ y ‘Rasgos Culturales de los Pescadores Continentales’ con ítems referidos solamente para los infractores foráneos, así como la ‘debilidad entre organizaciones’ con ítems referidos solamente para los infractores isleños, suman menos del 5% del total de respuestas cada uno (**Tabla 15**)

Tabla 15. Sistematización y frecuencia de la opinión de los usuarios de AMERB isleños, al ser inquiridos sobre los factores causales y propuestas de solución a la captura ilegal foránea e isleña, en las AMERB de 'loco' de Isla Mocha

Componente	Ítem	%Transversal	%Foráneos	%Isleños	Total
Factores Causales (7 componentes, 24 ítems, 157 menciones ~ 100%)					
Distorsiones socio-económicas	Necesidad Económica	15,3	4,5	1,9	21,7
	Mercado Negro	3,2	5,7	0,6	9,6
	Infractores Muy Dependientes de la Pesquería	1,3	4,5		5,7
	<i>Modus vivendi</i> Infractores Embarcados		1,9	0,6	2,5
	Armadores Socios Infractores Egoistas			0,6	0,6
	Necesidad Alcohólica			0,6	0,6
Ineficacia Régimen Manejo Pesquero	Fiscalización Ineficaz Armada	1,3	7,6		8,9
	Vigilancia Insuficiente Armada	0,6	4,5	0,6	5,7
	Infractores Usan Islote Quechol		5,1		5,1
	Fiscalización Ineficaz SERNAPESCA		4,5		4,5
	Fiscalización Pública Ineficaz		1,9		1,9
	Extracción Embarcada con Libre Acceso AMERB		1,3		1,3
	Fiscalización Judicial Ineficaz		0,6		0,6
	Infractores sin AMERB		0,6		0,6
	Sólo una cosecha anual			0,6	0,6
Debilidad intra organización	Vigilancia Organización Insuficiente	0,6	5,1	1,9	7,6
	Año Sin Cosecha Loco		1,3	3,2	4,5
	Fiscalización Interna Ineficaz			3,8	3,8
	Contratación Buzos Continentales Infractores		1,3		1,3
	Prolongada Ausencia Botes Isleños Zonas Extracción de Loco		0,6		0,6
Reducida Productividad pesquera	CPUE (No Loco) Embarcada Reducida	1,9	3,8		5,7
Atractivo del recurso 'loco'	Loco bueno y disponible en Isla		3,2		3,2
Rasgos culturales pescadores continentales	Audacia Infractores Continentales en Mar		2,5		2,5
Debilidad inter organizaciones	Fiscalización Organización Vecina Ineficaz			0,6	0,6
Propuestas de Solución (3 componentes, 17 ítems, 118 menciones ~ 100%)					
Debilidad intra organización	Efectivar Fiscalización Organización			23,7	23,7
	Mejorar Vigilancia de la Organización	5,1	13,6	2,5	21,2
	Efectivar Fiscalización Org. Apoyada por Armada		2,5	1,7	4,2
	Efectivar Vigilancia Org. Apoyada por Armada	0,8	2,5	0,8	4,2
	Mejorar Vigilancia Org. Apoyada por Armada			0,8	0,8
	No Contratar Buzos Continentales Infractores		0,8		0,8
	Posibilitar Org. Realizar Activ. Pesq. Complementarias			0,8	0,8
Ineficacia Régimen Manejo Pesquero	Mejorar Vigilancia Armada	3,4	14,4		17,8
	Efectivar Fiscalización Armada Continentales.		13,6		13,6
	Efectivar Fiscalización Armada Isleños			5,1	5,1
	Efectivar Fiscalización Pública Zona Exclusiva Pesca Artesanal	0,8			0,8
	Efectivar Fiscalización Pública	0,8			0,8
	Efectivar Fiscalización Pública Procesadoras		0,8		0,8
	Efectivar Fiscalización Sernapesca con Continentales		0,8		0,8
	Prohibir Desembarque Islote Quechol		0,8		0,8
Debilidad inter organizaciones	Acuerdo No Intromisión entre Organizaciones Isleñas			2,5	2,5
	Fiscalización Conjunta Organizaciones Isleñas		0,8		0,8

Al ser consultados por propuestas de solución al problema de la captura ilegal *intra*-AMERB en Isla Mocha, los usuarios de AMERB isleños emitieron diferentes propuestas que se clasificaron mediante el análisis textual en 17 diferentes ítems, los cuales se pudieron agrupar dentro de sólo 3 de los 7 componentes causales antes mencionados. Algunos de estos componentes ‘excluidos’ (‘distorsiones socio-económicas’, ‘atractivo del recurso loco’ y ‘rasgos culturales de los pescadores continentales’) denotarían que los usuarios de AMERB isleños los consideran fuera del alcance práctico de las autoridades fiscalizadoras del régimen de AMERB. De los 17 ítems mencionados, 10 están dirigidos a infractores foráneos y 8 a infractores isleños; siendo transversales 5 ítems que comprenden los componentes de ‘Ineficacia del Régimen de Manejo Pesquero’ y ‘Debilidades Internas a la Organización’ (**Tabla 15**).

Al observar los ítems propuestos para controlar a los infractores continentales, evidencian la percepción que la mayor responsabilidad al combatir la captura ilegal debería recaer sobre las entidades públicas de fiscalización, puesto que se agrupan en mayor número y con mayor frecuencia de mención en el componente de ‘Ineficacia del Régimen de Manejo Pesquero’ (7 ítems con *ca.* 36% del total de respuestas), seguido del componente ‘Debilidades internas a la Organización’ (4 ítems con *ca.* 25%), y en último término ‘Debilidades de Inter-relación entre Organizaciones’ (1 ítem con *ca.* 1%) (**Tabla 15**). En el caso de los infractores isleños, se evidencia la percepción de que la responsabilidad de controlarlos debería recaer sobre las propias organizaciones, pues el componente que agrupa mayor número de ítems y con mayor frecuencia de mención es el de las ‘Debilidades internas a la Organización’ (6 ítems con *ca.* 30%), seguido del componente ‘Ineficacia del Régimen de Manejo Pesquero’ (4 ítems con *ca.* 10%), y por último el componente ‘Debilidades de Inter-relación entre Organizaciones.’ (1 ítem con *ca.* 2%) (**Tabla 15**).

5.4.1 Ítems causales identificados para la captura ilegal de ‘loco’

Los 24 ítems explicativos del robo de ‘loco’ en las AMERB activas de Isla Mocha (**Tabla 15**), listados en orden decreciente según su frecuencia de mención, corresponden a:

- (i) La “necesidad económica”, *i.e.* el apremio que experimentan los extractores tanto foráneos como isleños por obtener su sustento económico;
- (ii) El reconocimiento de la presencia de un “mercado negro” que incentiva la realización de los robos de ‘loco’ tanto por foráneos como por isleños;

- (iii) Una “fiscalización ineficaz de la Armada”, *v.g.* por la constatación de una excesiva burocratización para tener que intervenir a los infractores encontrados en flagrancia por los propios socios, o por indulgencia en las sanciones o al momento de intervenir los zarpes/desembarques de infractores en el continente, que no logra disuadir la realización de los robos
- (iv) El reconocimiento de una “vigilancia de la organización insuficiente”;
- (v) La afirmación que los “infractores son muy dependientes de la pesquería”, *i.e.* mayormente los extractores continentales no cuentan con actividades de sustento alternativas a la pesquería (como si ocurre con la mayoría de isleños que cuentan además con actividades agropecuarias, turísticas y de silvicultura), lo que en situaciones de escasez de recursos pesqueros los llevará a robar ‘loco’ de las AMERB de la isla;
- (vi) La identificación de una “vigilancia insuficiente de la Armada” *i.e.* aunque se reconoce como importante la presencia local de personal equipado de la Armada, se percibe que las limitaciones logísticas y/o de personal además de la lentitud sus procedimientos, restringen la labor de vigilancia de esta entidad en el control de las intromisiones y robos efectuados por infractores embarcados foráneos e isleños en sus AMERB;
- (vii) Una “CPUE (no loco) embarcada reducida”, *i.e.* creen que los niveles de extracción por unidad de esfuerzo pesquero aplicado a recursos marinos diferentes al ‘loco’, obtenidos por los extractores embarcados continentales (*v.g.* extractores embarcados con redes), son tan reducidos que no cubren sus necesidades económicas, lo que los obliga a compensarlas mediante el robo de loco en las AMERB de Isla Mocha;
- (viii) El reconocimiento que los “Infractores usan el Islote Quechol” para apoyar su actividad extractiva ilegal (islote cercano a las principales zonas extractivas de ‘loco’ en el lado sur de Isla Mocha, usado tradicionalmente por los extractores embarcados como punto de desembarco y resguardo);
- (ix) La constatación de una “fiscalización ineficaz de SERNAPESCA”, *i.e.* las labores de esta entidad en el ámbito continental no resultan disuasivas para los extractores furtivos de ‘loco’;
- (x) La referencia a que los “años sin cosecha de loco” producto de una negociación fallida de su precio, incentivan los robos de mayor magnitud especialmente por parte de infractores isleños;
- (xi) El reconocimiento de una “fiscalización interna ineficaz”, *i.e.* que las organizaciones son renuentes a la aplicación de sanciones drásticas a sus propios socios infractores, en razón

- principalmente del vínculo familiar y/o relaciones de vecindad presentes entre la mayoría de ellos;
- (xii) La existencia de un incentivo al robo asociado al “loco bueno y disponible en Isla” *i.e.* la mejor disponibilidad y calidad del recurso ‘loco’ en la Isla Mocha frente a otras localidades continentales cercanas;
 - (xiii) La afirmación que el robo es el “*modus vivendi* de los infractores embarcados”;
 - (xiv) El reconocimiento de la “audacia de infractores continentales en mar” referida a la observación de embarcaciones (especialmente de la localidad de Tirúa) faenando en condiciones de viento/oleaje, normalmente restrictivas para la salida a faenar de extractores embarcados isleños;
 - (xv) El reconocimiento general de un sistema de “fiscalización pública ineficaz”
 - (xvi) El reconocimiento que los “extractores embarcados tienen libre acceso al AMERB”, *i.e.* por norma no se puede impedir preventivamente el ingreso al AMERB de un posible infractor embarcado artesanal;
 - (xvii) El reconocimiento que para la cosecha formal de ‘loco’, dada la escasez de buzos isleños, es inevitable la “contratación de buzos continentales infractores”;
 - (xviii) El reconocimiento de la presencia en la isla de “armadores socios infractores egoístas” *i.e.* armadores que extraen ilegalmente loco de sus propias AMERB en desmedro de sus socios no armadores;
 - (xix) La existencia de una “necesidad alcohólica” *i.e.* una debilidad psicológica vinculada al consumo de alcohol entre algunos isleños que los impulsaría a robar ‘loco’; y
 - (xx) La percepción de una “fiscalización judicial ineficaz” *v.g.* casos en que el Juzgado ha impuesto como sanción, multas por montos monetarios que representan menos del 10% de la ganancia esperada con la venta del ‘loco’ capturado ilegalmente;
 - (xxi) La afirmación que los robos son realizados mayormente por “infractores sin AMERB” *i.e.* extractores artesanales continentales embarcados excluidos del sistema AMERB en sus caletas de origen;
 - (xxii) La percepción negativa del otorgamiento de una restringida ventana temporal para la realización de “sólo una cosecha anual” de ‘loco’ que los limita en tener mayor presencia embarcada en el mar, así como en sus posibilidades de obtener ingreso económico al año, en el supuesto que el stock es lo suficientemente productivo como para permitir más de una temporada de cosecha al año.
 - (xxiii) Una “prolongada ausencia de botes isleños en zonas de extracción de loco” (*c.f.* 4.2.1); y

- (xxiv) La observación de una “fiscalización de la organización vecina ineficaz” *i.e.* las intromisiones cruzadas entre organizaciones vecinas, que no son debidamente sancionadas por las organizaciones que albergan a los infractores.

5.4.2 Propuestas de solución identificadas para la captura ilegal de ‘loco’

Los 17 ítems con propuestas para combatir el robo de ‘loco’ en las AMERB activas de Isla Mocha (**Tabla 15**), listados en orden decreciente según su frecuencia de mención, corresponden a:

- (i) El “Efectivar la Fiscalización Propia” *i.e.* aplicar efectivamente sanciones a los socios que sean encontrados en flagrante captura ilegal de ‘loco’;
- (ii) Lograr el “Mejorar la Vigilancia de la Organización” con lo que manifiestan su deseo de potenciar sus propias capacidades *v.g.* instaurando una labor de vigilancia remunerada en mar y tierra, de mayor cobertura temporal y mejorando sus aspectos logísticos;
- (iii) Lograr “Mejorar la Vigilancia de la Armada”;
- (iv) Lograr el “Efectivar la Fiscalización de la Armada con los Continentales”, con lo que expresan su confianza en las capacidades de la Armada como entidad con presencia local, sugiriendo en el caso de la vigilancia marítima por ejemplo, el incremento de su personal y equipamiento, y en el caso de la fiscalización por ejemplo, la mejora en el control de los zarpes/arribos y la detección de equipos de buceo no autorizados en los desembarcaderos de las localidades imputadas como base de los extractores embarcados ilegales (*i.e.* Tirúa, Quidico y Lebu);
- (v) El “efectivar la fiscalización de la Armada con los isleños” (*ca.* 13% y 9% de las respuestas emitidas para la OF y el STI, respectivamente);
- (vi) Lograr “Efectivar la Fiscalización de la Organización Apoyada por la Armada”, expresando su deseo de poder desarrollar labores conjuntas de fiscalización, incluyendo el poder castigar *in situ* a los infractores continentales atrapados en flagrancia;
- (vii) Lograr “Efectivar la Vigilancia de la Organización Apoyada por la Armada”; gracias al labores de labores conjuntas de vigilancia con la Armada.
- (viii) Alcanzar un “Acuerdo de No Intromisión entre Organizaciones Isleñas” para evitar robos de ‘loco’, sobretudo durante las temporadas de cosecha, realizados por parte de socios embarcados de la organización vecina.
- (ix) El “mejorar la vigilancia de la organización apoyada por la Armada”;

- (x) El “No Contratar Buzos Continentales Infractores”, alentando a los miembros más jóvenes de las organizaciones asignatarias a habilitarse para realizar labores extractivas de buceo .
- (xi) El “posibilitar a la organización realizar actividades pesqueras complementarias” v.g. maricultura de otros recursos.
- (xii) Lograr una “Fiscalización.Pública Efectiva en la Zona Exclusiva para la Pesca Artesanal” , *i.e.* hacer que las embarcaciones industriales se abstengan efectivamente de faenar en la zona costera insular de 5 millas reservada por norma como exclusiva para la pesca artesanal (LGPA Art.47), reclamando además que se le otorgue exclusividad de acceso dentro de 1 milla costera a las embarcaciones artesanales de pequeña escala (para preservarla del impacto de la pesca de embarcaciones artesanales de mediana escala), con lo que se recuperaría la abundancia de los recursos ícticos, cuya escasez se había planteado, alentaría los robos de ‘loco’;
- (xiii) Lograr “Efectivar la Fiscalización Pública”, referida a la instauración de medidas efectivas de sanción sin señalar alguna entidad pública en particular, v.g. retirando el permiso de pesca al infractor;
- (xiv) Lograr “Efectivar la Fiscalización Pública en las Plantas Procesadoras” que utilizan ‘loco’ robado;
- (xv) Lograr “Efectivar la Fiscalización de SERNAPESCA con los Continentales” , *i.e.* que SERNAPESCA intervenga en localidades como Tirúa, en la detección de actividades relacionadas a la captura ilegal de loco’;
- (xvi) “Prohibir el desembarque en el Islote Quechol”, que como se había mencionado, serviría como zona de desembarque/refugio para los infractores continentales; y
- (xvii) Lograr una “Fiscalización Conjunta entre Organizaciones Isleñas” v.g. estableciendo un sistema único de sanciones en caso de infracción.

6 DISCUSIÓN

6.1 Caracterización y estimación de la captura ilegal de loco en la isla mocha (objetivo específico 1)

A nivel nacional, se ha referido la existencia de una base de datos sobre captura ilegal de ‘loco’ que mantiene SERNAPESCA (Gallardo 2008), lo cual coadyuva al objetivo de combatir las actividades INDNR a nivel nacional en Chile (SERNAPESCA 2004). Sin embargo, aunque SERNAPESCA reconoce saber de la existencia de captura ilegal de ‘loco’ en la isla, especificando además que ésta se halla por debajo de talla mínima legal, manifiesta no contar con registro indicativo alguno de dicha captura, ni sobre la existencia de agentes potencialmente infractores en el continente. Además es evidente cierta confusión acerca de las obligaciones institucionales de algunas dependencias de SERNAPESCA respecto de las AMERB, toda vez que en la carta oficial de respuesta a nuestro requerimiento de información respecto del robo de ‘loco’ en las AMERB de Isla Mocha, se responde que “el cuidado de las AMERB es de responsabilidad exclusiva de la organización beneficiaria del área” (**Anexo 9.2**, Carta del 16-jul-2010), siendo que esta entidad tiene claramente definida su responsabilidad en la implementación de acciones de Monitoreo, Control y Vigilancia (MCV ó MCS por sus siglas en inglés) para evitar infracciones contra la normativa pesquera (D.F.L. N° 5, 1983; SERNAPESCA 2004).

Una situación distinta se encontró con la Armada, entidad que acreditó ejercer acciones de vigilancia en mar y llevar registros de las intervenciones a los extractores ilegales del ‘loco’ proveniente de la Isla Mocha (**Anexo 9.3**).

Sin embargo, y a pesar de los esfuerzos de la Armada, es evidente que en el caso de Isla Mocha, se manifiestan debilidades en la capacidad fiscalizadora de las entidades públicas que intervienen para mantener el régimen de AMERB en la Isla Mocha, esto por las siguientes razones:

- a) SERNAPESCA como entidad encargada de coordinar e implementar las actividades de MCV en la pesquería de ‘loco’, aparentemente no está en capacidad de controlar efectivamente la captura ilegal de dicho recurso en la Isla Mocha, por lo que la responsabilidad de cumplir con esta función pública parece estar recayendo exclusivamente en la Armada, situación que también ha sido manifestada por los propios funcionarios de la Armada en la Región X (Chávez *et al.* 2010)

- b) A la luz de las recomendaciones de búsqueda de información adicional sobre las IND de ‘loco’ “en la otra institución”, obtenidas tanto con SERNAPESCA como con la Armada, es evidente que no hay coordinación inter-institucional entre ambas respecto al tema.
- c) La efectividad de intervención de la Armada como ente fiscalizador, sería modesta considerando la magnitud estimada con la evaluación socio-económica, del total de viajes realizados para la extracción ilegal de ‘loco’ en el 2009, *i.e.* 178 viajes (*c.f.* 5.1.2) *vs.* los 4 casos de intervención informados por la Armada para dicho año (**Anexo 9.3**).

Nuestra estimación socio-económica sobre la captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB en Isla Mocha en el 2009, muestra que el esfuerzo ilegal y la captura ilegal desplegados por infractores isleños representarían tan sólo 2% y 3% de las respectivas magnitudes calculadas para infractores foráneos (174 viajes y 309.400 unids; **Tabla 7**), lo que concuerda con las afirmaciones *a priori* efectuadas por algunos informantes clave, en el sentido que la captura ilegal atribuible a los isleños resulta insignificante comparada con aquella atribuible a infractores foráneos, especialmente los provenientes de Quidico y Tirúa. Aquí es pertinente mencionar que nuestra evaluación socio-económica, al estar basada en informantes clave seleccionados únicamente entre los usuarios de AMERB en Isla Mocha, entraña el riesgo de obtener estimaciones relativas a la captura ilegal de ‘loco’, sobrevaloradas cuando son imputadas a foráneos, y subvaluadas cuando son imputadas a los propios isleños. Estas limitaciones tendrán que ser superadas en futuras evaluaciones, que además incluyan a los pescadores isleños excluidos del sistema AMERB, a los pescadores foráneos imputados como infractores, contando además por supuesto, con la data disponible y la participación de todas las entidades públicas concernidas en la fiscalización de la normativa pesquera que regula la pesquería del recurso ‘loco’ en los sistemas AMERB, *i.e.* no sólo SERNAPESCA y la Armada, sino también Carabineros, Policía de Investigaciones (PDI) y los Tribunales de Justicia.

También es importante resaltar que la metodología empleada en la estimación de la serie histórica de captura ilegal de ‘loco’, es de naturaleza subjetiva, ya que se basa en primer lugar, en la memoria y/o criterio de los informantes clave antes que en la observación directa del proceso de extracción ilegal, y se basa en segundo lugar, en la extrapolación de los llamados ‘puntos de anclaje’ (*i.e.* el esfuerzo extractivo y la captura ilegal de ‘loco’ estimados con mejor consistencia en el 2009), usando factores de apreciación subjetiva (*i.e.* la serie histórica de la variable de incentivo a la extracción ilegal de ‘loco’, *IN*). En concordancia con Ainsworth y Pitcher (2005),

planteamos que cualquier estimado razonable y transparente de capturas ilegales, aún cuando se base en criterios subjetivos, será mejor que suponer niveles cero de captura ilegal, que es el *status quo* en la realización de los estudios exigidos por la SUBPESCA a las organizaciones asignatarias con AMERB destinadas al manejo del recurso ‘loco’.

Las estimaciones futuras de extracción ilegal de ‘loco’, podrían mejorar su consistencia con la obtención de data oficial y/o socio-económica acerca de la serie histórica del tamaño anual de la población presunta de buzos/embarcaciones foráneos, con data oficial histórica relativa a salidas/arribos de embarcaciones mariscadoras desde las localidades continentales en las que se presume se asientan los infractores, además de intervenciones a infractores y/o confiscaciones de captura ilegal de ‘loco’ proveniente de Isla Mocha. Además sería útil corroborar el supuesto adoptado en el presente estudio, acerca de la insignificancia de capturas formales no declaradas. Por otra parte, debería incluirse la reconstrucción de series temporales de variables económicas que impulsan la realización de captura ilegal, como los precios del mercado informal y los costos de operación de los infractores. Esta información serviría para validar cualquier estimación de la serie de captura IND de ‘loco’, contribuyendo así a mejorar el conocimiento de los niveles reales de extracción a los que está siendo sometido el recurso en esta localidad. Buenos ejemplos de estudios integrativos de data proveniente de diversas fuentes para cuantificar la captura IND en pesquerías-S de gastrópodos, son los de González *et al.* (2005) con la pesquería del ‘loco’ chileno y Plagányi *et al.* (2011) con la pesquería del ‘abalón sudafricano’. Además, estudios integrativos de tipo criminalístico que hacen un aporte para caracterizar operaciones IND en pesquerías de ‘abalón’, son los de Hauck y Sweijd (1999) con ‘abalón’ sudafricano, y Tailby y Gant (2002) con ‘abalón’ australiano.

De acuerdo a los informantes clave, la captura ilegal de ‘loco’ realizada por los propios isleños se destina tanto al auto-consumo, como a abastecer la demanda local (de turistas en la isla y del mercado informal en el continente), pero en ningún caso se mencionó como destino al apozamiento de ‘loco’ dentro o fuera de sus AMERB, caso que si ha sido reconocido como recurrente, y por tanto ilegal (*c.f.* 1.4), en otras investigaciones tanto de tipo participativo (González *et al.* 2005, Chávez *et al.* 2010) como de modelamiento cualitativo de la sostenibilidad del sistema AMERB (Ortiz y Levins 2011). Hay que resaltar que si bien nuestra investigación se enfocó en la captura ilegal de tipo *intra*-AMERB en la isla Mocha, también permitió (gracias a la flexibilidad de las entrevistas semi-estructuradas) mostrar la ocurrencia de captura ilegal de tipo

extra-AMERB (incluida la captura ilegal efectuada dentro del del AMERB Tirúa, que se halla en proceso de desafectación), cuya magnitud aunque no fue precisada, fue considerada insignificante por los informantes clave.

A la fecha, no se conocen estudios que hayan cuantificado específicamente la captura ilegal de ‘loco’ de tipo *intra*-AMERB. El estudio más cercano es el de Gonzáles *et al.* (2005), quienes comparando estadísticas oficiales nacionales, estimaron entre 1993 - 1999 (lapso en que estuvo vigente el régimen bentónico de extracción, coexistiendo sólo en 1999 con el régimen de AMERB) capturas ilegales de todo el litoral (*i.e.* sin discriminar en 1999 si era *intra* o *extra* AMERB) que eran equiparables en magnitud a las capturas formales de ‘loco’. Dichos investigadores encontraron similar situación el año 2003 (cuando ya únicamente tenía vigencia el régimen AMERB) con la aplicación de entrevistas a pescadores de las las Regiones III y IV, para evaluar la extracción ilegal *extra*-AMERB solamente, estimando que su magnitud fue de 2,8 millones individuos. En nuestro caso, basados en la información entregada por usuarios de AMERB, podemos decir que la captura ilegal al interior del AMERB IMQS ha representado anualmente en el lapso 2004 - 2011, entre 32 a 68% de las capturas formales realizadas (**Tabla 9**), es decir entre uno a dos tercios de éstas.

Los estimados de captura ilegal *extra*-AMERB de ‘loco’ obtenidos por Gonzáles *et al.* (2005) para las Regiones III y IV en el 2003, habrían representado un 12,5% de la abundancia poblacional total, y un 38,6% de la abundancia del stock total (fracción legalmente cosechable) nominal para ése año. Nuestras estimaciones de captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB para el lapso 2004 – 2011 en Isla Mocha, representan porcentajes comparativamente menores, de entre *ca.* 4 – 19% del stock estimado en las 5 AMERB activas de la isla. Gonzáles *et al.* 2005 encontraron además que los promedios declarados de longitud peristomal del mencionado ‘loco’ ilegal, eran de 6,0 (Región III) y 7,7cm (Región IV), con un rango general de 4,5 - 9,0 cm. En nuestro caso, inquirimos por tallas mínimas antes que por promedios, encontrando un rango general de 5,0 – 10,0 cm (**Figura 2**). Asimismo, Gonzáles *et al.* (2005) determinaron que la captura ilegal *extra*-AMERB era realizada por 462 buzos infractores activos, con una incidencia promedio anual equivalente a 77 días/año, consiguiendo una CPUE promedio de *ca.* 110 ind./ día_buzo, con una duración media de 4 h-buzo por día de faena. En nuestro caso para el 2009, se estimó que en la captura ilegal *intra*-AMERB de ‘loco’ realizada por foráneos en Isla Mocha, participaron en promedio 5,6 embarcaciones/salida (trabajando con al menos 2 buzos), con una incidencia anual estimada de 43

salidas/año, obteniendo una $CPUE^i$ promedio de 2.490 ind./salida; mientras que en la captura ilegal realizada por isleños en el 2009 participaron en promedio 2,1 embarcaciones/salida (trabajando mayormente con 1 buzo), con una incidencia anual estimada de 5,8 salidas/año, y obteniendo una CPUE de 1.385 ind./salida.

Si ignoramos las diferencias geográficas y de época entre el estudio de Gonzáles *et al.* (2005) y el nuestro, los resultados expuestos comparativamente para ambos son coherentes, pues se esperaría encontrar que las fracciones tomadas ilegalmente del stock sean mayores en situaciones *extra-AMERB* vs. situaciones *intra-AMERB*, considerando que el interés natural de los usuarios de AMERB es el de conservar y/o aumentar el tamaño de los stocks de ‘loco’ al interior de sus AMERB (en los meses previos a la cosecha cuando menos), mediante la vigilancia del área y/o el apozamiento del recurso. Además, comparando las talla del ‘loco’ ilegal de ambos estudios, podríamos suponer que de existir un vínculo efectivo entre ésta y su origen (sea *intra* o *extra* AMERB), entonces el riesgo de ocurrencia de sobrepesca por crecimiento con la extracción ilegal, sería mayor en stocks *extra-AMERB* con respecto a stocks *intra-AMERB*. Por otra parte al comparar los resultados de incidencia, parece lógico observar que la incidencia de extractores ilegales en zonas de pesca del litoral continental fuese mayor que aquella de una zona de pesca del litoral insular como en el caso de Isla Mocha. Con el resto de resultados la comparación resulta difícil, en razón de las diferencias de escala espacial cubierta (número de unidades de pesca actuando en 2 Regiones vs. aquellas actuando en una isla pequeña) y unidades de evaluación de esfuerzo empleadas (horas-buzo vs. salidas).

En pesquerías bentónicas con extracción por buceo como la pesquería del erizo de mar rojo del norte de California (*Strongylocentrotus franciscanus*), las condiciones del viento y el estado del mar (de variación diaria) son determinantes críticos para establecer la factibilidad de realización de una salida extractiva, y como tales se han usado para aproximar la magnitud del esfuerzo extractivo pesquero desplegado (Smith y Wilen 2003). Basados en este ejemplo, consideramos apropiada en la pesquería del ‘loco’ en Isla Mocha, la determinación del número de días hábiles para estimar la incidencia de infractores continentales en las AMERB de la isla. Sin embargo, para validar la aplicación de este criterio, en estudios futuros se tendrá que comprobar la afirmación de los informantes clave isleños, en el sentido que todos los días de ‘buen tiempo’ o días hábiles, [*i.e.* días con valores de velocidad de viento y altura de bajo ciertos umbrales, con cuyo número anual definimos la variable I^{MAX}_t (incidencia máxima)] son aprovechados por parte de los infractores

continentales, para poder acudir hasta la Isla Mocha a extraer ‘loco’ furtivamente. Esta comprobación requerirá además conciliar (y si es posible observar) con los pescadores continentales los criterios oceanográficos aquí empleados y finalmente el evaluar el grado de correlación entre la serie histórica revisada de incidencia real de embarcaciones infractoras foráneas (integrando todas las fuentes informativas mencionadas) vs. I_t^{MAX} .

6.2 Modelación bio-pesquera (objetivo específico 2)

Es importante resaltar el hecho que, habiéndose mencionado al ‘loco’ como un ejemplo de stocks estructurados en metapoblaciones en las pesquerías-S chilenas (González *et al.* 2005, Orensanz *et al.* 2005), a la fecha se desconoce tanto el grado de conectividad como el de dependencia entre las ‘poblaciones fuente’ y las ‘poblaciones sumidero’ (Ortiz y Levins 2011), sin que se haya establecido la escala espacial adecuada para delimitar dichas poblaciones, y sin que tampoco se haya establecido con precisión la dinámica subyacente del proceso de reclutamiento, por lo que éste ha sido considerado en algunos casos de naturaleza aleatotria (Stotz *et al.* 1991). Este estado del conocimiento se hace patente en la Isla Mocha donde a pesar de su cercanía geográfica, cada AMERB en la práctica es tratada en las evaluaciones formales (PMEAS e Informes de Seguimiento Anuales) como contenedora de un stock independiente, al que se le atribuye un reclutamiento constante.

La distorsión de escala espacial, que representa el desconocimiento de unidades funcionales de stock, ha sido reconocida en las pesquerías de ‘abalones haliótidos’ australianos, donde rigurosos sistemas de manejo de escala regional (entre 10^2 - 10^3 Km) han fallado en garantizar la sostenibilidad de unidades de stock con particularidades poblacionales manejables efectivamente a micro-escala espacial (entre 10^2 - 10^3 m) (Prince 2003).

El modelamiento numérico de pesquerías de abalones, simulando dinámicas poblacionales plausibles con la incorporación de los efectos de la captura ilegal, puede contribuir a una mejor administración de estos recursos, al proyectar tendencias de abundancia ante niveles alternativos de capturas futuras, tanto formales como ilegales (Plagányi *et al.* 2001).

En un principio se planteó simular la dinámica del mencionado stock hipotético de ‘loco’ en el AMERB IMQS, con el desarrollo de un modelo de producción basado en talla, el cual podría

aprovechar el uso de información disponible sobre la composición por tallas tanto de los estimados de abundancia de las evaluaciones directas, como de las capturas formales realizadas. Sin embargo, hemos preferido el desarrollo de un modelo global de dinámica de abundancia por las siguientes razones: (i) el conocimiento impreciso sobre la dinámica poblacional del ‘loco’, aludido en el párrafo anterior, nos deja un amplio margen de libertad en la elección de un modelo poblacional para efectos de simulación; (ii) como se dijo en la sección de metodología, se priorizó el principio de simplicidad al abordar un tema nuevo, como es el de estimar cuantitativamente la captura ilegal de ‘loco’ de tipo *intra*-AMERB; (iii) en línea con lo anterior adoptamos como enfoque de modelamiento, uno de simulación antes que uno de optimización; y (iv) aún cuando el juego de datos históricos disponibles para el AMERB IMQS era el más completo entre las AMERB de la isla, seguía siendo insuficiente para el desarrollo de un modelo de producción basado en talla consistente, pues se contaba con sólo 7 conjuntos de datos de captura y abundancia de evaluaciones directas (*c.f.* **Tabla 1**), sin que haya podido obtenerse la información relativa a la estructura de tallas de la captura realizada en el 2010.

Considerando la gran variabilidad en las magnitudes de la serie histórica estimada de reclutamientos (hasta 3 órdenes de magnitud, **Tabla 10**), el proceso podría haber sido descrito por una función aleatoria log-normal (*i.e.* un stock alimentado por una ó varias fuentes de dinámica desconocida). Sin embargo, las Pruebas de Tukey realizadas incluyendo al factor reclutamiento ante distintos niveles de fluctuación oceanográfica (*c.f.* Anexo 9.5), muestran que al interior del sub-modelo de reclutamiento aleatorio log-normal (R.Aleatr.) no es posible distinguir significativamente los promedios del indicador Razón Robo/Captura, *i.e.* no se puede distinguir el impacto de los robos de ‘loco’ en AMERB. Por otra parte, la presunción del impacto negativo sobre el reclutamiento (y por ende sobre la población) de crecientes niveles de fluctuación oceanográfica interanual (representados por incrementos de la desviación estándar del error de reclutamiento), no pudo verificarse con los resultados obtenidos, que en algunos casos son contradictorios (incrementos en los promedios de Captura Formal y por tanto en los de VPBNE, en los 2 sub-modelos; reducción de la Probabilidad de Colapso con el sub-modelo R.Aleatr.), y en otros confusos (ausencia de tendencia aparente de la Probabilidad de Colapso al interior del sub-modelo SR.palo de hockey). Por todo lo anterior, preferimos realizar la simulación con una relación S-R (*i.e.* un stock hipotético auto-abastecido por reclutamiento), para inferir el impacto que tendría sobre el reclutamiento el incremento de los niveles efectivos de cosecha sobre el stock reproductivo, al adicionar captura ilegal a los niveles declarados de captura formal. Elegimos la

relación S-R de tipo palo de hockey en vista de su simplicidad y su mayor precautoriedad para la conservación del recurso, al mantener constante la razón R/S (reclutamiento partido por la abundancia de parentales) en la fase de incremento de S previa al nivel de S^* , frente a las relaciones S-R clásicas (*i.e.* Ricker, Beverton-Holt) donde R/S tiende a incrementarse conforme S decrece (Barrowman y Myers 2000).

El valor estimado de abundancia de enero de 2004 (1,16M ind.) es muy similar (*ca.* 102%) al promedio de abundancias de enero del resto de años de la serie histórica analizada (2005-2010), *i.e.* años con plena explotación tanto formal como ilegal, situación que respalda el supuesto de pre-existencia de captura ilegal de ‘loco’ de cierta intensidad, a la entrada en vigencia del AMERB IMQS, el cual se expresa asignando un valor inicial distinto de cero para la variable incentivo en la reconstrucción de magnitudes de captura ilegal de ‘loco’ ($IN_{2004} = 0,5$; **Tabla 8**).

Los estimados de mortalidad por captura ilegal de ‘loco’, alcanzaron un máximo en el 2009 (F^i_{2009}), ya que en concordancia con lo manifestado por los informantes clave, se supuso que todos los meses de dicho año estaban disponibles para realizar extracción ilegal de ‘loco’, haciendo que la incidencia máxima fuese la más alta del lapso histórico analizado ($I^{MÁX}_{2009} = 171$ días), atribuyéndosele además a dicho año, el valor máximo de incentivo ($IN_{2009} = 1$) (**Tabla 8**). El valor mensual correspondiente a la mortalidad por extracción ilegal de loco del 2009 (*i.e.* $F^i_{2009} = 0,0167$), representa una tasa de cosecha de un 18% de toda la abundancia disponible en un determinado mes, *i.e.* ligeramente superior a la máxima tasa de cosecha formal que se asigna en el modelo a un único mes del año (RdC.Agresiva = 16%), y equivale a un 71% del valor nominal de mortalidad natural ($M = 0,0233\text{mes}^{-1}$), lo que da una idea del impacto relativo que podría tener la flota ilegal frente a la flota extractiva formal de ‘loco’ dentro del AMERB IMQS.

6.3 Evaluación de impactos de la captura ilegal de ‘loco’ mediante simulación bioeconómica (objetivo específico 3)

Algunos estudios han abordado la modelación bio-económica en la pesquería del ‘loco’, aplicándola al análisis de decisiones de los diferentes agentes participantes en la pesquería (Tam *et al.* 1996), ó aplicándola a la comparación de rendimientos biológicos y económicos del régimen de libre acceso *vs.* el régimen AMERB (Arias e Iglesias 2007), pero a la fecha se desconoce de algún

estudio que haya evaluado el impacto de capturas de tipo IND de ‘loco’ en el desempeño bio-económico de una AMERB.

En el modelo bioeconómico planteado, la abundancia mensual del stock hipotético de ‘loco’ contenido en una AMERB, como variable de estado, es afectada positivamente por el reclutamiento y negativamente por las variables de control correspondientes a la captura formal y la tasas instantáneas de captura ilegal. En este marco se han planteado los diferentes escenarios resultantes de combinar 3 factores: los Niveles de Robo (tasas instantáneas de captura ilegal), las Reglas-Cosecha (norma aplicada para obtener las capturas formales anuales), y los Precios-loco (precios de venta en playa del recurso, como argumento económico). En estos escenarios se ha evaluado el impacto de la capturas ilegales de ‘loco’ sobre 4 indicadores descriptivos de las dinámicas bio-pesquera [C_{prom}^f , $\Sigma C^i/\Sigma C^f$, y $P(N_{ED}^{sim} < 0,75\bar{N}_{ED}^{obs})$] y económica ($VPBNE$) del sistema modelado.

El análisis de las salidas de simulación del modelo bio-económico propuesto, muestra que los factores más explicativos en los ANOVA realizados con los 4 diferentes indicadores son: el ‘Robo’ [explicativo en 60% para $P(N_{ED}^{sim} < 0,75\bar{N}_{ED}^{obs})$, y en 24% para $\Sigma C^i/\Sigma C^f$], la ‘Regla-Cosecha’ (explicativo en 58% para C_{prom}^f , y en 55% para $VPBNE$), y su interacción Robo*Regla-Cosecha (explicativo en 21% para $\Sigma C^i/\Sigma C^f$). El factor Precio-loco solamente tuvo un poder explicativo secundario con el indicador $VPBNE$ (explicativo en 14%). Estos resultados revelan que los factores determinantes del desempeño de un hipotético stock de ‘loco’ *intra*-AMERB en el marco de modelación planteado, serían los niveles tanto de extracción formal como de captura ilegal del recurso ‘loco’; antes que sus precios de venta en playa.

El análisis de las proyecciones de 4 variables bio-pesqueras anuales (abundancia, reclutamiento, y capturas formal e ilegal) en 6 escenarios seleccionados, muestra para el hipotético stock de ‘loco’ *intra*-AMERB que los procesos de reclutamiento y dinámica poblacional general serían resilientes a todos los niveles extracción formal (*i.e.* las 3 Reglas-Cosecha planteadas) combinados con todos los niveles de extracción ilegal, a excepción del nivel de Robo Descontrolado. El impacto negativo de combinar el factor Robo Descontrolado con las diferentes Reglas-Cosecha puede observarse en los resultados de las pruebas de Tukey (**Tabla 20**) para el indicador $P(N_{ED}^{sim} < 0,75\bar{N}_{ED}^{obs})$;

constituyendo los escenarios considerados como “críticos” en la pesquería formal, los ejemplos más drásticos de este impacto. En el escenario “crítico” para los usuarios del AMERB (Robo descontrolado, Regla-Cosecha-prudente y Precio-loco malo), la abundancia a enero experimenta un notorio declive, mientras que la pesquería formal colapsa y los niveles de captura ilegal, aunque declinan inicialmente, se mantienen altos alrededor de 290 mil ind. (**Figura 7**); resultados que también se reflejan en el exorbitante promedio del indicador $\Sigma C^i / \Sigma C^f = 10,4$ (*i.e.* niveles de captura ilegal equivalentes a más de 10 veces la magnitud de las capturas formales) asociado a la interacción Robo descontrolado*Regla-Cosecha-prudente (**Tabla 17**). En el escenario “crítico” para la SUBPESCA (Robo descontrolado, Regla-Cosecha-agresiva y Precio-loco bueno), en el lapso de simulación, el stock simulado de ‘loco’ colapsa, llevando tanto a la pesquería formal como a la ilegal casi al agotamiento (aunque esta última parece estabilizarse en *ca.* 80 mil ind) (**Figura 7**); reflejándose el impacto negativo de este escenario con el promedio del indicador $P(N_{ED}^{sim} < 0,75\bar{N}_{ED}^{obs}) = 0,6$ que casi duplica el punto de referencia límite propuesto de $P = 0,33$ (**Tabla 20**).

Aun cuando las proyecciones arriba comentadas pueden parecer muy pesimistas, situaciones de captura ilegal descontrolada, y tan alta como 10 veces el nivel de extracción formal, ya han sido verificadas en la pesquería del abalón sudafricano, la cual en consecuencia, debió cerrarse oficialmente en el año 2008 (Plagányi *et al.* 2011)

Las variaciones en el indicador $VPBNE$, son explicadas básicamente por el factor Regla-Cosecha, y luego por los factores Precio-loco y Robo (**Tabla 21**). Por lo tanto, en el escenario que los usuarios de AMERB considerarían como “idóneo” (Robo Nulo, Regla-Cosecha agresiva y Precio-loco bueno), en ausencia de robos (a consecuencia de una fiscalización perfecta), la aplicación de una elevada tasa de cosecha formal alentada por buenos precios del recurso, generaría promedios de $VPBNE$ tan altos como \$105,5 millones (**Figura 9**). Esto implica un monto de \$8,8 millones para cada una de las 15 embarcaciones que componen la flota formal, en cada uno 12 años que conforman el lapso de simulación (suponiendo un tamaño de flota constante en este lapso), y sin afectar la sostenibilidad del stock simulado, tal como se refleja en el promedio del indicador $P(N_{ED}^{sim} < 0,75\bar{N}_{ED}^{obs}) = 0$ (**Figura 8, Tabla 20**).

En el escenario “crítico” para los usuarios de AMERB (Robo descontrolado, Regla-cosecha prudente y Precio-loco malo) el promedio de *VPBNE* es tan malo como \$-2,9 millones (**Tabla 23, Figura 9**), lo que representa una pérdida de \$0,24 millones por cada una de las 15 embarcaciones consideradas en cada uno de los 12 años de simulación. Como habíamos señalado para este escenario, si bien ocurre un colapso de la pesquería formal, el stock se mantendría resiliente soportando elevados niveles de extracción ilegal (**Figura 7**). En el mundo real difícilmente se alcanzaría un resultado tan negativo, pues las primeras pérdidas tendrían que generar algún mecanismo adaptativo en las organizaciones asignatarias para evitar el riesgo de entrar a un proceso de desafectación.

La serie anual de capturas ilegales de ‘loco’ reconstruída para el AMERB IMQS, con magnitudes entre 32 – 68% de la capturas formales (**Tabla 8**), evidencia que los fondos anuales nominalmente destinados a la vigilancia por el STI (\$2,4 millones pesos *c.f.* **Tabla 3**) se traducen en un esfuerzo insuficiente considerando el tamaño del AMERB IMQS (2.447 Ha). En consecuencia, en el hipotético caso que los usuarios de AMERB interiorizaran el modelo y sus resultados, comparando el *VPBNE* en los escenarios “idóneo” vs. “crítico”, bien podrían decidirse a aumentar paulatinamente la fracción de las rentas obtenidas con la cosecha formal anual, que se destina a las actividades de auto-vigilancia (sobre todo en los meses del año previos a la cosecha), en pos de mejorar sus propias actividades de vigilancia y fiscalización, minimizando la incidencia de captura ilegal del ‘loco’ para así incrementar el rendimiento pesquero, y por ende el rendimiento económico del AMERB. En esta nueva situación, los mejores precios en playa del ‘loco’ podrían ayudar a incentivar el incremento de los esfuerzos de auto-vigilancia.

Es importante resaltar que la resiliencia de la actividad extractiva ilegal de ‘loco’ en el stock modelado, imputada casi en su totalidad a extractores foráneos, se fundamenta en el supuesto que existe un mercado informal siempre demandante. Este es un aspecto trascendente que necesariamente deberá ser investigado en estudios futuros orientados a la solución efectiva de la problemática de la extracción ilegal.

El modelo utilizado en esta Tesis, buscando mayor realismo en la simulación de los procesos de extracción ilegal intra-AMERB de ‘loco’, podría mejorarse desde un punto de vista económico revisando conjuntamente con los usuarios el valor de referencia empleado como criterio de decisión de no cosecha formal (*c.f.* 4.4.4.4). Además, sería relevante evaluar la inclusión de un

segundo criterio de decisión de realización de cosecha, observado en algunas otras AMERB de 'loco', según el cual tras 2 años continuos sin cosecha formal, ésta al tercer año tendría que realizarse forzosamente, sin importar la condición del stock (abundancia, tallas) ni la de los precios de venta en playa, en razón de la presión social, las deudas acumuladas por los costos fijos, y la necesidad de los socios de ver alguna liquidez económica (Gelcich *et al.* 2007). Por otra parte podrían explorarse los resultados considerando lapsos de simulación más prolongados, y tasas de descuento más altas que representarían a usuarios de AMERB más aversos al riesgo.

6.4 Percepciones sobre la problemática de la captura ilegal *intra*-AMERB de loco en la Isla Mocha (objetivo específico 4)

En contraste con la aparente ausencia de evaluaciones cuantitativas sobre la magnitud de la captura ilegal de tipo *intra*-AMERB de 'loco', hemos podido encontrar diversos estudios que evalúan socio-económicamente las actitudes, percepciones y reacciones de los usuarios en torno a la problemática de extracción ilegal de recursos de tipo *intra*-AMERB. Dichos estudios incluyen: (i) la evaluación de las actitudes de usuarios de AMERB (algunas de 'loco') en las regiones IV, VI y X, hacia los aspectos no resueltos de la normativa oficial (Gelcich *et al.* 2004); (ii) el cumplimiento de normas internas y la caracterizaron del perfil de los infractores en organizaciones asignatarias de AMERB en la VIII Región (Palma y Chávez 2006); (iii) la percepción de los usuarios en torno a los mecanismos públicos de fiscalización en AMERB (algunas de 'loco') de las Regiones IV, V, VI y X (Gelcich *et al.* 2009); y (iv) la percepción de informantes de diferentes grupos de interés (incluyendo entidades públicas) en torno a la problemática general de la captura ilegal en AMERB de 'loco' de la Región X (Chávez *et al.* 2010).

Algunos de estos estudios, al igual que los resultados de la presente investigación, han encontrado el reconocimiento de los usuarios de AMERB, de su participación en la realización de captura ilegal en sus propias AMERB, señalando igualmente que ésta es de inferior magnitud, comparada con la de la captura ilegal *intra*-AMERB realizada por terceros a la organización asignataria (Palma y Chávez 2006, Gelcich *et al.* 2009).

6.4.1 Causas de la extracción ilegal de ‘loco’ en Isla Mocha

En el componente más referido de nuestra clasificación de respuestas, el de las ‘distorsiones socio-económicas’, los ítems causales relacionados al nivel de pobreza (“necesidad económica”), y a la presencia de un sector ilegal que comprende procesadores y comercializadores (“mercado negro”), comunes a infractores tanto foráneos como isleños, han sido también reconocidos como factores de primera importancia en estudios criminológicos sobre la ocurrencia de capturas IND en pesquerías de ‘abalones’ haliótidos sudafricanos (Hauck y Sweijd 1999) y australianos (Tailby y Gant 2002). La mayor frecuencia de referencia de los 2 ítems señalados es relevante, considerando que los índices de pobreza en las comunas de Lebu y Tirúa, aunque decrecientes en los últimos años, se mantenían en niveles importantes al 2009 con 39,0% y 23,5% respectivamente (MIDEPLAN 2009); y que la ausencia de mercados formales del recurso ‘loco’, tanto a nivel local como nacional ha sido referida como un poderoso incentivo a su captura ilegal en Chile (Marín y Berkes 2010). Aquí es pertinente recordar la teoría económica del crimen y castigo que afirma, que un pescador neutral al riesgo actuando individualmente, cometerá una infracción si y sólo si su beneficio personal esperado excede la sanción esperada por cometer tal infracción; mientras que actuando colectivamente, las condiciones de pobreza promoverán la reducción de los costos de oportunidad para reclutar una tripulación ilegal (Gallic y Cox 2006). También es pertinente mencionar que si bien los entrevistados en nuestro estudio mencionan que algunos infractores tienen como sustento base al robo de ‘loco’ (ítem “*Modus vivendi* de Infractores Embarcados”), no especificaron que éstos se hayan organizado criminalmente. Sin embargo, esta situación (o el escenario para su génesis) es plausible, considerando los rasgos comunes en el *modus operandi* referidos por nuestros entrevistados para los infractores foráneos, y los referidos por Tailby y Gant (2002) para extractores ilegales organizados en la pesquería del ‘abalón’ australiano: el recurrir al buceo nocturno para evitar ser detectados y maximizar el volumen de captura, el realizar faenas extractivas de varios días (lo que en nuestro caso se ve favorecido por la presencia del Islote Quechol), y a sofisticar la tecnología para ayudarse en la extracción (v.g. lo referido en cuanto al empleo de lámparas subacuáticas y al uso de navegadores satelitales para ubicar las mejores zonas de extracción).

Por otra parte, la casi exclusiva dependencia de la pesquería como único sustento en algunos pescadores infractores (ítem “Infractores muy dependientes de pesquería”), si bien se verifica en algunos infractores isleños, es particularmente visible en el caso de algunos infractores

continentales, v.g. los pescadores del Sindicato de Quidico (caleta al norte de la comuna de Tirúa) que dependen casi exclusivamente del buceo como medio de sustento (Reyes y Jara 2004).

Otras distorsiones socio-económicas, mencionadas para explicar el robo de infractores isleños solamente, son: la presencia de “armadores socios infractores egoístas”, y de pescadores movidos por la urgencia de la “necesidad alcohólica”. La primera situación, también referida en las AMERB de ‘loco’ de la región X por Chávez *et al.* (2010), concuerda con rasgos de codicia y oportunismo que impulsaron a algunos extractores legales a incursionar en la captura ilegal del abalón sudafricano (Hauck y Sweijd 1999). La segunda situación, aunque fue referida solamente por un miembro de la OF, puede ser importante de observar dado que en la Región VIII la prevalencia del consumo de alcohol, aunque decreciente en los últimos años, mantenía al 2008 un nivel relativamente importante con 47,1% de la población juvenil-adulta (www.senda.gob.cl)

Una distorsión social que no fue mencionada por los entrevistados isleños (mayoritariamente de ascendencia criolla) pero que puede resultar relevante para explicar la conducta de los infractores continentales (mayoritariamente de ascendencia Mapuche-Lafkenche), es la referida a reivindicaciones sociales históricas. En la comuna de Tirúa, los recursos que generan mayor conflicto son la tierra y el litoral marino, existiendo a la fecha reivindicaciones de las comunidades Mapuche-Lafkenche hechas al Estado por la devolución de tierras y entrega de zonas litorales ancestrales, además de confrontaciones con empresas forestales y con el propio Estado (Reyes y Jara 2004). Dichas comunidades, a pesar de los conflictos mencionados, y a pesar de tener una visión crítica hacia la LGPA (Reyes y Jara 2004), han terminado solicitando AMERB básicamente como un mecanismo para adquirir control territorial frente a otros sindicatos de pescadores, situación también referida en otras investigaciones (Quiñones *et al.* 2005, Chávez *et al.* 2010) para la Región X. Considerando además la historia de desplazamiento de las poblaciones originarias de la Isla Mocha y posterior recolonización (Quiroz y Zumaeta 1999), es plausible que algunos infractores continentales consideren que sus actividades de extracción ilegal de ‘loco’ en la Isla, sean en su cosmovisión legítimas; siendo éste otro aspecto trascendente a esclarecer en futuras investigaciones. Procesos similares se han verificado en la pesquería del ‘abalón’ sudafricano, donde en base a reclamaciones políticas por injusticias históricas asociadas a la discriminación racial en cuanto al otorgamiento de derechos de acceso, algunos extractores ilegales se hicieron activistas, ejerciendo presión política en la modificación de las normas ambientales y pesqueras sudafricanas, contribuyendo a introducir cláusulas normativas que permitieron expandir y

redistribuir los derechos de acceso hacia los marginados, impactando negativamente una pesquería que ya estaba al límite de su capacidad de carga (Hauck y Sweijd 1999).

En el segundo componente más referido en nuestra clasificación, el de la ‘ineficacia del régimen de manejo pesquero’, la insuficiencia en las acciones de fiscalización (comprendiendo tanto acciones de MCV como la aplicación de sanciones), ha sido reconocida a nivel internacional como un incentivo directo al desarrollo de operaciones INDNR, al reducir la probabilidad de aprehensión y al aliviar los costos de operación del infractor (Gallic y Cox 2006). Como habíamos descrito, las falencias percibidas en las actividades de fiscalización (*c.f.* 5.4.1) incluyen a la Armada con procedimientos “blandos” de intervención/sanción a infractores interceptados en flagrancia, la no intervención de los zarpes/desembarques de infractores en el continente, una insuficiente vigilancia en el litoral de la isla (ítems “Vigilancia Insuficiente de la Armada” y “Fiscalización Ineficaz de la Armada”), la no participación de SERNAPESCA en estas tareas (ítem “Fiscalización Ineficaz de SERNAPESCA”), además de la referencia a la imposición de multas por parte de la entidad Judicial, equivalentes a menos del 10% de la renta probable obtenida con la venta del ‘loco’ capturado ilegalmente (ítems “Fiscalización Pública Ineficaz” y “Fiscalización Judicial Ineficaz”); todas las cuales indicarían que, el régimen de AMERB en la Isla Mocha al no estar en capacidad de ser fiscalizado eficazmente, está incentivando grandemente las operaciones IND de ‘loco’. Además, algunas de las debilidades mencionadas, podrían ser sintomáticas de la capacidad fiscalizadora en la pesquería del ‘loco’ a nivel nacional, pues González *et al.* (2006) refieren que algunos agentes públicos de fiscalización calcularon haber logrado interceptar sólo entre el 5% - 10% del volumen estimado real de captura ilegal de ‘loco’ a nivel nacional.

Percepciones similares de usuarios de AMERB en torno a la ineficacia del régimen de manejo pesquero, han sido referidas en otros estudios, por ejemplo Palma y Chávez (2006) encontraron que los pescadores consideraban inefectivos a los mecanismos legales de fiscalización por la dificultad de conseguir medios de prueba de la infracción, además de las limitaciones de las autoridades para tener presencia *in situ* y/o intervenir a los infractores, situaciones que empeoraban conforme aumentaba la ruralidad de la AMERB evaluada. Sin embargo, los mismos investigadores hallaron también que a pesar de las críticas, los pescadores aceptaban que el sistema público de vigilancia debería ser mejorado, justificando su existencia al afirmar que de no ser por él, la captura ilegal sería tan alta que arriesgaría la sustentabilidad del AMERB. Gelcich *et al.* (2009)

encontraron que los pescadores consideraban como principal problema en la fiscalización pública, la falta de apoyo logístico principalmente para detener y procesar a los extractores furtivos, y la poca severidad al sancionar infractores atrapados en flagrancia; además encontraron que los pescadores, sobretodo aquellos de caletas con mayor ruralidad, percibían que habían sido abandonados por el Estado con los deberes de fiscalización, por lo que reclamaban un mayor apoyo del SERNAPESCA. Chávez *et al.* (2010) hallaron que no sólo los pescadores, sino también algunos funcionarios públicos entrevistados, consideraban la escasa participación de SERNAPESCA, de la Armada y Carabineros en la vigilancia de las AMERB, como obstáculos a la mejora de la fiscalización, reconociéndose una definición difusa tanto de responsabilidades institucionales públicas, como de los delitos tipificados legalmente, además de la aplicación de sanciones blandas, que generalmente no alcanzan a comercializadores ni a procesadores. Chávez *et al.* (2010) resaltan el hecho que varios pescadores afirman que al haberseles trasladado toda la responsabilidad de la fiscalización de las AMERB, las organizaciones asigntarias se han visto desfinanciadas por tener forzosamente que implementar sistemas de vigilancia/sanción, además de quedar expuestas a situaciones de conflicto tras sancionar a miembros de la propia organización o a terceros a ella.

Es importante aclarar la aparente discordancia entre la frecuencia de mención de las entidades públicas en casos de “ineficacia del régimen de manejo pesquero” por parte de nuestros entrevistados (siendo la Armada, la entidad más referida, seguida de SERNAPESCA), al ser comparada con los resultados a las consultas formales hechas a dichas entidades (*c.f.* 6.1). La mayor frecuencia de mención de la Armada, se puede explicar por el hecho que tiene una base local, y además acredita acciones de fiscalización realizadas en la isla (*c.f.* **Anexo 9.3**) que pueden ser sometidas a crítica, a diferencia de SERNAPESCA que no tiene sede local, y cuya intervención se limita casi exclusivamente al control de los desembarques anuales de los agentes formales, lo cual es aceptado por los isleños como un hecho casi irremediable. Esto último también se verifica en otras regiones, *v.g.* el estudio de Chávez *et al.* (2010) menciona que algunos funcionarios de SERNAPESCA y SUBPESCA vinculados con la fiscalización de AMERB de ‘loco’ en la Región X, reconocían al ser entrevistados, que SERNAPESCA por contar con escasos recursos, se veía obligado a priorizar el monitoreo y control solamente de los agentes formales (*i.e.* los usuarios de AMERB) en el desembarque de ‘loco’. La no mención de Carabineros por parte de los isleños entrevistados, ni en los factores causales, ni en las propuestas de solución, a pesar de tratarse de una entidad con sede en la Isla Mocha y de tener una reconocida participación en el control y

vigilancia de las rutas de comercialización en otras regiones (Chávez *et al.* 2010), sugiere el tener que revisar en futuros estudios su participación en el control de las vías de salida desde la isla, del ‘loco’ capturado ilegalmente por pescadores isleños; quienes al igual que el resto de isleños residentes, usan la vía aérea, como el medio más importante de transporte de pasajeros y carga entre la isla y el continente.

Como otro elemento de la ‘ineficacia del régimen manejo pesquero’, las debilidades y vacíos en los marcos legislativos nacionales e internacionales también se constituyen en importantes incentivos para las operaciones INDNR (Gallic y Cox 2006). En nuestro caso de estudio, entre los ítems mencionados que se vinculan a debilidades normativas, consideramos de especial importancia la “extracción embarcada con libre acceso al AMERB”. Aquí es pertinente hacer notar que tanto la administración pesquera (SUBPESCA 2000) como parte de la comunidad académica (González 1996, Bernal *et al.* 1999, Castilla y Defeo 2001, Parma *et al.* 2001, Villena y Chávez 2004, Orensanz *et al.* 2005, Gelcich *et al.* 2005, González *et al.* 2006, Arias e Iglesias 2007, Cancino *et al.* 2007, Gallardo 2008, Aburto *et al.* 2009, Castilla 2010, Marín y Berkes 2010, Ortiz y Levins 2011) consideren al sistema AMERB chileno como un caso de aplicación de Derechos de Uso Territorial en Pesquerías (DUTP ó TURF en inglés, *sensu* Christy 1982), lo cual en nuestra opinión es erróneo ya que no existe el primer elemento definitorio de una DUTP, que es el derecho de exclusión territorial, pues como se ha mencionado, la norma no impide que dentro del territorio asignado al AMERB, haya tránsito ni actividades artesanales extractivas de terceros a la organización asignataria, siempre y cuando estén dirigidas a recursos no bentónicos (RAM Art. 26). Señalamos que el sistema AMERB corresponde más bien a un caso de aplicación de Derechos de Uso de Stock en Pesquerías (DUSP ó SURF en inglés *sensu* Townsend 1995, Christy 1996, 2000) en el que la administración confiere a un grupo de pescadores, derechos de uso exclusivo sobre un determinado stock pesquero.

Otra debilidad normativa, aludida con el ítem “Infractores sin AMERB”, resulta de la emisión de Resoluciones Exentas que restringen la legalidad de la extracción de ‘loco’ únicamente al régimen de AMERB, las que generalmente se adjudican en zonas de extracción de ‘loco’ históricas (González *et al.* 2006), con lo que en la práctica se generan poblaciones de pescadores excluidos propensos a convertirse no sólo en infractores sino también en agentes de conflicto social. A este respecto, otros estudios han revelado situaciones potenciales y reales de conflicto. Por ejemplo Gelcich *et al.* (2004, 2005) encontraron que algunos pescadores decían que sus derechos históricos

de pesca les habían sido robados por las organizaciones asignatarias que apoyan sus AMERB con ‘locos’ extraídos de las ‘zonas de fondo’ (de libre acceso en la fase pre-AMERB de la pesquería), por lo que consideraban que el robar en AMERB ajenas constituía una forma válida de reclamar por sus legítimos derechos, mientras que otros pescadores afirmaban que la normativa oficial sobre AMERB incentivaba la ocurrencia de extracción ilegal. Palma y Chávez (2006) observaron el desarrollo de conflictos entre los pescadores participantes de AMERB tanto con los pescadores expulsados de ellas como con los no participantes. Gelcich *et al.* (2009) señalaron que la creciente violencia entre las organizaciones asignatarias y los pescadores infractores, erosionaba no sólo el capital social de los pescadores sino también su potencial para la negociación colectiva en el futuro. Como resultado de esta situación, Chávez *et al.* (2010) refirieron situaciones extremas de violencia con consecuencias fatales, especialmente en las AMERB de ‘loco’ más productivas de la Región X.

Otra debilidad normativa aludida es la ausencia de una norma que prevenga que los “Infractores Usen el Islote Quechol” como lugar de desembarque (para los infractores foráneos sobretodo); y la rigidez del RAM que al otorgar “sólo una cosecha anual”, incentivaría al robo a los propios usuarios de AMERB isleños.

El componente de ‘productividad pesquera reducida’ [ítem “CPUE (no loco) embarcada reducida”] se relaciona directamente con el reclamo por parte de algunos isleños entrevistados, ante el efecto depredatorio sobre los recursos ícticos, imputado principalmente a embarcaciones con red de cerco tanto artesanales de mediana escala como industriales, que respectivamente, acceden legal e ilegalmente a pescar dentro de las 5 millas reservadas a la pesca artesanal; lo que a la larga incentivaría también a los pescadores de redes artesanales a incursionar en el robo de ‘loco’ *intra*-AMERB. Siendo discutible la inclusión de la flota de mediana escala en la categoría “artesanal”, el ingreso de embarcaciones industriales al ámbito reservado de las 5 millas, claramente constituye una operación pesquera ilegal, que es también consecuencia de las debilidades en la capacidad pública de fiscalización pesquera. Estas situaciones pueden relacionarse a la denominada “sobrecapacidad pesquera”, otro importante factor causal de las operaciones INDNR que aparece cuando las capacidades de la flota presente en una pesquería exceden a sus posibilidades reales de pesca (Gallic y Cox 2006). A este respecto es relevante mencionar la ocurrencia del evento sísmico del 27 de febrero de 2010 y su consiguiente tsunami (evento 27F), cuyos dramáticos efectos en la Región del Bío-Bío en cuanto a topografía (Quezada

et al. 2010, Farías *et al.* 2010), perturbación comunitaria litoral (Castilla *et al.* 2010), y daño en la infraestructura de localidades costeras (IFOP-SERNAPESCA 2010, FAO-MINAGRI 2010, Marín *et al.* 2010), provocaron una activa respuesta estatal y privada, dirigida a la recuperación de equipamiento productivo asociada a la pesca artesanal (UdeC 2010). Dicha respuesta se ha traducido en la reposición de embarcaciones, motores y equipos extractivos pesqueros dañados o perdidos, reemplazándolos con elementos nuevos y de mejores capacidades tecnológicas, lo que necesariamente se va a expresar en un incremento sensible del poder de pesca presente previo al 27F, cuyos impactos sobre los stocks pesqueros, tanto desde el sector pesquero formal como desde el ilegal, tendrán también que ser debidamente evaluados.

El componente “debilidades internas a la organización”, comprende ítems transversales al robo de infractores foráneos e isleños, que aluden tanto a la eventual incapacidad de la organización de negociar un precio adecuado que garantice la realización de la cosecha (“Año sin Cosecha de Loco”), como a la incapacidad de desarrollar un sistema eficaz de vigilancia de sus AMERB (“Vigilancia de la Organización Insuficiente”). Éstos a su vez se relacionan con la “Prolongada Ausencia de Botes Isleños en Zonas de Extracción de Loco”, que como habíamos mencionado incentivaba la incidencia de embarcaciones foráneas en las AMERB de Isla Mocha. Otro ítem relevante mencionado es el de la “Fiscalización Interna Ineficaz”, que según los informantes clave, se produce por desidia al aportar recursos para vigilancia y/o limitaciones económicas, pero también por actitudes de permisividad de los vigilantes de turno, ante la perspectiva de tener que denunciar/sancionar a un familiar o vecino isleño infractor.

El ítem “año sin cosecha de loco”, corresponde a una situación que resulta de la decisión voluntaria de no cosecha por parte de la organización asignataria, como consecuencia del modo de negociación de los precios de venta de las CTPs por parte de aquella; tema que ha sido estudiado por Gelcich *et al.* (2007) en AMERB de ‘loco’ de las regiones IV y X. Estos investigadores encontraron que ante malos precios de un recurso que se estimaba podía aún podía crecer en tallas, la mayor propensión de los usuarios de AMERB a dejar en el agua, parte (o toda) la CTP, arriesgándose a sufrir pérdidas por robos, estaba asociada directamente a la mayor injerencia de buzos en la toma de decisiones (en el entendido que los buzos tienen mejores habilidades para el cuidado del recurso). En nuestro caso, el escaso número y la no injerencia aparente de buzos (5 y 3 buzos entrevistados en la OF y el STI, respectivamente, ninguno en la dirigencia, *c.f.* **Anexo 9.4**) en las directivas de ambas organizaciones, nos hacen pensar en tipificarlas (*sensu* Gelcich *et al.*

2007) como organizaciones aversas al riesgo de suspender prolongadamente una cosecha de 'loco'.

Por otro lado, Palma y Chávez (2006) estudiaron los problemas de fiscalización interna en otras AMERB de la Región VIII, encontrándose referencias a las limitaciones de recursos dentro de las organizaciones, pero sobretudo a la manifestación de una discutible actitud de "lealtad" entre algunos usuarios infractores de AMERB. Los mismos investigadores encontraron que el 100% de los usuarios de AMERB infractores, declaraban conocer las normas internas así como sus sanciones asociadas, catalogándolas además como justas, mientras que el 71% de ellos calificaban a sus dirigentes como "buenos", por lo que Palma y Chavez (2006) plantearon la hipótesis que la conducta del infractor respondería a que éste percibe a la sanción interna como improbable. En relación a esta conducta cabe mencionar la posible manifestación de un rasgo idiosincrático instalado en Chile desde tiempos coloniales, consistente en mantener la actitud de acatamiento de las normas, siempre y cuando éstas no se conflictúen con los propios intereses; situación que se expresa en la fórmula tradicional "se acata pero no se cumple" (Larrain 2001). Esta conducta podría inclusive, ser tolerada por la propia autoridad, al evaluar que exigir el cumplimiento estricto de las normas a la larga afectaría también a su propio grupo de interés, siendo interesante además la paradoja que quienes eventualmente desacatan las normas nunca cuestionan su legitimidad, sino más bien proclaman su respeto irrestricto, puesto que culturalmente en Chile es crucial no violentar el principio de autoridad (Larrain 2001).

Las fallas internas a la organización percibidas por los entrevistados, podrían también estar manifestando una falta de compromiso de los socios vinculada a las debilidades del sistema AMERB como régimen de co-manejo de tipo instrumental (*sensu* Nielsen *et al.* 2004), en el que el Gobierno centraliza las decisiones de manejo, y busca instrumentalizarlas a través de las comunidades de pescadores; definiendo unilateralmente objetivos de manejo prioritariamente enfocados en la conservación del recurso a través del cálculo de la CTP; objetivos que por tanto tienen como base del conocimiento la biología del recurso, considerando secundariamente sólo algunos aspectos socio-económicos y ninguno sociológico-antropológico (*c.f.* 1.1). El régimen le exige a la organización solicitante de un AMERB, solamente el contar con un grupo de pescadores nominalmente organizados, al margen de su historia asociativa y/o experiencia comunitaria en el manejo local de recursos (Cinti 2006, Marin 2009), sin considerar cómo estas organizaciones al adoptar el sistema AMERB, podrían mejorar la gobernanza pesquera local, y/o qué perderían al

integrarse a ella (Gelcich *et al.* 2006), y sin considerar que las diferencias idiosincráticas entre organizaciones pueden explicar desempeños fallidos al evaluar el cumplimiento de las metas oficiales del sistema (Castilla y Defeo 2001, Sobenes y Chávez 2009).

Otras debilidades relevantes de las organizaciones asignatarias son: (i) la “Contratación de Buzos Continentales Infractores” que revela los vínculos de dependencia existentes entre los usuarios de AMERB isleños y los buzos continentales, en razón de la cada vez mayor escasez de buzos en la isla, que puede estar ligada a la creciente emigración de jóvenes isleños aunada a sus decrecientes expectativas por integrarse al sector pesquero artesanal; y (ii) la incapacidad de fiscalización de una organización asignataria para con sus propios socios, los que terminan actuando como infractores en la organización vecina (“Fiscalización de la Organización Vecina Ineficaz”), dando lugar al llamado “robo mutuo” (*sensu* Marin y Berkes 2010).

Finalmente la mención de los ítems “Loco Bueno y Disponible en Isla” y “Audacia de Infractores Continentales en Mar” denotan respectivamente, atributos intrínsecos del recurso y del escenario social de la pesquería del loco en Isla Mocha, que forzosamente se deben tomar en cuenta al momento de implementar estrategias para combatir las operaciones IND de dicho recurso.

6.4.2 Propuestas de solución a la extracción ilegal de ‘loco’ en Isla Mocha

En el componente ‘distorsiones socio-económicas’, para el que no recibimos propuestas de nuestros entrevistados, señalamos algunas recomendaciones estudiadas para combatir las IND a nivel nacional e internacional (Gallic y Cox 2006) relevantes a nuestro caso: (1) combatir las condiciones de pobreza que suelen asociarse a las pesquerías de pequeña escala en los países en vías de desarrollo, a fin de incrementar en ellos el costo de oportunidad de reclutar una potencial tripulación ilegal; y (2) evitar incrementar la carga financiera de los operadores legales (en este caso los usuarios de AMERB) a fin de no incentivarlos a incursionar en las IND. El tema de fomentar el desarrollo de mercados locales y nacionales que sean formales, como se verá más adelante, no pasa solamente por una decisión económica, sino que también intersecta ítems propuestos para mejorar la eficacia de las operaciones de MCV y sanción.

Para enfrentar las IND en el componente de ‘ineficacia del manejo pesquero’ observamos los ítems propuestos por nuestros informantes clave que son comunes a infractores foráneos e isleños, y que apuntan a subsanar falencias en el desempeño de las entidades de fiscalización tanto en la

pesquería del ‘loco’ (*i.e.* “Mejorar la Vigilancia de la Armada”, “Efectivar la Fiscalización Pública”), como en la de otros recursos pesqueros que serían ilícitamente vulnerados por la pesca industrial pero (“Fiscalización Pública Efectiva de la Zona Exclusiva para la Pesca Artesanal”), lo que a la larga incentiva la realización de capturas ilegales de ‘loco’. También observamos los ítems que enfatizan enfocar los esfuerzos de fiscalización en los zarpes/arribos informales tanto en el continente (“Efectivar Fiscalización de la Armada con Continentales” y “Efectivar Fiscalización Sernapesca con Continentales”) como con los isleños (“Efectivar Fiscalización de la Armada con Isleños”), resolver la debilidad normativa que permite tener una zona de desembarque libre en medio de las AMERB isleñas (“Prohibir el Desembarque en Islote Quechol”), e incluir a las plantas procesadoras en los esfuerzos de fiscalización (“Efectivar Fiscalización Pública de Procesadoras”).

En principio, para mejorar la eficacia de cualquier régimen de manejo pesquero, Gallic y Cox (2006) recomiendan mejorar las capacidades de MCV de las entidades nacionales, estableciendo con ellas redes nacionales de cooperación y coordinación, y haciéndolas más efectivas mediante la instauración de ‘estándares mínimos fiscalizables’.

Adicionalmente, en base a las recomendaciones de Hauck y Sweijd (1999) para el régimen de co-manejo del abalón sudafricano; y en base al estudio de gobernanza en el sistema AMERB chileno de Marín y Berkes (2010), proponemos algunas medidas para fortalecer la gobernanza local y fomentar la participación de los usuarios en las actividades de fiscalización en la pesquería de ‘loco’: (1) conciliar objetivos comunes entre las autoridades Estatales y los grupos de interés concernidos, antes de definir estrategias para combatir las operaciones IND; (2) involucrar a la comunidad en las actividades de MCV; (3) concientizar a la comunidad sobre la importancia de conservar recursos marinos; (4) fortalecer las capacidades de los usuarios de AMERB para la mejora en su desempeño de co-manejo; y (5) evitar aplicar métodos de fiscalización confrontacionales con los usuarios de AMERB, lo que sólo exacerbaría el problema.

Este último punto es de especial cuidado, dado que algunos informantes clave en las dos organizaciones asignatarias isleñas, manifestaron abiertamente una actitud de confrontación hacia los infractores continentales, con la propuesta “efectivar la fiscalización de la organización apoyada por la Armada” que aludía al deseo de algunos pescadores de contar con apoyo de la Armada para intervenir violentamente *in situ* a los infractores continentales atrapados en

flagrancia. También es interesante resaltar que estudios como los de Defeo *et al.* (2009), y Marin y Berkes (2010), ven la presencia de conflictos y disputas de poder del sistema de gobernanza de AMERB, como una oportunidad de cambio y adaptación que podría enfrentarse con estrategias de manejo adaptativo que permitan alinear complementariamente las visiones de los diferentes grupos de interés intervinientes, darle más autonomía a las organizaciones de pescadores, a la vez de potenciar su habilidad de usar el capital social presente para enlazar sus organizaciones con entidades relevantes a otras escalas.

En el tema de desbaratar las operaciones IND (*i.e.* no sólo la extracción sino también el procesamiento y comercio ilícitos) en pesquerías de ‘abalón’ afectadas por el crimen organizado, Hauck y Sweijd (1999) y Tailby y Gant (2002) recomiendan identificar e intervenir a los sindicatos de extractores ilegales, estableciendo sus rutas de contrabando, su *modus operandi*, y sus formas de lavado de dinero; y además a las diversas formas de procesamiento y comercio ilegal que son perpetuadas por el crimen organizado.

Tailby y Gant (2002) mencionan además que tanto la actividad de buzos ilegales, como la presencia de establecimientos de procesamiento ilícito, normalmente son descubiertos por las acciones de vigilancia pero también a través de “soplos” del público o de ciertos informantes clave, resaltando la importancia de mantener estrategias policiales y de inteligencia efectivas. Dichos investigadores, recomiendan también controlar las formas en las que el abalón ilegal puede entrar al mercado legal, sea de modo encubierto o consentido, pero adquirido en cualquier caso, por ser más barato o por una cuestión de escasez. En el procesamiento ilegal del recurso, Tailby y Gant (2002) mencionan que en auxilio de las agencias pesqueras que auditan a los procesadores registrados de abalón, se ha introducido en Australia el etiquetado obligatorio de todo el abalón procesado legítimamente. La aplicación de tales recomendaciones al escenario evaluado, requerirá investigar la demanda del recurso ‘loco’ en los mercados informales tanto a nivel local como regional.

Algunos mecanismos efectivos de fiscalización pública, han sido referidos por Chávez *et al* (2010) en la X Región, con intervenciones de la Armada ante llamadas anónimas, el control de Carabineros en carreteras, y el control de SERNAPESCA junto a las organizaciones asignatarias tanto de los desembarques de cosecha formal, como de la distribución del ‘loco’ en camiones. Dichos investigadores refieren que usualmente los entes reguladores abordan el tema de la

fiscalización en mesas de trabajo implementadas para analizar las problemáticas de AMERB, aunque no como tema prioritario; señalando que en consecuencia, SERNAPESCA tiene que resolver “en la marcha” situaciones imprevistas relativas al tema de fiscalización.

En el caso de Isla Mocha, para controlar todas las fases por las que pasa el recurso ‘loco’ (*i.e.* extracción, procesamiento, comercialización), las entidades clave son, por una parte la Armada, encargada de disuadir, vigilar e intervenir las actividades extractivas ilegales de ‘loco’, además de vigilar el cumplimiento de las normas de seguridad en mar; por otra parte SERNAPESCA, encargado de diseñar y coordinar las estrategias de MCV, controlar los desembarques, el cumplimiento de procedimientos administrativos por parte de los extractores formales, el cumplimiento de normas sanitarias en las plantas de procesamiento, y sobretodo el posible ingreso de ‘loco’ ilegal a aquellas, evitando que sea ‘blanqueado’; y finalmente Carabineros y la PDI asumiendo el control de las posibles salidas de ‘loco’ ilegal por vía aérea desde la isla, y su distribución y comercio en el continente. En relación con el control del producto procesado, es pertinente señalar que en Chile se vienen desarrollando herramientas genéticas (Aguilera-Muñoz *et al.* 2008, Haye *et al.* 2012), potencialmente útiles para autenticar y obtener la trazabilidad de productos marinos bentónicos.

Tailby y Gant (2002) mencionan la importancia de otras agencias (aparte de las pesqueras y policiales) en el control del procesamiento ilegal de abalón australiano, como son las agencias de protección ambiental, los consejos locales y la Oficina Australiana de Impuestos; las cuales presionan a los comerciantes ilegales a cumplir con la normativa, incrementando sus costos, al igual que su riesgo de ser detectados y aprehendidos. En esta línea de acciones, SERNAPESCA (2004) define las agencias, que en los casos de contrabando de ‘loco’ para exportación (*c.f.* 1.4) tendrían la responsabilidad de controlar el procesamiento y comercio del ‘loco’ ilegal: el Servicio Nacional de Aduanas y la Dirección de Medio Ambiente y Asuntos Marítimos del Ministerio de Relaciones Exteriores.

En relación a la debilidad normativa que permite “La Extracción Embarcada con Libre Acceso al AMERB”, para la que los entrevistados no hicieron propuestas, sugerimos hacer una revisión de la normativa que efectivamente otorgue derechos exclusivos de uso territorial a la organización asignataria, lo que podría representar un aporte a combatir la captura ilegal en AMERB.

En este contexto, es necesario destacar que la recientemente promulgada (febrero 2013) Ley General de Pesca y Acuicultura (Ley 20.657) incluye modificaciones de gran importancia potencial para combatir el robo en AMERB como son, tipificar como delito de “hurto” al acto de extraer o capturar por cualquier medio, recursos hidrobiológicos provenientes de un AMERB sin ser titular de los derechos correspondientes (Artículo 139 bis), sancionando al responsable con las multas y penas establecidas para el delito de hurto de conformidad con el artículo 446 del Código Penal (que incluye prisión), según el valor de los recursos extraídos y, si tuviere la calidad de pescador artesanal, con la suspensión de su inscripción artesanal por dos años. Esta normativa puede constituir un importante disuasivo para el hurto en AMERB siempre y cuando se implemente a cabalidad, para lo cual se requiere la voluntad política, así como los recursos necesarios.

En la recientemente modificada LGPA, se observa además otra mejora sustantiva en las medidas de control pesquero, con el establecimiento de multas (Art. 120A) para castigar la extracción furtiva de recursos desde AMERB sea ésta realizada por sus miembros titulares o terceros a ella (30 – 100UTM), para castigar el apozamiento, elaboración, transformación, almacenamiento y/o procesamiento de dicha extracción furtiva (Art. 120B, sanción ídem a la anterior más clausura del establecimiento y sanción a su gerente/administrador), y por último para castigar la reincidencia de estos delitos con la duplicación de las penas además de presidio en su grado mínimo (Art. 120B).

Finalmente, se mejoran las condiciones pre-existentes de resguardo de la zona costera reservada a la pesca artesanal, restringiendo el desarrollo de actividades extractivas pesqueras en la primera milla costera solamente a las embarcaciones artesanales de eslora menor a 12m, y mejorando la vigilancia satelital pre-existente, con la extensión del uso obligatorio del posicionador satelital a embarcaciones artesanales de eslora mayor a 12m que por acuerdo entre artesanales o por considerar que no interferirían con la actividad de los artesanales menores, se les permita faenar dentro de dicha primera milla (Art. 47bis), o a aquellas que se les autorice a faenar en regiones contiguas a su región de base (Art. 50).

Entre las propuestas de nuestros entrevistados, hemos observado que para atacar el componente de “debilidades al interior de la organización”, tenemos ítems comunes a infractores foráneos e isleños que apuntan a mejorar las actividades de vigilancia en forma autónoma (“mejorar la vigilancia de la organización”) y también a instaurar actividades de vigilancia y sanción en forma

conjunta con la Armada (“efectivar vigilancia de la organización apoyada por la Armada” y “efectivar fiscalización de la organización apoyada por la Armada”), lo que refuerza el planteamiento que a pesar de las críticas, la Armada es la entidad de mayor confianza para los isleños. Además se han señalado ítems para romper el vínculo con los buzos continentales imputados como infractores (“no contratar buzos continentales infractores”), implementar sanciones efectivas entre los socios de la propia organización (“efectivar fiscalización interna”), mejorar los mecanismos ya existentes de vigilancia interna con apoyo de la Armada (“mejorar vigilancia de la organización apoyada por la Armada”), además de expandir las posibilidades productivas de la organización (“posibilitar a la organización realizar actividades pesqueras complementarias”). Mecanismos de sanción para los socios infractores, implementados por las organizaciones asignatarias de AMERB, han sido descritos por Cancino *et al.* (2007) para las AMERB en general, incluyendo la confiscación de su cuota de la CTP, la prohibición de realizar extracción en el AMERB, la reducción de sus utilidades monetarias, y la expulsión de la organización en casos extremos. Más específicamente para AMERB de la región X, mecanismos de vigilancia han sido descritos por Chávez *et al.* (2010), incluyendo la creación de comisiones internas de vigilancia integradas por los mismos socios en sistemas rotativos, la contratación de guardias, o la implementación de casetas de vigilancia.

Finalmente en el componente de ‘debilidades de inter-relación entre organizaciones’, se proponen ítems para la cooperación entre las 2 organizaciones asignatarias isleñas tanto para resguardarse de los infractores foráneos (“Fiscalización Conjunta de Orgs. Isleñas”) como para prevenir el ‘robo mutuo’ (“acuerdo de no intromisión entre organizaciones isleñas”). Este último mecanismo también ha sido referido por Chávez *et al.* (2010), con la utilización de acuerdos mutuos entre organizaciones asignatarias para resolver situaciones de pescadores que ingresaron a AMERB para capturar recursos no bentónicos, pero terminaron capturando ‘loco’.

Cabe señalar que muchos de los mecanismos propuestos tanto en el presente estudio como en el de Chávez *et al.* (2010), para resolver tanto los ‘robos mutuos’ de ‘loco’ como los realizados por los propios socios, ya han sido ensayados, por lo que se entiende que su eficacia es parcial, lo que resalta la necesidad de re-evaluación y planteamiento de nuevas opciones. Más aún, insistiendo en la recomendación de diferentes investigaciones (Castilla y Defeo 2001, Yáñez *et al.* 2001, Nielsen *et al.* 2004, Salas *et al.* 2007), persiste la necesidad de integrar a la base del conocimiento empleado para administrar el sistema AMERB, enfoques sociológicos/antropológicos, además de

profundizar el enfoque económico en uso, balanceando así el casi exclusivo énfasis puesto en la biología del recurso.

6.5 Visión general

Analizando el caso estudiado de la extracción ilegal en la pesquería de ‘loco’ en la Isla Mocha podemos además sugerir que:

- a) Se encaren las principales distorsiones socio-económicas (principalmente la situación general de necesidad económica, y la presencia de un mercado informal) que impulsan tanto a los propios usuarios de AMERB, como a pescadores ajenos a ella, a extraer furtivamente ‘loco’ desde las AMERB.
- b) Se evalúe la asignación a los usuarios de AMERB de derechos exclusivos de acceso territorial al sector de su AMERB, como medida a la incidencia de terceros como potenciales infractores.
- c) Se revisen los alcances del PAN-INDNR de Chile, extendiéndolo a la realidad de las pesquerías artesanales, esclareciendo y definiendo las responsabilidades institucionales en las acciones de fiscalización.
- d) Aumentar la severidad de las multas para la sanción de operadores ilegales en todas las actividades pesqueras vinculadas al recurso ‘loco’.
- e) Se evalúe la urgencia de subsanar los vacíos/imprecisiones existentes en el conocimiento actual de la dinámica de las poblaciones del recurso ‘loco’
- f) La SUBPESCA y el SERNAPESCA, reconozcan e incorporen los aspectos hasta ahora omitidos en la dinámica de los stocks de una AMERB como son las capturas IND, (incluyendo el apozamiento recurrente desde áreas *extra*-AMERB).
- g) Se incorporen métodos evaluativos integrativos de la captura IND en la pesquería del ‘loco’, a fin de obtener estimaciones más realistas y precautorias de la CTP, en pro de garantizar tanto la sustentabilidad económica, como la sustentabilidad biológica de los sistemas AMERB destinados al recurso ‘loco’.
- h) Se incorporen métodos criminalísticos para caracterizar las operaciones IND (captura, procesamiento y comercialización) de ‘loco’, como base al desarrollo de estrategias para combatirlas.
- i) Se realice un diagnóstico de las capacidades de fiscalización de las entidades públicas, concernidas en la pesquería del ‘loco’ con miras a subsanar falencias de cada entidad,

mejorar la coordinación inter-institucional entre ellas y lograr la participación pro-activa de los usuarios de AMERB y otros grupos de interés.

7 CONCLUSIONES

Los resultados de la presente tesis, en concordancia con otros estudios a nivel nacional e internacional, confirman la presencia de debilidades en el régimen de manejo de la pesquería del ‘loco’, las que junto a ciertas importantes distorsiones socio-económicas, probablemente constituyen los principales incentivos a la realización de captura ilegal de ‘loco’ en las AMERB en la Isla Mocha. Debe aclararse que, para una contrastación directa de la primera hipótesis de nuestro estudio (las debilidades en el régimen de manejo de la pesquería del ‘loco’ incentivan la captura ilegal de ‘loco’ en AMERB), se requerirán de futuros estudios dirigidos a evaluar a percepción de los presuntos infractores mayoritarios (*i.e.* los pescadores foráneos) a este respecto.

En la pesquería de ‘loco’ en AMERB de isla Mocha, la Armada antes que SERNAPESCA, ha tomado el rol protagónico en el desarrollo de acciones de registro, vigilancia y sanción para combatir su captura ilegal, mientras que SERNAPESCA se ha enfocado a fiscalizar las operaciones pesqueras de los agentes legales.

Las capturas ilegales de ‘loco’ en la Isla Mocha, se realizan selectivamente comprendiendo ejemplares bajo la talla mínima legal (mayoritariamente sobre los 9 cm de longitud peristomal), los que en general se destinan al auto-consumo y a abastecer la demanda local tanto turística como del mercado informal.

Los usuarios de AMERB de Isla Mocha entrevistados en la evaluación socio-económica extractiva, reconocen su participación en la realización de captura ilegal de ‘loco’ *intra*-AMERB, entre AMERB vecinas (‘robo mutuo’), y en zonas litorales *extra*-AMERB de la isla, considerando la suma de sus magnitudes, insignificante frente a la magnitud de todas las formas de captura ilegal de ‘loco’ realizadas por infractores embarcados foráneos.

En la Isla Mocha en el año 2009, de acuerdo a la evaluación socio-económica extractiva, la captura y el esfuerzo extractivo ilegales de ‘loco’ *intra*-AMERB realizado por infractores foráneos, se estimaron en 309.000 ind. y 174 viajes respectivamente, mientras que las magnitudes de estas variables correspondientes a infractores isleños se estimaron en 9.000 ind. y 4 viajes respectivamente

Las capturas ilegales de ‘loco’ en la Isla Mocha, presentes desde antes de la instauración de la primera AMERB en el año 2001, alcanzaron un volumen máximo en el año 2009 (318.000 ind.), principalmente por la no realización en dicho año, de cosechas formales de ‘loco’ en toda la isla. Similar patrón tendrían los niveles de captura ilegal de ‘loco’ dentro del AMERB IMQS, alcanzando un máximo en el año 2009 (127.000 ind.).

Las pérdidas económicas por robo de ‘loco’ *intra*-AMERB para toda la Isla Mocha en el lapso de análisis (2004-2010), habrían fluctuado entre \$55,8 millones (2010) a \$120,5 millones (2006); mientras que solamente para el AMERB IMQS habrían fluctuado entre \$21,9 millones (2005) a \$42,9 millones (2006), representando entre 32 a 68% respectivamente, de los ingresos brutos registrados en el mismo lapso para dicha AMERB.

En el marco del modelo propuesto, y aplicando la herramienta de optimización SOLVER para la estimación de parámetros por verosimilitud, basada en data oficial y data obtenida socio-económicamente, se logró la estimación de 14 parámetros con un buen ajuste tanto con los datos de abundancia ($r = 0,9218$; $P < 0,01$) como con los de captura ilegal de ‘loco’ ($r \sim 1$; $P < 0,0001$).

En el marco de modelación planteado, el ANOVA de las salidas de simulación del modelo bio-económico empleado, muestra que los factores determinantes del desempeño bio-pesquero de un hipotético stock de ‘loco’ *intra*-AMERB, serían los niveles de tanto de extracción formal como de captura ilegal del recurso ‘loco’, antes que los precios de venta en playa del recurso. En tanto que su desempeño económico, estaría explicado en primer lugar por los niveles de extracción formal, y en segundo lugar por los precios de venta en playa y niveles de extracción ilegal del recurso.

En relación a la segunda hipótesis del estudio, el análisis de las proyecciones de abundancia, reclutamiento, y capturas anuales formales e ilegales, para el stock simulado de ‘loco’, muestra que los procesos de reclutamiento y dinámica poblacional en general serían resilientes al efecto de combinar cualquiera de los 4 niveles de precio en playa de ‘loco’ con los 3 niveles de ‘Regla-cosecha’, y con todos los niveles de ‘Robo’, exceptuando el nivel ‘Robo Descontrolado’. Es decir que en el marco de modelación planteado, la sustentabilidad biológica de un stock de ‘loco’ de AMERB en explotación, sería efectivamente vulnerada por una tasa de extracción ilegal de ‘loco’ equivalente al doble de aquella estimada como máxima en el 2009.

De acuerdo al modelo, en un escenario “idóneo” para los usuarios de AMERB, el indicador *VPBNE*, en ausencia de robos (fiscalización perfecta), por la aplicación de una elevada tasa de cosecha formal (Regla-Cosecha agresiva), alentada por buenos precios del recurso (precio-loco bueno), generaría promedios de hasta \$8,8 millones por cada una de las 15 embarcaciones que componen la flota formal, en cada uno 12 años del horizonte de simulación, sin afectar la sostenibilidad del stock simulado.

En relación a la tercera hipótesis del estudio, el análisis estadístico muestra la aparición de promedios negativos de *VPBNE* *i.e.* indicativos de la insustentabilidad económica del sistema AMERB en el marco de modelación planteado, que resultan de aplicar una Regla-Cosecha prudente en un escenario de Robo descontrolado con todas las condiciones de precio diferentes a Precio-playa Bueno. Esto es graficado con el escenario “crítico” para los usuarios de AMERB, donde, ante una tasa de robo igual al doble del máximo estimado en el lapso histórico (Robo descontrolado), con el requerimiento de cosechar con mínimo impacto sobre el recurso (Regla-Cosecha prudente), y además ante una demanda muy desalentadora hacia la extracción formal (Precio-loco malo), el indicador *VPBNE* genera promedios tan malos como \$-2,9 millones, *i.e.* pérdidas de \$0,24 millones por cada una de las 15 embarcaciones consideradas en cada uno de los 12 años del horizonte de simulación. En este escenario, si bien ocurre un colapso de la pesquería formal, el stock se mantiene resiliente soportando elevados niveles de extracción ilegal.

Las causas identificadas por los usuarios de AMERB para explicar el problema de robo de ‘loco’ *intra*-AMERB en Isla Mocha, fueron clasificadas en 24 diferentes ítems, y éstos a su vez agrupados en 7 componentes causales. De los 24 ítems, 7 fueron referidos para explicar la captura ilegal realizada tanto por foráneos como por isleños, y se incluyen en los componentes de ‘Distorsiones socio-Económicas’, ‘ineficacia del régimen manejo pesquero’, ‘Debilidades Internas a la Organización’, y de ‘Productividad Pesquera Artesanal Reducida’.

Los usuarios de AMERB isleños identifican los ítems de ‘Necesidad Económica’ y ‘Mercado Negro’ (aspecto ‘Distorsiones Socio-Económicas’) como los principales incentivos a la realización de las capturas ilegales de ‘loco’ *intra*-AMERB en Isla Mocha, tanto por infractores foráneos como por isleños, siendo la ‘necesidad económica’ el ítem más referido para explicar el robo de los infractores isleños respecto al robo de los infractores foráneos.

Las propuestas de solución de los usuarios de AMERB al problema de robo de ‘loco’ *intra*-AMERB en Isla Mocha, fueron clasificadas en 17 diferentes ítems, y éstos a su vez agrupados en 3 de los 7 componentes causales mencionados anteriormente. De los 17 ítems, 5 son referidos en común tanto para infractores foráneos como isleños, y se relacionan a los componentes de ‘Ineficacia del Régimen de Manejo Pesquero’ y ‘Debilidades Internas a la Organización’.

Los usuarios de AMERB isleños consideran que las entidades públicas de fiscalización antes que sus propias organizaciones, deben asumir la mayor responsabilidad al controlar a los infractores foráneos; mientras que sus expectativas de solución frente al robo isleño están puestas principalmente en sus propias organizaciones.

El sistema AMERB chileno corresponde a un caso de aplicación de Derechos de Uso de Stock en Pesquerías antes que a un caso de aplicación de Derechos de Uso Territorial en Pesquerías, ya que por norma la organización asignataria no tiene derechos de exclusión territorial, en consecuencia una revisión de la normativa que efectivamente otorgue derechos exclusivos de uso territorial a la organización asignataria, podría representar un aporte a la solución del problema de la captura ilegal de recursos primarios *intra*-AMERB.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Aburto J., M. Thiel y W. Stotz. 2009. Allocation of effort in artisanal fisheries: The importance of migration and temporary fishing camps. *Ocean & Coastal Management* 52: 646–654.
- Agnew D.J., J. Pearce, G. Pramod, T. Peatman, R. Watson, J.R. Beddington y T.J. Pitcher. 2009. Estimating the worldwide extent of illegal fishing. *PLoS One* 4 (2), 1–8, doi:10.1371/journal.pone.0004570.
- Agüero M. 2001. Seguimiento y Evaluación Social y Económica de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos. En: Informe Final de Proyecto sobre Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos. Sercotec-Subpesca.
- Aguilera-Muñoz F., V. Valenzuela-Muñoz y C. Gallardo-Escárate. 2008. Authentication of commercial Chilean mollusks using ribosomal internal transcribed spacer (ITS) as species-specific DNA marker. *Gayana* 72(2): 178-187.
- Ainsworth C.H. y T.J. Pitcher. 2005. Estimating illegal, unreported and unregulated catch in British Columbia's marine fisheries. *Fisheries Research* 75: 40 – 55.
- Andrew N.L., C. Béné, S.J. Hall, E.H. Allison, S. Heck y B.D. Ratner. 2007. Diagnosis and management of small-scale fisheries in developing countries. *Fish and Fisheries* 8: 227-240.
- Arias M. y E. Iglesias. 2007. Modeling the bioeconomics impacts of co-management in Chilean artisanal fisheries. Paper presentado en la 107° Seminario EAAE "Modeling of Agricultural and Rural Development Policies". Sevilla, España, 29 enero -1 february, 2008. Disponible en <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/6400/2/sp08ro20.pdf> (accedido el '09set27)
- Baeza M. A. 2002. De las Metodologías Cualitativas en Investigación Científico- Social. Proyecto de Desarrollo de la Docencia, Universidad de Concepción. Concepción.
- Bailey C. 1982. Natural resource management: a basis for organization of small-scale fishermen. *Rural Dev. Participation Rev.*, Winter issue: 19-22.
- Barrowman N.J. y R.A. Myers. 2000. Still more spawner–recruitment curves: the hockey stick and its generalizations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 665–676.
- Béné C., G. Macfadyen, E. Allison. 2007. Increasing the Contribution of Small-Scale Fisheries to Poverty Alleviation and Food Security. FAO, Roma, Italia.
- Béné C., L. Doyen y D. Gabay. 2001. A viability análisis for a bio-economic model. *Ecological economics*. 36: 385-396.
- Berkes F. 2009. Evolution of co-management: role of knowledge generation bridging organizations and social learning. *Journal of Environmental Management* 90 (5): 1692-1702.
- Berkes F., R. Mahon, P. McConney, R. Pollnac y R. Pomeroy. 2001. Managing Small-Scale Fisheries - Alternative Directions and Methods. International Development Research Centre, Ottawa, Canadá. 350pp. Disponible en: http://web.idrc.ca/openebooks/310-3/#page_129#page_129
- Bernal P., D. Oliva, B. Aliaga y C. Morales. 1999. New regulations in Chilean fisheries and aquaculture: ITQ's and territorial user rights. *Ocean and Coastal Management* 42: 119-142.
- Bunce L., P. Townsley, R. Pomeroy y R. Pollnac. 2000. Socioeconomic manual for coral reef management. Australian Institute of Marine Science. 251pp.
- Caddy J. F. 1999. Deciding on precautionary management measures for a stock based on a suite of Limit Reference Points (LRPs) as a basis for a Multi-LRP Harvest Law. *NAFO Sci. Coun. Studies*, 32: 55–68.
- Campbell A. 2000. Review of northern abalone *Haliotis kamtschatkana*, stock status in British Columbia. In: Campbell A. (Ed.). Workshop on Rebuilding Abalone Stocks in British Columbia. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 130. pp. 41–50.

- Cancino J.P., H. Uchida y J.E. Wilen. 2007. TURFs and ITQs: collective vs. individual decision making. *Marine Resource Economics* 22: 391-406.
- Carlsson L., F. Berkes. 2005. Co-management: concepts and methodological implications. *Journal of Environmental Management* 75 (1): 65-76.
- Cartes F., E. Contreras y J. Cruz. 2001. La tasa social de descuento en Chile. Documento del Centro de Gestión (CEGES), Universidad de Chile. 77 pp.
- Castilla J.C. 2000. Roles of experimental marine ecology in coastal management and conservation. *Journal of experimental marine Biology and Ecology* 250: 3 – 21.
- Castilla J.C. 2010. Fisheries in Chile: small pelagics, management, rights, and sea zoning. *Bulletin Of Marine Science*, 86(2): 221–234.
- Castilla J.C. y L. Duran. 1985. Human exclusion from the rocky intertidal zone of central Chile: the effects on *Concholepas concholepas* (Gastropoda). *Oikos* 45: 391-399.
- Castilla J.C. y M. Fernández. 1998. Small-scale benthic fisheries in Chile: on co-management and sustainable use of benthic invertebrates. *Ecological applications* 8: S124-S132.
- Castilla J.C. y O. Defeo. 2001. Latin American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11: 1-30
- Castilla J.C. y R. Bustamante. 1989. Human exclusion from the rocky intertidal of Las Cruces, central Chile: effects on *Durvillaea antarctica* (Phaeophyta, Durvillaceae). *Marine Ecology Progress Series* 50: 203-214.
- Castilla J.C. y S. Gelcich. 2006. Chile: Experience with Management and Exploitation Areas for Coastal Fisheries as Building Blocks for Large-Scale Marine Management. En: *Scaling up marine management, the role of Marine Protected Areas*. Environment Department, Sustainable Development Network – The World Bank. Report N° 36635 – GLB: 45-57
- Castilla J.C., P.H. Manríquez y A. Camaño. 2010. Effects of rocky shore coseismic uplift and the 2010 Chilean mega earthquake on intertidal biomarker species. *Marine Ecology Progress Series* 418: 17-23.
- Cereceda L. y D. Czischke. 2001. Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Marinos Bentónicos, nueva modalidad para el desarrollo sustentable del sector pesquero artesanal. *Ambiente y Desarrollo* (junio): 40 -49.
- Cinti A. 2006. Las áreas de manejo desde la perspectiva de pescadores de pequeña escala de la IV Región, Chile. Tesis Mag. Cs. Universidad Católica del Norte, Coquimbo IV Región, Chile. 136pp.
- Ciriacy-Wantrup, S.V. y R.C. Bishop. 1975. “Common property” as a concept in natural resource policy. *Nat. Resource. J.* 15: 713-27.
- Cubillos L. 2005. Biología pesquera & evaluación de stock. Laboratorio Evaluación de Poblaciones Marinas & Análisis de Pesquerías. Dpto. de Oceanografía, Univ. de Concepción. 198pp.
- Chávez C., J. Dresdner, M. Quiroga, M. Baquedano, N. González y R. Castro. 2010. Evaluación socio-económica de la pesquería del recurso loco asociada al régimen de áreas de manejo, como elemento de decisión para la administración pesquera”. Informe Final, Proyecto FIP 2008-31. 414 pp. + Anexos.
- Chen Y., M. Kanaiwa y C. Wilson. 2005. Developing and evaluating a size- structured stock assessment model for the American lobster, *Homarus americanus*, fishery. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, Vol. 39: 645–660.
- Christy F.T. 1996. The death rattle of open access and the advent of property rights regimes in fisheries. *Marine Resource Economics*. Volume 11: 287–304.
- Christy F.T. 2000. Common property rights: an alternative to ITQs. En: Shotton, R. (ed.). *Use of property rights in fisheries management*. Proceedings of the FishRights99 Conference. Fremantle, Western Australia, 11-19 November 1999. Mini-course lectures and core

- conference presentations. FAO Fisheries Technical Paper. No. 404/1. Rome, FAO. 342p. pp: 118-135
- Christy F.T. Jr. 1982. Territorial use rights in marine fisheries: definitions and conditions. FAO Fish. Tech. Pap. 227,10 p.
- Davidson S., M-A. Ouellet y M-J Robichaud. 2007. A preliminary rural livelihood assessment, community dynamics and income diversification strategies in La Zahina, Panama. Conservation Through Research And Action (CREA). 68pp.
- Davis G. E., P.L. Haaker y D.V. Richards. 1998. The perilous condition of white abalone *Haliotis sorenseni*, Bartsch 1940. Journal of Shellfish Research, 17: 871–876.
- Defeo O. y J.C. Castilla. 2005. More than one bag for the world fishery crisis and keys for co-management successes in selected artisanal Latin American shellfisheries. Reviews in Fish Biology and Fisheries 15:265–283.
- Defeo O., J.C. Castilla y M. Castrejón. 2009. Pesquerías artesanales de invertebrados en América Latina: paradigmas emergentes de manejo y gobernanza. Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui. II: 89-117.
- Evans D. 2000. The consequences of illegal, unreported and unregulated fishing for fishery data and management. Expert consultation on illegal, unreported and unregulated fishing. FAO: IUU/2000/12, 9 pp.
- Evans L., N. Cherrett y D. Pems. 2011. Assessing the impact of fisheries co-management interventions in developing countries: A meta-analysis. J. Environ. Manage. 92: 1938-1949.
- Fariás M., G. Vargas, A. Tassara, S. Carretier, S. Baize, D. Melnick y K. Bataille. 2010. Land level changes produced by the M_w 8,8 2010 Chilean earthquake. Science 329: 916.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2001. Plan de Acción Internacional para prevenir, desalentar y eliminar la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada. FAO, Roma. 27p. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/y1224s/y1224s00.pdf> (accedido el '12jun19).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2005. Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 10. Rome, FAO. 79 pp.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2008. FishStat Plus Capdet data. FAO, Roma, Italia.
- Fournier D. y C. P. Archibald. 1982. A general theory for analyzing catch at age data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 1195-1207
<ftp://ftp.fao.org/Fi/DOCUMENT/IPOAS/national/chile/iuu.pdf> (accedido el '12jul09)
- Gallardo G.L. 2008. From seascapes of extinction to seascapes of confidence - Territorial use rights in fisheries in Chile: El Quisco and Puerto Oscuro. Centre for Sustainable Development (CSD), Universidad de Uppsala, Suecia. 195pp
- Gallic B.L. y A. Cox. 2006. An economic analysis of illegal, unreported and unregulated (IUU) fishing: Key drivers and possible solutions. Marine Policy 30: 689–695.
- Gelcich S., G. Edwards-Jones y M.J. Kaiser. 2004 Importance of attitudinal differences among artisanal fishers toward co-management and conservation of marine resources. Conservation Biology 19(3): 865-875.
- Gelcich S., G. Edwards-Jones y M.J. Kaiser. 2007. Heterogeneity in fishers' harvesting decisions under a marine territorial user rights policy. Ecological Economics 61: 246 – 254.
- Gelcich S., G. Edwards-Jones, M. J. Kaiser, y J. C. Castilla. 2006. Co-management policy can reduce resilience in traditionally managed marine ecosystems. Ecosystems 9: 951 – 966.
- Gelcich S., G. Edwards-Jones, M.J. Kaiser y E. Watson. 2005. Using discourses for policy evaluation: the case of marine common property rights in Chile. Society and Natural Resources, 18: 377–391.

- Gelcich S., N. Godoy y J.C. Castilla. 2009. Artisanal fishers' perceptions regarding coastal co-management policies in Chile and their potentials to scale-up marine biodiversity conservation. *Ocean & Coastal Management* 52 (2009) 424–432.
- Gelcich S., T.P. Hughes, P. Olsson, Carl Folke, O. Defeo, M. Fernández, S. Foale, L. Gunderson, C. Rodríguez-Sickert, M. Scheffer, R.S. Steneck y J.C. Castilla. 2010. Navigating transformations in governance of Chilean marine coastal resources. *Proc. Natl. Acad. Sci. E.U.A.* 107(39): 16794–16799.
- Goetz, J. P. y M. D. LeCompte. 1984. *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Ed. Morata, Madrid. 278pp.
- González E. 1996. Territorial Use Rights in Chilean Fisheries. *Marine Resource Economics* 11: 211–218.
- González J., C. Tapia, A. Wilson, W. Stotz, J.M. (Lobo) Orensanz, A. Parma, J. Valero, M. Catrileo y J. Garrido. 2005. Bases biológicas para la evaluación y manejo de metapoblaciones de loco en la III y IV Regiones. Informe Final Corregido, Proyecto FIP N° 2002-16. 338pp
- González J., W. Stotz, J. Garrido, J. M. Orensanz, A. Parma, C. Tapia y A. Zuleta. 2006. The Chilean Turf System: How Is It Performing In The Case Of The Loco Fishery?. *Bulletin Of Marine Science*, 78(3): 499–527.
- Gordon, H. 1954. The economic theory of a common property: The fishery. *J. Political Econ.* 62(2): 124-142.
- Gordon H.R. y P.A. Cook. 2004. World abalone fisheries and aquaculture update: supply and market dynamics. *J. Shellfish Res.* 23: 935-939.
- Haddon M. 2001. *Modelling and quantitative methods in fisheries*. Chapman & Hall/CRC. Florida, EUA. 406p.
- Hardin G. 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162: 1243–1248.
- Hardin, G. 1998. Extension of “the tragedy of the commons”. *Science* 280: 682-683.
- Hauck M. 1999. Regulating marine resources in South Africa: a case study of abalone poaching. *Acta Juridica* 1999: 211–228.
- Hauck M. y N. A. Sweijd. 1999. A case study of abalone poaching in South Africa and its impact on fisheries management. *ICES Journal of Marine Science*, 56: 1024–1032.
- Haye P.A., N.I. Segovia, R. Vera, M.Á. Gallardo y C. Gallardo-Escárate. 2012. Authentication of commercialized crab-meat in Chile using DNA Barcoding. *Food Control* 25(1): 239–244.
- Instituto de Fomento Pesquero y Servicio Nacional de Pesca (IFOP-SERNAPESCA). 2010. Efectos del terremoto y maremoto del 27 de febrero de 2010 en las caletas de la V a la IX Regiones. Informe Especial. 107pp.
- Izquierdo L., J.M. Galán, J.I. Santos y R. del Olmo. 2008. Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. *EMPIRIA, Revista de Metodología de Ciencias Sociales.* (16): 85-112
- Jerez G. 2001. El Concepto de Área de Manejo como Base para la Conservación de los Recursos Bentónicos y su Aporte a la Biodiversidad Marina Costera Chilena. En: *Sustentabilidad de la Biodiversidad*. Universidad de Concepción, pp. 855-867.
- Kuperan K., N.M.R. Abdullah, R.S. Pomeroy, E.L. Genio y A.M. Salamanca. 2008. Measuring transaction costs of fisheries co-management. *Coastal Management* 36 (3), 225-240.
- LADDER Research Team. 2001. *Methods manual for fieldwork: livelihoods and diversifications explored by research*. LADDER Working Paper No. 2. The Overseas Development Group (ODG). 48pp.
- Larkin S.L., G. Sylvia, M. Harte y K. Quigley. 2006. Optimal Rebuilding of Fish Stocks in Different Nations: Bioeconomic Lessons for Regulators. *Marine Resource Economics* 21: 395-413.
- Larraín J. 2001. *Identidad Chilena*. LOM Ediciones, Santiago, Chile. 274 pp.

- Leiva G.E. y J.C. Castilla. 2002. A review of the world marine gastropod fishery: evolution of catches, management and the Chilean experience. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11: 283–300
- Lin J.L. 2002. Viability, economic transition and reflections on neo-classical economics. Workshops at the Graduate School of Chinese Academy of Social Sciences. Peking University. China. 24pp.
- Lopez, H. 2008. The Social Discount Rate: Estimates for Nine Latin American Countries. World Bank, Policy Research Working Paper 4639. 19 pp.
- Mardones M. 2008. Antecedentes históricos del "Loco". *Desarrollo, FEREPa Bio Bio, La Revista del Pescador Artesanal*: 28-30.
- Marín A. 2009. Networks and Co-management in Small-scale Fisheries in Chile. Master Thesis, Faculty of Graduate Studies of The University of Manitoba. Canadá. 166pp.
- Marín A. y F. Berkes. 2010. Network approach for understanding small-scale fisheries governance: The case of the Chilean coastal co-management system. *Marine Policy* 34(5): 851-858
- Marín A., S. Gelcich, G. Araya, G. Olea, M. Espindola y J.C. Castilla. 2010a. The 2010 tsunami in Chile: Devastation and survival of coastal small-scale fishing communities. *Marine Policy* 34:1381-1384.
- Martínez M. 1994. La investigación cualitativa etnográfica en educación: manual teórico-práctico. Ed. Trillas 2nd Edic. México D.F.. 175pp.
- Meltzoff S., Y. Lichtensztajn y W. Stotz. 2002. Competing visions for marine tenure and co-management: genesis of a marine management area in Chile. *Coastal Management* 30:85-99.
- Ministerio de Planificación y Cooperación de Chile (MIDEPLAN). 2009. Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN).
- Ministerio de Planificación y Cooperación de Chile (MIDEPLAN). 2011. Precios sociales para la evaluación social de proyectos. 6pp. Disponible en: www.gorecoquimbo.gob.cl/bpt/estandar_11/precios_sociales.pdf (accedido el 14 abr. 2013)
- Molinet C y C.A. Moreno. 2009. Distribución espacial de larvas veliger de *Concholepas concholepas* (Bruguiere) (Gastrópoda, Muricidae) en el mar interior de la Patagonia Noroccidental, Chile. *Cienc. Tecnol. Mar*, 32 (1): 71-82
- Mondaca-Schachermayer C. I., J. Aburto, G. Cundill, D. Lancellotti, C. Tapia, y W. Stotz. 2011. An empirical analysis of the social and ecological outcomes of state subsidies for small-scale fisheries: a case study from Chile. *Ecology and Society* 16(3): 17.
- Montoya M. 2007. Diagnóstico económico de la pesquería del recurso loco (2000 - 2006). Subsecretaría de Pesca.
- Moreno C.A. 2004. Efectos de El Niño en el reclutamiento de *Concholepas concholepas* y *Tegula atra* (Mollusca: Gastropoda) en la costa de Valdivia, Chile. En: Avaria S., J. Carrasco, J. Rutllant & E. Yáñez (eds). *El Niño-La Niña 1997-2000, sus efectos en Chile*, CONA, Valparaíso. pp. 179-189.
- Nielsen J.R., P. Degnbola, K.K. Viswanathanb, M. Ahmedb, M. Harac y N.M.R. Abdullah. 2004. Fisheries co-management - an institutional innovation? Lessons from South East Asia and Southern Africa. *Marine Policy* 28: 151–160.
- Olguín A. y G. Jerez. 2003. Chile - Especies Bentónicas de Importancia Comercial. Serie - Chile: Recursos Pesqueros N° 1, Inst. Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso. 30 pp.
- Orensanz J.M., A. Parma, G. Jerez, N. Barahona, M. Montecinos e I. Elias. 2005. What are the key elements for the sustainability of "S-fisheries"? insights from South America. *Bulletin Of Marine Science*, 76(2): 527–556.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, y Ministerio de Agricultura de Chile (FAO-MINAGRI). 2010. Diseño de Proyectos de Desarrollo Territorial Rural - Informe de impacto del terremoto y maremoto en la comuna de Tirúa. 53pp.
- Ortiz M. y R. Levins. 2011. Re-stocking practices and illegal fishing in northern Chile (SE Pacific coast): a study case. *Oikos* 120: 1402–1412, 2011.
- Ostrom E. 1990. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press, New York.
- Ostrom, E. 1992. The rudiments of a theory of the origins, survival, and performance of common-property institutions. En: D.W. Bromley (ed), *Making the Commons Work: Theory, Practice and Policy*. ICS Press, San Francisco.
- Palma M y C. Chávez. 2006. Normas y cumplimiento en Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos – Estudio de caso en la Región del Bio-Bio. *Estudios Públicos* 103: 237 – 276.
- Parma A., J.M. Orensanz, I. Elías y G. Jerez. 2001. Diving for Shellfish and Data: Incentives for the Participation of Fishers in the Monitoring and Management of Artisanal Fisheries Around Southern South America. En: Newman, S.; J. Gaughan, G. Jackson, M. Mackie, B. Molony, J. St John, y P. Kailola (eds.). *Towards Sustainability of Data-Limited MultiSector Fisheries*. Australian Society for Fish Biology Workshop Proceedings. Bunbury, Australia. Disponible en: <http://www.asfb.org.au/pubs/2001/07parma.htm>
- Pauly D. 2006. Major trends in small-scale fisheries, with emphasis on developing countries, and some implications for the social sciences. *Maritime Studies (MAST)* 4: 7-22
- Plagányi É., D. Butterworth y A. Brandão. 2001. Toward assessing the South African Abalone *Haliotis midae* using an age structure production model. *Journal of shellfish Research* 20(2): 813-827.
- Plagányi É., D. Butterworth, M. Burgener. 2011. Illegal and unreported fishing on abalone—Quantifying the extent using a fully integrated assessment model. *Fisheries Research* 107: 221–232
- Prellezo R., P. Accadia, J.L. Andersen, A. Little, R. Nielsen, B.S. Andersen, C. Röckmann, J. Powell y E. Buisman. 2009. Survey of existing bioeconomic models: Final report. Sukarrieta: AZTI-Tecnalia. 283 pp.
- Prince J. 2003. Combating the tyranny of scale for Haliotids: micro-management for micro-stocks. *Bulletin of Marine Science* 75(2): 557-577.
- Quezada J., E. Jaque, A. Belmonte, A. Fernández, D. Vásquez y C. Martínez. 2010. Movimientos cosísmicos verticales y cambios geomorfológicos durante el terremoto Mw=8,8 del 27 de febrero de 2010 en el centro sur de Chile. *Rev. Geo. Sur* 2: 11-45.
- Quinn, T y R. Deriso. 1999. *Quantitative Fish Dynamics*. Oxford University Press, New York. 541 pp.
- Quiñones, R., A.F. Hernández, I. Navarrete, C. Palma, J. Dresdner, L. Vidal, A. Hernández, R. Rivas y F. Saldías. 2005. Caracterización socioeconómica y productiva de las comunidades de macheros Lafkenches que habitan entre Punta Morguilla y la Ribera Norte del Río Paicaví. Informe Final del proyecto FNDR “Análisis, transferencia e intervención socio-productiva en áreas de desarrollo Lafkenche”, Código BIP 30027032-0. Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, 304 pp + anexos.
- Quiroz D. y H. Zumaeta. 1999. Ecología, historia y cultura en la Isla Mocha, Provincia de Arauco: 1.850-1.994. En: Quiroz D. (Ed.). *Isla Mocha*. Departamento de Antropología, Universidad de Chile.
- Raemaekers S., M. Hauck, M. Bürgener, A. Mackenzie, G. Maharaj, É.E. Plagányi y P.J. Britz. 2011. Review of the causes of the rise of the illegal South African abalone fishery and consequent closure of the rights-based fishery. *Ocean & Coastal Management* 54: 433-445.

- Reyes B. y D. Jara. 2004. Gobernanza ambiental: mensajes desde la periferia. Informe Final del Proyecto Fondo Minka de Chorlavi. Instituto de Ecología Política. 44pp.
- Rozzi R. 2007. Legislando la relación sociedad–naturaleza. *Revista Ambiente y Desarrollo* 23(1): 64-66.
- Ruiz J. 2009. Análisis sociológico del discurso: métodos y lógicas. *Forum: Qualitative Social Research*. 10(2): 1-32.
- Salas S., R. Chuenpagdee, J.C. Seijo y A. Charles. 2007. Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fisheries Research* 87: 5–16.
- Salazar G. 2006. Evaluación de los Factores que afectan a la competitividad de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos de la Octava Región, Chile. Tesis Magíster en Ing. Industrial, Fac. Ingeniería. Universidad de Concepción. 84pp + Anexos.
- Sánchez J., A. Hernández, M. Agüero, E. González, L. Miranda, C. Vásquez y A. Ibañez. 2002. Ordenamiento de la Pesquería de Huevo y Navajuela. Proyecto FIP 2002-26, Informe Final. 275 pp.
- Schumann S. 2007. Co-management and “consciousness”: Fishers’ assimilation of management principles in Chile. *Marine Policy* 31: 101–111.
- Schumann S. 2008. ¿Colaboración o colisión? La relación entre los pescadores artesanales y sus consultoras técnicas y su relevancia para las áreas de manejo en Chile. Valparaíso, Chile. 150pp. Disponible en: http://www.ferepabiobio.cl/xpdinam/db/archivos/descargas/1237320304/Colaboracion_o_colision.pdf
- Schurman R. 1996. Snails, southern hake and sustainability: neo-liberalism and natural resource exports in Chile. *World Development* 24: 1.695 – 1.709.
- Scott, A. 1955. The fishery: the objectives of sole ownership. *J. Polit. Econ.* 63:116-124.
- SERNAPESCA (National Fisheries Service). 2004. National Action Plan from Chile, to prevent, deter and eliminates fishing IUU activities (PAI IUU). Ministerio de Economía y Energía de la República de Chile. 41pp. Disponible en:
- Smith M.D. y J.E. Wilen. 2003. Economic impacts of marine reserves: the importance of spatial behavior. *Journal of Environmental Economics and Management*, 46: 183–206
- Sobenes C. 2005. Evaluación de Factores determinantes que contribuyen al desempeño económico de las áreas de manejo: aplicación en la VIII Región. Tesis Magíster en Economía Recs. Naturls. y Medio Amb., Fac. Cs. Econ. y Administ. Universidad de Concepción. 62pp.
- Sobenes C. y C. Chávez. 2009. Determinants of economic performance for coastal managed areas in central-southern Chile. *Environment and Development Economics*, 14(6): 717-738.
- SODEPAR S.A. (Sociedad de Desarrollo de la Pesca Artesanal Sociedad Anónima). 2005. Facsímil - Informe de Seguimiento N° 1 AMERB Quechol Sur, VIII Región. 19pp + Anexos.
- SODEPAR S.A. (Sociedad de Desarrollo de la Pesca Artesanal Sociedad Anónima) 2006. Informe de Resultados, Estudio de Situación Base, Plan de Manejo y Explotación del AMERB Quechol VIII Región. 29pp.
- SODEPAR S.A. (Sociedad de Desarrollo de la Pesca Artesanal Sociedad Anónima). 2006a. Facsímil - Informe de Seguimiento N° 2 AMERB Quechol Sur, VIII Región. 21pp + Anexos.
- SODEPAR S.A. (Sociedad de Desarrollo de la Pesca Artesanal Sociedad Anónima). 2007. Facsímil - Informe de Seguimiento N° 3 AMERB Quechol Sur, VIII Región. 21pp + Anexos.
- SODEPAR S.A. (Sociedad de Desarrollo de la Pesca Artesanal Sociedad Anónima). 2008. Facsímil - Informe de Seguimiento N° 4 AMERB Quechol Sur, VIII Región. 21pp + Anexos.
- SODEPAR S.A. (Sociedad de Desarrollo de la Pesca Artesanal Sociedad Anónima) 2009. Facsímil - Informe de Seguimiento N° 5 AMERB Quechol Sur, VIII Región. 21pp + Anexos.

- Sp Consultores. 2010. Facsímil - Informe de Seguimiento N° 6 del Área de Manejo Isla Mocha Quechol Sur, VIII Región. 26pp.
- Sparre, P. y S. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1-Manual. FAO Documento técnico de pesca 306/1. 420 p.
- Stotz W., D.A. Lancelotti, D.J. Martínez, P. de Amesti y E. Pérez. 1991. Variación temporal y espacial del registro de juveniles recién asentados de *Concholepas concholepas* (Brugière, 1.789) en e intermareal rocoso de la IV Región, Chile. Rev. Biol. Mar. Valparaíso 26(2): 351-361.
- Stotz W., L. Caillaux, J. Aburto, D. Lancellotti, M. Valdebenito, L. Rodríguez, P. Araya, C. Cerda y R. Varela. 2005. Formulación de metodologías para evaluar el desempeño de Áreas de Manejo. Grupo de Ecología y Manejo de Recursos - Universidad Católica del Norte (Chile). Informe Final Proyecto FIP 2003-18. 257pp.
- Stotz W.1.997. Las áreas de manejo en la Ley de Pesca y Acuicultura: primeras experiencias evaluación de la utilidad de esta herramienta para el recurso loco. Estud. Oceanol. 16: 67-86.
- SUBPESCA (Subsecretaria de Pesca). 2000. Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos: Documento de difusión N°2, Departamento de Pesquerías. 13 pp.
- SUBPESCA (Subsecretaria de Pesca). 2001. Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos: Consideraciones Técnicas ESBA, PME A e Informe Anual. Documento Técnico N°3, Departamento de Pesquerías. 35 pp.
- SUBPESCA (Subsecretaria de Pesca). 2003. Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. Documento de Difusión N°1 (junio 2000 actualizado en junio 2003). 11 pp.
- SUBPESCA (Subsecretaria de Pesca). 2009. Informe Técnico AMERB N° 137/2009 Evaluación 3° Informe de Seguimiento “Isla Mocha Sector Quechol”, VIII Región. Subpesca - Unidad de Recursos Bentónicos. 6pp.
- SUBPESCA (Subsecretaria de Pesca). 2011. Informe Técnico AMERB N° 025/2011 Evaluación 1° Informe de Seguimiento “Isla Mocha Sector Sur”, VIII Región. Subpesca - Unidad de Recursos Bentónicos. 5pp.
- SUBPESCA (Subsecretaria de Pesca). 2011a. Informe Técnico AMERB N° 046/2011 Evaluación 6° Informe de Seguimiento “Isla Mocha Quechol Sur”, VIII Región. Subpesca - Unidad de Recursos Bentónicos. 10pp.
- SUBPESCA (Subsecretaria de Pesca). 2011b. Informe Técnico AMERB N° 084/2011 Evaluación 3° Informe de Seguimiento “Este Isla Mocha”, VIII Región. Subpesca - Unidad de Recursos Bentónicos. 5pp.
- SUBPESCA (Subsecretaria de Pesca). 2011c. Informe Técnico AMERB N° 088/2011 Evaluación 1° Informe de Seguimiento “Weste Isla Mocha”, VIII Región. Subpesca - Unidad de Recursos Bentónicos. 8pp.
- SUBPESCA (Subsecretaria de Pesca). 2011d. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 054- 2011 Modificación de la veda biológica del recurso “loco”, Regiones VII - XI. Valparaíso. 18pp.
- Symes D. 2006. Fisheries governance: A coming of age for fisheries social science? Fisheries Research 81: 113-117
- Tailby R. y F. Gant. 2002. The Illegal Market in Australian Abalone. Australian Institute of Criminology (AIC), Trends & Issues in Crime and Criminal Justice, 225: 1-6.
- Tam J., W. Palma, M. Riofrio, O. Aracena y M.I. Lépez. 1996. Decision analysis applied to the fishery of *Concholepas concholepas* from Central Northern Coast of Chile. NAGA The ICLARM Quarterly, 19: 46-48
- Townsend R. 1995. Transferable Dynamic Stock Rights. Marine Policy 19(2): 153-158.
- Universidad de Concepción (UdeC). 2010. Mar de Esperanza, Universidad apoya a pescadores artesanales. Investigación y Desarrollo en la Universidad de Concepción (I+D+i UdeC). 22: 40-43.

- Van Holt T. 2012. Landscape influences on fisher success: adaptation strategies in closed and open access fisheries in southern Chile. *Ecology and Society* 17(1): 20pp. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04608-170128> (accedido el '12may29)
- Villena M. y C. Chávez. 2004. The Economics of Territorial Use Rights Regulations: A Game Theoretic Approach. Disponible en <http://www.economia.puc.cl/documentos/15abril.pdf> (accedido el '09set27)
- Yáñez E., E. González, L. Cubillos, S. Hormazábal, H. Trujillo, L. Álvarez, A. Órdenes, M. Pedraza y G. Aedo. 2001. Chapter 10: Knowledge and Research on Chilean Fisheries Resources - Diagnosis and Recommendations for Sustainable Development. En: Ommer, Perry, Cury y Cochrane (eds.). *World Fisheries: A Social-Ecological Analysis*. 1st Edition, Blackwell Publishing Ltd.: 168-181.
- Zúñiga S., P. Ramírez y M. Valdebenito. 2010. Medición de los impactos socio-económicos de las Áreas de Manejo en las comunidades de pescadores del norte de Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 38(1): 15-26

9 ANEXOS

9.1 Entrevista semi estructurada aplicada para el desarrollo del presente estudio

Objetivos de la entrevista

1. Estimar la magnitud de los robos de ‘loco’ en las AMERB de Isla Mocha.
2. Comprender los efectos del robo de ‘loco’ de las AMERB, sobre la organización asignataria y sobre el recurso, y también conocer cuáles son sus opiniones respecto a las causas y propuestas de solución para este problema.

Información para el consentimiento del entrevistado sobre su participación en el estudio de investigación

Se le solicita participar voluntariamente en una investigación requerida para una tesis de magíster en pesquería de la Universidad de Concepción.

En la investigación se pretende entrevistar entre 40 – 50 personas (del “Sindicato” ó “la Funcional”) participantes de AMERB.

Su participación tomará aproximadamente 30 minutos. Aunque se le pedirán datos personales, sólo se usarán para fines de ordenar la información recopilada. Los resultados serán anónimos.

Nombre: _____; Edad: _____; Organización: _____; Cargo: _____
Fecha: _____; Hora: _____; Parcela / Lote: _____; Reubicado: _____; Función durante la cosecha en AMERB: _____
1. ¿Ha observado robo de ‘loco’ realizado por foráneos en las AMs de la Isla? ¿de dónde proceden? ¿cómo lo realizan? ¿en qué época y cuántas veces al año? ¿cuándo empeora? ¿cuánto extrae un buzo / embarcación infractora? ¿ha cambiado esto en años previos?
2. ¿Ha observado robo de ‘loco’ realizado por isleños en sus AMs? ¿de qué organización proceden? ¿cómo lo realizan? ¿en qué época y cuántas veces al año? ¿cuándo empeora? ¿cuánto extrae una embarcación infractora? ¿ha cambiado esto en años previos?
3. ¿Por qué cree que se produce el robo de ‘loco’ realizado por foráneos en sus AMs y cómo cree que se puede solucionar?
4. ¿Por qué cree que se produce el robo de ‘loco’ realizado por isleños de ‘loco’ en sus AMs y cómo cree que se puede solucionar?
5. ¿Qué tallas tienen los ‘locos’ robados?

9.2 Comunicaciones recibidas de SERNAPESCA en respuesta a consultas sobre captura ilegal de 'loco' en Isla Mocha entre 2004 – 2011

	ORD. /N° <u>1180E</u> ANT. Consulta SIAC N° 460020412/21.01.2012 MAT.: Respuesta a lo Solicitado TALCAHUANO, 17 FEB 2012
DE :	DIRECTORA (S) SERNAPESCA - REGIÓN DEL BIO BÍO
A :	SR. RICARDO MAXIMO BANDIN LLANOS AVDA. EJERCITO 2165, BLOCK 2, DEPTO. 401 CONCEPCIÓN.
<p>Por medio del presente y según lo solicitado a través de Sistema Integral de Información y Atención Ciudadana (SIAC) informo a usted:</p> <p>Que nuestras acciones de control sobre los centros de extracción en Isla Mocha dependen exclusivamente de condiciones climáticas óptimas, de que se cuente con recursos suficientes para cometidos a lugares alejados, así como del apoyo de la Armada de Chile para el acceder a los distintos lugares de la Isla, en virtud de lo anterior puedo responder lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none">1. No se han registrado infracciones por extracción ilegal de loco en Isla Mocha, por lo tanto, tampoco disponemos de la talla promedio, caletas base de los extractores ilegales, de las características de las embarcaciones infractoras y su modo de operación.2. Dado lo expuesto en punto anterior, no se cuentan con estimados anuales de extracción ilegal del recurso loco, por consiguiente no es posible determinar los meses de mayor incidencia. <p>Respecto del número de embarcaciones que extraen recurso loco en las localidades de Tirúa, Quidico, Lebu e Isla Mocha fue contestado por nuestro ORD./VIII/N° 860 E con fecha 09.02.2012, cuya copia adjuntamos.</p> <p>Esperando que esta información sea de utilidad para su tesis, le saluda atentamente.</p>	
<div style="text-align: right;"> CARMEN INES GODOY VEGA DIRECTORA (S) REGIÓN DEL BIO BÍO SERVICIO NACIONAL DE PESCA</div>	
CGV/RSV <ul style="list-style-type: none">• Sr. Ricardo Bandin LLanos• FIP Regional• Archivo SIAC Regional	



ORD./VIII/Nº **860 E**

ANT: SIAC Nº 460028912 / 29.01.2012

MAT: **Embarcaciones Artesanales**

TALCAHUANO, **09 FEB 2012**

DE: DIRECTOR SERNAPESCA - REGIÓN DEL BIOBÍO

A: SR. RICARDO MAXIMO BANDIN LLANOS
AVDA. EJERCITO 2165, BLOCK 2, DEPTO. 401
Concepción

Por intermedio del presente y según lo solicitado a través del Sistema Integral de Información y Atención Ciudadana (SIAC) y que dice relación con la entrega de información de las embarcaciones que operan en la extracción del recurso Loco, para las caletas Isla Mocha, Tirúa, Quidico y Lebu, para el período 2004 al 2011. Informo a Usted, que solo existen datos del número de embarcaciones que apoyan la extracción de recurso loco, solo para el año 2011 y para las áreas de manejo de la Isla Mocha, este dato corresponde a 29 embarcaciones artesanales, que ayudan al traslado de recurso desde el área de manejo a la caleta de desembarque.

Adicionalmente le informo que el esfuerzo de pesca, en la extracción del recurso Loco, es realizado por los buzos mariscadores y las embarcaciones artesanales solo cumplen la función de traslado del mencionado recurso.

Saluda atentamente,



MARCELO ANTONIO MORENO TOLEDO
DIRECTOR REGIÓN DEL BIOBÍO
SERVICIO NACIONAL DE PESCA

MMT / NVC.
Distribución:
- El indicado
- S.I.E.P. Regional
- Archivo SIAC Regional



420504310

ORD./VIII/N° _____ /

ANT. : SISCOBO N°420083110

MAT. : Lo que indica

TALCAHUANO, 26 JUL 2010

DE :DIRECTORA (S) SERNAPESCA REGION DEL BIOBIO

A :DR. RENATO QUIÑONES BERGERET
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN, FACULTAD DE CIENCIAS
NATURALES Y OCEANOGRÁFICAS, U. DE CONCEPCIÓN.

Por medio del presente y en relación a la solicitud de información contenida en antecedentes de este oficio, relativas a la ocurrencia de actividades ilegales en el sector Isla Mocha en el período 2002-2009, cumpla con señalar lo siguiente:

- En relación al número de denuncias por mes recepcionadas por este Servicio: Éstas son efectuadas ante esta Institución por vía informal y/o telefónica, razón por la cual no existe un registro o archivo físico de las mismas. Para vuestro conocimiento, la mayoría de las denuncias son efectuadas directamente ante la Autoridad Marítima de la Isla.
- En relación con las infracciones cursadas por este Servicio (entendiendo por tales las citaciones cursadas por Inspectores al constatarse una infracción): Durante el período consultado, no se cursaron citaciones en ese sector por esta Institución. Cabe hacer presente que las denuncias que son efectuadas no llegan a materializarse en una citación, debido a la lejanía de nuestra oficina más próxima a la Isla (oficina de la comuna de Lebu), la cual imposibilita que estemos presentes al momento de efectuarse la denuncia.

Continúa en la siguiente página

- En relación con el tipo de infracción, infractores, embarcaciones y recursos:
Como ya se ha señalado precedentemente, esta Institución no cuenta con registro de infracciones para este período, por lo cual esta información no obra en nuestro poder.

Sin perjuicio de lo anterior y aún a falta de registros es de conocimiento de este Servicio que los robos u otros actos ilegales cometidos en Isla Mocha tienen ocurrencia durante todo el año calendario y por regla general sobre recursos bajo la talla mínima de extracción, siendo en la mayoría de los casos los autores de las mismas, pescadores/buzos de caletas contiguas y el recurso loco el objeto de dichos ilícitos.

Cabe hacer presente que el cuidado de las AMERB es de responsabilidad exclusiva de la Organización beneficiaria del área, pudiendo incluso las mismas efectuar la denuncia directamente ante el Tribunal, en el caso de ilícitos cometidos dentro del área de manejo respectiva y cumpliéndose los demás requisitos prescritos por el artículo 125 N°1 bis de la Ley General de Pesca y Acuicultura, lo cual adquiere mayor relevancia habida consideración de que la fiscalización sobre dicha medida de administración en la zona de Isla Mocha es particularmente compleja, en atención al difícil acceso de nuestro personal a dicho sector.

Sin otro particular, se despide atentamente


LILIAN SILVIA TRONCOSO GOMEZ
DIRECTORA (S) REGION DEL BIOBIO
SERVICIO NACIONAL DE PESCA

LTG/EFC/RPS/MGIT/mgit

Distribución:

- Indicado
- Programa Jurídico regional.
- Archivo Regional.

9.3 Comunicaciones recibidas de la ARMADA en respuesta a consultas sobre captura ilegal de 'loco' en Isla Mocha entre 2004 – 2011

<p>ARMADA DE CHILE COMANDANCIA EN JEFE ESTADO MAYOR GENERAL</p>	<h1>PÚBLICO</h1> <p>O.T.A.I.P.A. ORDINARIO N° 12900/1107 R.B.L.</p> <p>OBJ.: Remite respuesta al requerimiento de información, relacionado con la captura ilegal de locos.</p> <p>REF.: Solicitud de Información N° AD007W-0000222, del 17 de mayo de 2012.</p>
<p>SANTIAGO, 11 JUN 2012</p> <p>DEL JEFE DE LA OFICINA DE TRANSPARENCIA DE LA ARMADA AL SR. RICARDO MÁXIMO BANDIN LLANOS</p>	
<p>1.- Por solicitud de información citada en la referencia, Ud. requirió a la Institución, estimar desde el año 2000 al 2011 si es posible, el volumen anual de captura ilegal del recurso loco proveniente del litoral de la Isla Mocha, en especial de las áreas de manejo existentes; toda la data disponible por mes, por año hasta el 2011 sobre intervenciones a extractores furtivos del citado recurso, operando en el litoral de Isla Mocha o en las localidades continentales como Tirúa o Quidico.</p> <p>2.- En respuesta a lo anteriormente expuesto, adjunto remito a Ud., Anexos en "A" y "B", la información requerida.</p>	
<p>Saluda a Ud.</p>   LUIS LONGHI BERNAL CAPITÁN DE NAVIO IM RN JEFE OFICINA DE TRANSPARENCIA ARMADA DE CHILE	
<p>DISTRIBUCIÓN: 1.- Sr. R. BANDIN L. 2.- <u>ARCHIVO.</u></p>	

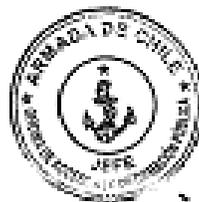
Continúa en la siguiente página

ANEXO "A"

- 1.- El registro de captura ilegal de locos, desde el año 2000 al 2011, no establece volumen anual de captura, sino cantidad de unidades decomisadas por haber sido extraídas ilegalmente, correspondientes a 3.486 Unidades en las localidades de Isla Mocha, Tirúa, Quidico, Morguilla y Caleta Yana.
- 2.- El personal marítimo (buzo) matriculado en ésta jurisdicción, por motivos de condiciones de mar comúnmente adversas, se dedica fundamentalmente a la pesca artesanal, lo que repercute en una baja actividad de buceo. No obstante, en Anexo "B" se adjuntan los datos de decomisos registrados.
- 3.- Durante los patrullajes realizados por la Autoridad Marítima, se han efectuado un total de 06 decomisos, los cuales se detallan en Anexo "B". No obstante, se sugiere consultar a SERNAPESCA por otros procedimientos.
- 4.- En conformidad al número de embarcaciones infractoras intervenidas, a la fecha suman cinco embarcaciones y un vehículo particular. Se adjunta información en Anexo "B".
- 5.- Respecto al volumen y origen de la captura de "loco" intervenida, se detalla información:

	Área de manejo	Área libre	Total
Cantidad	2.794	692	3.486

- 6.- Características de la captura ilegal de "loco" intervenida. Se adjunta información en Anexo "B".



LUIS LONGHI BERNAL
CAPITAN DE NAVO IM RN
JEFE OFICINA DE TRANSPARENCIA
ARMADA DE CHILE

DISTRIBUCIÓN:
1.- Sr. R. BANDIN L.
2.- ARCHIVO.

ANEXO "B"

CATASTRO DE EXTRACCIÓN DE RECURSO MARINO "CONCHA LEPA – CONCHA LEPA"

MES	AÑO	CANTIDAD DE RECURSO EN CONCHA	CANTIDAD DE RECURSO DESCONCHADO	EMBARCACIONES INVOLUCRADAS	NÚMERO DE TRIPULANTES A BORDO	LUGAR DE EXTRACCIÓN	AREA DE MANEJO	MODUS OPERANDI
SEPTIEMBRE	2011	---	244 UNIDADES	B/M KALAFQUEN MATRÍCULA 1189-LEB	- 3 TRIPULANTES - 2 BUZOS	TIRÚA	NO	EXTRACCIÓN CON EQUIPOS SEMI AUTÓNOMO LIVIANO HOOKA POR BUZO MARISCADOR.
MAYO	2009	246 UNIDADES	198 UNIDADES	B/M QUILANTAHUE MATRÍCULA 1234-LEB	- 2 TRIPULANTES - 1 BUZO	ISLA MOCHA	SI	EXTRACCIÓN CON EQUIPOS SEMI AUTÓNOMO LIVIANO HOOKA POR BUZO MARISCADOR.
SEPTIEMBRE	2009	68 UNIDADES	381 UNIDADES	B/M CESAR I MATRÍCULA 908-LEB	- 2 TRIPULANTES - 1 BUZO	ISLA MOCHA	SI	EXTRACCIÓN CON EQUIPOS SEMI AUTÓNOMO LIVIANO HOOKA POR BUZO MARISCADOR.
SEPTIEMBRE	2009	239 UNIDADES	722 UNIDADES	B/M DON RAMO MATRÍCULA 926-LEB	- 2 TRIPULANTES - 1 BUZO	ISLA MOCHA	SI	EXTRACCIÓN CON EQUIPOS SEMI AUTÓNOMO LIVIANO HOOKA POR BUZO MARISCADOR.
OCTUBRE	2009	940 UNIDADES	---	B/M PIRUJA MATRÍCULA 1201-LEB	- 2 TRIPULANTES - 2 BUZOS	ISLA MOCHA	SI	EXTRACCIÓN CON EQUIPOS SEMI AUTÓNOMO LIVIANO HOOKA POR BUZO MARISCADOR.
OCTUBRE	2009	---	448 UNIDADES	TRANSPORTADOS EN CAMIONETA BLANCA CHEVROLET	2 PERSONAS	LEBU	NO	RECURSO FUE ENTREGADO POR E.M. LA CUAL NO FUE IDENTIFICADA Y ERA DESTINADO A LA COMERCIALIZACIÓN

Continúa en la siguiente página

O.T.A.I.P.A. ORD. N° 12900/107 R.B.L.
FECHA: 11 JUN 2012
ANEXO "B"

PÚBLICO

HOJA N° 21

CANTIDAD TOTAL DE RECURSO ILEGAL EXTRAÍDO ENTRE EL AÑO 2000 AL 2011 SECTOR ISLA MOCHA.

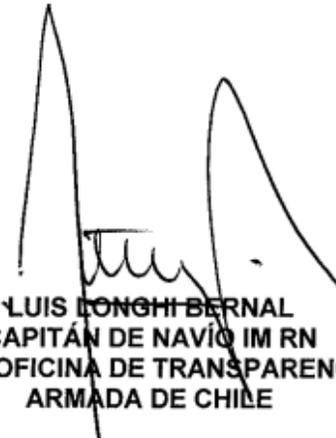
EN CONCHA : 1493 UNIDADES
DESCONCHADO : 1301 UNIDADES
TOTAL : 2794 UNIDADES

CANTIDAD DE EXTRACCIÓN ILEGAL EXTRAÍDO ENTRE EL AÑO 2000 AL 2011 EN OTRAS CALETAS.

EN CONCHA : 000 UNIDADES
DESCONCHADO : 692 UNIDADES
TOTAL : 692 UNIDADES

TOTAL DECOMISO : 3486 UNIDADES




LUIS LONGHI BERNAL
CAPITÁN DE NAVIO IM RN
JEFE OFICINA DE TRANSPARENCIA
ARMADA DE CHILE

DISTRIBUCIÓN:

- 1.- Sr. R. BANDIN L.
- 2.- ARCHIVO.

9.4 Nómina de informantes clave entrevistados en la segunda fase de la evaluación socio-económica extractiva (c.f. 4.1.2), seleccionados entre usuarios de las 2 organizaciones asignatarias de AMERB en la Isla Mocha.

Sindicato de Trabajadores Independientes de la Pesca Artesanal, Buzos Mariscadores y Actividades Conexas de Caleta Isla Mocha (STI)

Edad	Puesto en la Organización	Función durante la cosecha
48	Presidente, Socio	Adminst.Planta, Armador
25	Secretario, Socio	Armador
68	Director, Socio, ex-Presidente	Armador
41	Tesorero, Socio	Playero
39	Socio, ex-Presidente, ex-Secretario, ex-Tesorero	Armador, tripulante
33	Socio, ex-Tesorero	Armador
84	Socio	<i>(ya no labora en las cosechas)</i>
69	Socio	Playero
68	Socio	Armador
66	Socio	Armador, tripulante
65	Socio	Armador
63	Socio	Armador, tripulante
63	Socio	Tripulante, playero, vigilante
62	Socio	Armador, playero
41	Socio	Armador, tripulante
29	Socio	Armador, Tripulante
29	Socio	Buzo, tripulante
29	Socio	Buzo, tripulante
23	Socio	Buzo
46	Socio	Tripulante
43	Socio	Tripulante
34	Socio	Tripulante
28	Socio	Tripulante
26	Socio	Tripulante
57	Socio	Playero
46	Socio	Playero

Organización Funcional de Pescadores Artesanales y Buzos Mariscadores de Isla Mocha (OF)

Edad	Puesto en la Organización	Función durante la cosecha
69	Presidente, Socio	Armador
55	Secretario, Socio	Armador, dueño-material, tripulante
52	Tesorero	<i>(sólo desempeña cargo administrativo)</i>
42	Director, Socio	Calibrador
38	Director, Socio	Armador, tripulante
60	Director, Socio	Radio-operador
65	Socio, ex-Director	Armador, tripulante
61	Socio, ex-Tesorero	Armador
45	Socio, ex-Tesorero	Armador, dueño-material, tripulante
50	Socio, ex-Tesorero	Playero
67	Socio	Playero
48	Socio	Armador, buzo
51	Socio	Armador, tripulante
46	Socio	Armador, tripulante
35	Socio	Armador, buzo
27	Socio	Armador, buzo
47	Socio	Buzo
37	Socio	Buzo
35	Socio	Armador, tripulante
62	Socio	Armador
63	Socio	Dueño-material, playero, obrero-planta
66	Socio	Obrero-planta
63	Socio	Playero
55	Socio	Playero
43	Socio	Tripulante
40	Socio	Tripulante
39	Socio	Tripulante
25	Socio	Tripulante

9.5 Resultados del análisis de sensibilidad realizado con los submodelos de reclutamiento

A continuación, por cada uno de los 4 indicadores propuestos, se presentan los resultados de los ANOVA y las comparaciones de Tukey para los factores individualizados del diseño de modelación: Reclutamiento, Robo, Regla-Cosecha y Precio-Loco.

Captura formal promedio

En el ANOVA, entre los elementos significativos ($p \leq 0,0001$) más explicativos de la varianza total, el factor **Reclutamiento** ocupa el segundo lugar (con 28,5%) después del factor Regla-Cosecha (30,3%), seguido del factor Robo (12,0%), y en último término el factor Precio-Loco que resulta muy poco explicativo de la varianza total (1,4%) (**Tabla 16**).

En las comparaciones múltiples de Tukey, el factor **Reclutamiento** presenta diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en todos los casos, exceptuando los de R.Aleatr0,14 (estable) y R.Aleatr0,28 (moderado), con los mejores promedios asociados al sub-modelo SR. palo de hockey; además muestra al interior de cada sub-modelo que, contra lo esperado, los promedios de captura formal se incrementan junto con la varianza del reclutamiento, *i.e.* ante lapsos con mayor frecuencia de eventos ENSO, que se presumen desfavorables a los reclutamientos (**Tabla 17**). En el caso del factor Regla-Cosecha y en el caso del factor Robo, aparecen diferencias significativas ($p \leq 0,05$), en un previsible incremento de promedios, al escalar desde el nivel de RC:Prudente al de RC.Agresiva (de *ca.* 47 mil a 135 mil ind. respectivamente), y al descender desde el nivel de R.Descontrolado al de R.Nulo (de *ca.* 58 mil a 117 mil ind. respectivamente) (**Tabla 17**).

Razón Robo/Captura

En el ANOVA, entre los elementos significativos ($p \leq 0,0001$) más explicativos de la varianza total, el factor **Reclutamiento** ocupa el tercer lugar (con apenas 2,9%); siendo el factor Regla-Cosecha el más explicativo (24,1%) seguido del factor Robo (22,6%), quedando en último término el factor Precio-Loco con muy escaso poder explicativo de la varianza total (1,0%) (**Tabla 16**).

En las comparaciones múltiples de Tukey, el factor **Reclutamiento** sólo diferencia significativamente ($p \leq 0,05$) los grupos conformados por los casos: A) SR. palo de hockey 0,28 (moderado) y SR. palo de hockey 0,56 (fluctuante), B) SR. palo de hockey 0,14 (estable) y C) los correspondientes al sub-modelo R.Aleatorio; indicando que la introducción de variabilidad en el

sub-modelo aleatorio resulta irrelevante para fines de evaluación del impacto de los robos. Las razones promedio asociadas al sub-modelo R.Aleatorio casi duplican a aquellas asociadas a los casos SR. palo de hockey del grupo A (razones de *ca.* 3,5 vs. 1,7 respectivamente) (**Tabla 17**). En el caso del factor Regla-Cosecha, se distingue significativamente ($p \leq 0,05$) el nivel RC.Prudente (razón de 6,2) del resto de niveles (*ca.* 0,9), mostrando que tal estrategia extractiva formal, favorecería mucho la extracción ilegal en la pesquería del ‘loco’ (**Tabla 17**). En el caso del factor Robo aparecen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en un previsible incremento de promedios al escalar desde el nivel de R.Nulo al de R.Descontrolado (de 0 a 6,4 respectivamente) (**Tabla 17**)

Probabilidad de Colapso

En el ANOVA, entre los elementos significativos ($p \leq 0,0001$) más explicativos de la varianza total, están el factor **Reclutamiento** (con 70,5%); seguido del factor Robo (13,6%), y el factor Regla-Cosecha (2,6%), quedando en último término el factor Precio-Locho con un poder explicativo de la varianza total casi nulo ($<0,1\%$) (**Tabla 16**).

En las comparaciones múltiples de Tukey, el factor **Reclutamiento** presenta diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los promedios de P. de colapso de los 6 casos, con los mayores promedios asociados al sub-modelo R.Aleatr. (entre 0,69 y 0,75) vs. el sub-modelo SR. palo de hockey (entre 0,11 y 0,13); y solamente en el sub-modelo R.Aleatr. se muestra una tendencia reconocible, aunque contraria a lo esperado: incremento de promedios de P. de colapso ante la reducción de la varianza del reclutamiento, que debería generar poblaciones más resilientes (**Tabla 18**). En el caso del factor Robo y en el caso del factor Regla-Cosecha, aparecen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) con previsible incrementos de promedios, al escalar desde el nivel de R.Nulo al de R.Descontrolado (de 0,27 a 0,64 respectivamente), y al escalar desde el nivel de RC:Prudente al de RC.Agresiva (de 0,35 a 0,49 respectivamente) (**Tabla 18**).

Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (VPBNE)

En el ANOVA, entre los elementos significativos ($p \leq 0,0001$) más explicativos de la varianza total, el factor **Reclutamiento** (con 23,4%) ocupa el segundo lugar después del factor Regla-Cosecha (31,8%), seguido del factor Precio-Locho (9,8%), y en último término el factor Robo (9,3%) (**Tabla 16**).

En las comparaciones múltiples de Tukey, el factor **Reclutamiento** presenta diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los promedios de VPBNE de todos los casos, exceptuando los de R.Aleatr0,14 (estable) y R.Aleatr0,28 (moderado), con los mayores promedios asociados al sub-modelo SR. palo de hockey (entre *ca.* 25,0 y 29,6 millones \$) vs. el sub-modelo aleatorio (entre *ca.* 3,2 y 5,2 millones \$); además siguiendo el patrón observado con los promedios de captura formal, contra lo esperado al interior de cada sub-modelo, los promedios de VPBNE se incrementan junto con la varianza del reclutamiento (**Tabla 18**). En el caso del factor Regla-Cosecha y en el caso del factor Robo, aparecen diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en un previsible orden creciente de promedios, al escalar desde el nivel de RC:Prudente al de RC.Agresiva (de *ca.* 0,2 a 33,4 millones \$ respectivamente), y al descender desde el nivel de R.Descontrolado al de R.Nulo (de *ca.* 4,7 a 24,8 millones \$ respectivamente); mientras que en el caso del factor Precio-Loco se hace evidente que el peor promedio de VPBNE se asocia a un p.AU ó precio aleatorio (*ca.* 8,3 millones \$), mejorando esta situación, como era previsible, al escalar el resto de niveles hasta un p.Bueno (*ca.* 27,9 millones \$) (**Tabla 18**).

Tabla 16. ANOVA (SC Tipo III) del diseño de modelación completo, para las salidas promedio de los indicadores Captura Formal, Razón Robo/Captura, Probabilidad de Colapso y Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (VPBNE). N: muestra de data, R²: coeficiente de determinación, R²Aj: coeficiente de determinación ajustado, CV: coeficiente de variación, F.V.: fuentes de variación, SC: suma de cuadrados, gl: grados de libertad, CM: cuadrado medio, F: estadístico Fisher-Snedecor calculado, % Expl: porcentaje explicativo de la variabilidad total.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	F.V.	SC	gl	CM	F	% Expl	p-valor
Captura Formal Promedio	28800	0,7244	0,7242	37,57	Modelo	8,36E+13	13	6,43E+12	5819	72,4	<0,0001
					ReglaCosch	3,50E+13	2	1,75E+13	15846	30,3	<0,0001
					Reclutmnt	3,32E+13	5	6,63E+12	5999	28,7	<0,0001
					Robo	1,38E+13	3	4,62E+12	4175	12,0	<0,0001
					Precio Loco	1,59E+12	3	5,30E+11	479	1,4	<0,0001
					Error	3,18E+13	28786	1,11E+09		27,6	
					Total	1,15E+14	28799			100,0	
Razón Robo/Captura	28477	0,4947	0,4944	137,28	Modelo	3,55E+05	13	2,73E+04	2143,1	49,5	<0,0001
					ReglaCosch	1,73E+05	2	8,65E+04	6789,7	24,1	<0,0001
					Robo	1,62E+05	3	5,40E+04	4235,7	22,6	<0,0001
					Reclutmnt	2,07E+04	5	4,13E+03	324,3	2,9	<0,0001
					Precio Loco	7,50E+03	3	2,50E+03	196,2	1,0	<0,0001
					Error	3,63E+05	28463	1,27E+01		50,5	
					Total	7,17E+05	28476			100,0	
P-Colapso	28800	0,8671	0,8671	31,02	Modelo	3,28E+03	13	2,53E+02	14448,5	86,7	<0,0001
					Reclutmnt	2,67E+03	5	5,34E+02	30529,5	70,5	<0,0001
					Robo	5,15E+02	3	1,72E+02	9824,3	13,6	<0,0001
					ReglaCosch	9,73E+01	2	4,86E+01	2782,7	2,6	<0,0001
					Precio Loco	2,52E+00	3	8,40E-01	48,1	0,1	<0,0001
					Error	5,03E+02	28786	2,00E-02		13,3	
					Total	3,79E+03	28799			100,0	
VPBNE	28800	0,7432	0,7431	78,69	Modelo	1,26E+07	13	9,66E+05	6409,5	74,3	<0,0001
					ReglaCosch	5,37E+06	2	2,69E+06	17832,6	31,8	<0,0001
					Reclutmnt	3,94E+06	5	7,89E+05	5236,3	23,4	<0,0001
					Precio Loco	1,66E+06	3	5,53E+05	3669,9	9,8	<0,0001
					Robo	1,58E+06	3	5,26E+05	3489,2	9,3	<0,0001
					Error	4,34E+06	28786	1,51E+02		25,7	
					Total	1,69E+07	28799			100,0	

Tabla 17. Comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) del diseño de modelación completo, para las salidas promedio de los indicadores Captura Formal, Razón y Robo/Captura. DMS: diferencia mínima significativa; gl: grados de libertad; en las Comparaciones, medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Indicdr. (Varbl.)	DMS	Error	gl	Factor	Factor-nivel	Medias	n	Comparaciones
Captura formal Promedio	1143,70	1,11E+09	28786	ReglaCosch	RC.Prudnt	45622	9600	A
					RC.Constnt	88829	9600	B
					RC.Agresv	131062	9600	C
	1976,45	1,11E+09	28786	Reclutmnt	RAleatr0,14	52417	4800	A
					RAleatr0,28	53706	4800	A
					RAleatr0,56	58302	4800	B
					SR.PaloHockey0,14	116226	4800	C
					SR.PaloHockey0,28	121703	4800	D
					SR.PaloHockey0,56	128673	4800	E
	1450,74	1,11E+09	28786	Robo	R.Descntrld	55798	7200	A
					R.Alto	83785	7200	B
					R.Contrld	99123	7200	C
R.Nulo					115311	7200	D	
Razón Robo/Captura	0,1235	12,7370	28463	ReglaCosch	RC.Constnt	0,91	9600	A
					RC.Agresv	0,93	9600	A
					RC.Prudnt	6,18	9277	B
	0,1566	12,7370	28463	Robo	R.Nulo	0,00	7191	A
					R.Contrld	1,43	7145	B
					R.Alto	2,83	7099	C
					R.Descntrld	6,43	7042	D
	0,2133	12,7370	28463	Reclutmnt	SR.PaloHockey0,28	1,69	4799	A
					SR.PaloHockey0,56	1,74	4796	A
					SR.PaloHockey0,14	2,06	4799	B
RAleatr0,56					3,47	4703	C	
RAleatr0,28					3,54	4692	C	
				RAleatr0,14	3,55	4688	C	

Tabla 18. Comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) del diseño de modelación completo, para las salidas promedio de los indicadores Probabilidad de Colapso y Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (VPBNE). DMS: diferencia mínima significativa; gl: grados de libertad; en las Comparaciones, medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Variable	DMS	Error	gl	Factor	Factor-nivel	Medias	n	Comparaciones	
Probabilidad de Colapso	0,0079	0,0175	28786	Reclutmnt	SR.PaloHockey0,28	0,11	4800	A	
					SR.PaloHockey0,56	0,12	4800	B	
					SR.PaloHockey0,14	0,13	4800	C	
					RAleatr0,56	0,69	4800	D	
					RAleatr0,28	0,74	4800	E	
					RAleatr0,14	0,75	4800	F	
	0,0074	0,0175	28786	Robo	R.Nulo	0,27	7200	A	
					R.Contrld	0,37	7200	B	
					R.Alto	0,43	7200	C	
					R.Descntrld	0,64	7200	D	
	0,0058	0,0175	28786	ReglaCosch	RC.Prudnt	0,35	9600	A	
					RC.Constnt	0,43	9600	B	
					RC.Agresv	0,49	9600	C	
	VPBNE	0,4222	150,6551	28786	ReglaCosch	RC.Prudnt	0,2100	9600	A
						RC.Constnt	13,1700	9600	B
RC.Agresv						33,4100	9600	C	
0,7296		150,6551	28786	Reclutmnt	RAleatr0,14	3,1800	4800	A	
					RAleatr0,28	3,6100	4800	A	
					RAleatr0,56	5,1600	4800	B	
					SR.PaloHockey0,14	25,0800	4800	C	
					SR.PaloHockey0,28	26,9500	4800	D	
					SR.PaloHockey0,56	29,6000	4800	E	
0,5355		150,6551	28786	Precio Loco	p.AU	8,3100	7200	A	
					p.Malo	9,1000	7200	B	
					p.Base	18,0200	7200	C	
					p.Bueno	26,9600	7200	D	
0,5355		150,6551	28786	Robo	R.Descntrld	4,6700	7200	A	
					R.Alto	13,8500	7200	B	
	R.Contrld				19,1000	7200	C		
	R.Nulo				24,7700	7200	D		

9.6 Manuscrito para ser remitido al Latin American Journal of Aquatic Research

Impacto de la captura ilegal en pesquerías artesanales bentónicas en co-manejo: el caso de la Isla Mocha, Chile

Ricardo M. Bandin ⁽¹⁾, Renato A. Quiñones ^(1,2,3)

(1) Programa de Magister en Ciencias mención Pesquerías, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción.

(2) Programa de Investigación Marina de Excelencia (PIMEX), Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción

(3) Interdisciplinary Center for Aquaculture Research (INCAR), Universidad de Concepción

Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Barrio Unversitario S/N, Casilla 160-C, Concepción, Chile.

E-mails: (1) rbandin@udec.cl; (2, 3) rquinone@udec.cl

RESUMEN

El régimen de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) en Chile, considerado uno de los más grandes experimentos de co-manejo a escala global, enfrenta aún amenazas como el robo de recursos. En las AMERB dedicadas al recurso 'loco' (*Concholepas concholepas*) la administración pesquera establece Capturas Totales Permisibles suponiendo robos nulos, comprometiendo así su sustentabilidad. Tomando como caso de estudio las AMERB de 'loco' de Isla Mocha, mediante consultas a autoridades fiscalizadoras, entrevistas a usuarios de AMERB y el acopio de data secundaria, se reconstruyó una serie anual de robos, se simuló el impacto bio-económico del robo en una AMERB, y se sistematizó la opinión de los usuarios sobre las causas del robo y sus posibles soluciones. Los robos representarían entre 32 - 68% de los ingresos brutos anuales históricos de las AMERB. Según las proyecciones bio-económicas, un stock de 'loco' en AMERB sería resiliente a toda combinación de niveles propuestos de 'Robo', 'Reglas de Cosecha' y 'Precios de Loco', excepto ante un 'Robo Descontrolado' que agota la pesquería formal. Los usuarios de AMERB consideran más grave al robo foráneo respecto al robo isleño, identificando incentivos comunes a ambos; esperan mayor acción del Estado sobre los infractores foráneos, y confían más en sus propias organizaciones para controlar a los infractores isleños. Para combatir los robos en AMERB proponemos mitigar sus incentivos socio-económicos, asignar derechos exclusivos de acceso territorial a las organizaciones asignatarias, y definir estrategias contra las operaciones ilegales previa conciliación de objetivos entre autoridades y grupos de interés.

Palabras clave: pesca ilegal; robo; *Concholepas concholepas*; co-manejo; simulación bio-económica; áreas de manejo

Impact of illegal catch on artisanal benthic fisheries under co-management: the case of the Mocha Island, Chile

ABSTRACT

The Chilean regime of Management and Exploitation Areas for Benthic Resources (MEABR), considered one of the greatest co-management experiments on a global scale, still faces threats such as poaching. In MEABRs dedicated to the 'loco' resource (*Concholepas concholepas*), fisheries managers sets Total Allowable Catches assuming zero poaching, thereby compromising their sustainability. Taking as a case study the 'loco' MEABRs of Mocha Island, we consulted enforcement authorities, interviewed MEABR users, and collected secondary data, in order to reconstruct an annual series of poaching, simulate bio-economic impacts of different poaching levels on a MEABR, and systematize the users opinion about the causes of poaching and possible solutions. The losses due to 'loco' poaching are between 32% and 68% of the gross annual historical income of the AMERB. The bio-economic projections show that a 'loco' stock in MEABR would be resilient to any combination of proposed levels of 'Poaching', 'Harvest Rules' and 'Loco Prices', unless the 'Poaching' becomes 'Uncontrolled', depleting the formal fishery. MEABR users, deemed more serious non-islander poaching compared to islander poaching, identifying common incentives to both. They expect more action on non-islander thieves from the State, and rely more on their own organizations to control islanders thieves. To combat poaching in MEABRs, we propose to mitigate their socio-economic incentives, assign exclusive territorial access rights to assignee organizations, and define strategies against illegal operations after conciliation of objectives between authorities and the stakeholders.

Key words: illegal fishing; poaching; *Concholepas concholepas*; co-management; bio-economic simulation; management areas.

INTRODUCCIÓN

En las pesquerías artesanales bentónicas chilenas, el régimen de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) constituye la más importante iniciativa de co-manejo incorporada en la “Ley General de Pesca y Acuicultura” (LGPA) en 1991, y reglamentada en 1997 (Gelcich *et al.* 2004). Este régimen consiste en la asignación a organizaciones formales de pescadores artesanales de derechos de uso exclusivo de stocks de recursos bentónicos, para su explotación y manejo, en áreas litorales delimitadas por diferentes entidades del Estado (SUBPESCA 2003). Así, la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA), condiciona la adjudicación de AMERB al desarrollo entre la organización de pescadores solicitante y una entidad de asesoría técnica acreditada (universidades o empresas consultoras), de estudios que guíen las acciones de manejo [Estudio de Situación Base (ESBA) y Plan de Manejo y Explotación de las Áreas o (PMEA)], además de monitorear (Informe de Seguimiento) el estado de los stocks objetivo (con las llamadas “Evaluaciones Directas”) y la condición socio-económica de la organización asignataria.

Actualmente con 758 AMERB vigentes, más de 124.000 Ha asignadas y 31.000 pescadores artesanales participantes en todo Chile (www.sernapesca.cl), el sistema AMERB ha sido reconocido como uno de los más grandes experimentos de co-manejo a escala global (Parma *et al.* 2001, Leiva y Castilla 2002, Prince 2003, Orensanz *et al.* 2005, Castilla y Gelcich 2006). Las AMERB están, por lo general, dirigidas a uno o dos recursos de alto valor comercial, entre los que destaca el ‘loco’ (*Concholepas concholepas*, Gastrópoda, Muricidae), un molusco predador considerado ecológicamente clave en los ambientes rocosos del litoral Pacífico Suroriental (Molinet y Moreno 2009). En la pesquería formal del ‘loco’ en Chile, restringida únicamente a las AMERB, se han desembarcado en promedio 2.590 t/año para el decenio 1999-2008 (www.sernapesca.cl), de los que *ca.* 29% se destinó a la exportación representando un valor medio de *ca.* US\$ FOB 12,8 millones / año (Chávez *et al.* 2010).

Diferentes recursos *Halotis spp.* además del ‘loco’ (denominados colectivamente ‘abalones’), constituyen un blanco atractivo para la capturas ilegales, por su gran demanda mundial, ser relativamente sedentarios y por el bajo costo de su extracción (Plagányi *et al.* 2011). A pesar del declive global de las pesquerías de ‘abalones’ en los últimos 30 años, demandadas principalmente por mercados del sudeste asiático (FAO 2008), se estima que su comercio en el mercado negro global (no registrado por la FAO) se ha incrementado (Gordon y Cook 2004). Al 2010, el ‘loco’ contribuyó con

menos del 10% en la producción mundial de ‘abalones’, siendo sus precios de exportación determinados por la influencia de China en el mercado global de dichos moluscos (Chávez *et al.* 2010).

A pesar de los avances logrados con el régimen de las AMERB en Chile, éste aún enfrenta retos y amenazas importantes, entre los que la captura ilegal (robos), es considerada especialmente grave por los pescadores usuarios del sistema (Gelcich *et al.* 2004, Palma y Chávez 2006, Schumann 2008, Gelcich *et al.* 2009, Chávez *et al.* 2010). Desafortunadamente, el robo en las AMERB no es tomado en consideración por la autoridad pesquera al momento de establecer Capturas Totales Permisibles (CTP) incorporando de esta forma un factor de riesgo adicional a la sustentabilidad del sistema. Si bien la captura ilegal en la pesquería de ‘loco’ en Chile ha sido materia de preocupación en todas sus etapas (Stotz 1997, Meltzoff *et al.* 2002, Castilla y Gelcich 2006, Gonzáles *et al.* 2006, Gallardo 2008), a la fecha sólo se conoce de un estudio que cuantifica capturas ilegales *extra*-AMERB (Gonzáles *et al.* 2005). A fin de subsanar este vacío, la presente investigación plantea caracterizar y recomponer capturas ilegales históricas de ‘loco’, simular impactos bio-económicos de distintos niveles de robo en una AMERB, y sistematizar la opinión de los usuarios de AMERB sobre las causas del robo y sus posibles soluciones, utilizando como caso de estudio, las AMERB de la Isla Mocha en Chile centro-sur.

En la Isla Mocha (73° 52' 00" O, 38° 23' 06" S, **Fig. 1**) actualmente existe una AMERB en proceso de desafectación, otorgada a pescadores artesanales continentales Mapuche-Lafkenche de Tirúa (**Fig. 1**), además de cinco AMERB activas administradas por dos organizaciones isleñas, conocidas localmente como “La Funcional” (OF) y “El Sindicato” (STI) (**Tabla 1**). El AMERB “Isla Mocha Sector Quechol Sur” (IMQS) con 2.447Ha y administrada por el STI, se seleccionó con fines de modelación, por disponer de una importante cantidad de data histórica: 6 cosechas y 7 evaluaciones directas realizadas entre los años 2004 – 2010.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de Información

Fueron las siguientes:

Consultas formales, realizadas al Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA) y a la Capitanía de Lebu (Armada de Chile; 37°36' S, 73°40'W), sobre intervenciones realizadas, características de embarcaciones y tripulaciones ilegales, su *modus operandi* y caletas de origen, volúmenes de captura y características del ‘loco’ ilegal, así como evolución del número de potenciales infractores.

Evaluación Participativa, realizada el año 2010 mediante entrevistas semi-estructuradas dirigidas a informantes clave (LADDER 2001) e identificando usuarios de AMERB isleños con un diseño tipo “bola de nieve”, partiendo con dirigentes o ex-dirigentes hasta completar 54 informantes (**Tabla 1**). Se indagó retrospectivamente sobre el origen, *modus operandi*, estacionalidad, incidencia y captura por unidad de esfuerzo ($CPUE^i$) de los infractores; talla mínima del ‘loco’ ilegal; además de sus opiniones sobre las causas y propuestas de solución al problema.

Data secundaria, recopilada por el Proyecto FIP 2010-20 [Evaluación del impacto del terremoto y tsunami sobre áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB) en las islas Mocha y Santa María, en la región del Bío-Bío], consistente de archivos electrónicos y documentos oficiales de AMERB de la SUBPESCA, data económica de AMERB obtenida participativamente, además de series satelitales (QuikSCAT y ASCAT) diarias de velocidad del viento y altura de olas frente a Concepción, recuperadas desde la Web.

Cuantificación de la captura ilegal de ‘loco’ en las AMERB de Isla Mocha

Se estimaron la captura y el esfuerzo ilegales al 2009 como ‘puntos de anclaje’ (*sensu* Ainsworth y Pitcher 2005) por la mayor capacidad de recordar ese año por parte de los entrevistados. Se adaptó la metodología de Gonzáles *et al.* (2005), requiriendo a cada informante j , sus estimaciones al 2009 sobre: (i) Incidencia Anual [$I_{2009(j)}$] o número anual de viajes de 1 día de duración que efectuarían las embarcaciones ilegales; (ii) número de embarcaciones ilegales por viaje [$NB_{2009(j)}$]; y (iii) captura por unidad de esfuerzo [$CPUE^i_{2009(j)}$] que obtendría una embarcación ilegal (ind. ‘loco’/viaje). La estimación de la Incidencia Anual se afinó considerando que:

(a) La flota formal en plena cosecha disuade el ingreso de embarcaciones ilegales, dejando además una mínima abundancia remanente del recurso en la AMERB, lo que supone una incidencia ilegal nula

entre el mes de cosecha y diciembre, exceptuando años sin cosecha (v.g. 2009) en los que la incidencia se haría efectiva en todo mes;

(b) La incidencia anual de la flota foránea tiene relación directa con el número de días de “buen tiempo” (días en los que una embarcación continental puede llegar a la isla para robar ‘loco’), cuya serie histórica se construyó seleccionando de la data diaria de oleaje-viento frente a Concepción, los días con condiciones de altura de ola $< 4\text{m}$ y viento superficial con velocidad $< 7,72\text{m/s}$ (ambos en cualquier dirección). Así, en cada año del lapso de análisis (2004-2010), se calculó la Incidencia Anual máxima ($I^{M\acute{A}X}_t$) como la suma del número de días de “buen tiempo” presentes, o en los meses previos al mes de cosecha formal de ‘loco’ (año con cosecha), o en todos los meses (año sin cosecha); a fin de estimar individualmente los esfuerzos [$E^i_{2009(j)}$] y capturas [$C^i_{2009(j)}$] ilegales (ecuaciones 1 y 2; **Tabla 2**), a cuyas medianas se asignan los ‘puntos de anclaje’ \hat{E}^i_{2009} y \hat{C}^i_{2009} , respectivamente.

Para recomponer la serie histórica anual de captura ilegal de ‘loco’ en las AMERB isleñas (C^i_t), se usó la relación entre $CPUE^i$, abundancia de stock cosechable sobreviviente a julio (ST^*_t), y capturabilidad ilegal (q_i) del ‘loco’ (ecuación 3) (Sparre y Venema 1995); previa estimación de la serie anual histórica de ST^*_t de las AMERB activas (ecuación 4) con la data disponible de stock cosechable ($ST_{x,t[m]}$) donde x designa a cada AMERB, y $t[m]$ designa al año y mes de realización de la evaluación directa, considerando una tasa instantánea mensual de mortalidad natural (M) constante de $0,02\bar{3}$ (promedio de valores referenciales). La serie anual histórica de esfuerzo ilegal en las AMERB isleñas (E^i_t) se determinó con referencia a \hat{E}^i_{2009} (ecuación 5; **Tabla 2**), considerando que E^i_t en cualquier año sería directamente proporcional tanto a $I^{M\acute{A}X}_t$ como a un factor de incentivo IN_t , cuya evolución se atribuyó ponderando referencias de los entrevistados, así como el impacto del terremoto-tsunami del 27 de febrero de 2010 sobre la flota artesanal regional (FAO-MINAGRI 2010, IFOP-SERNAPESCA 2010, Marín *et al.* 2010). Finalmente, la serie anual histórica de captura ilegal de ‘loco’ del AMERB IMQS ($C^i_{IMQS,t}$), se aproximó suponiendo fracciones de C^i_t proporcionales a las razones del stock cosechable a julio, de dicha AMERB ($ST^*_{IMQS,t}$) vs. el de todas las AMERB activas (ST^*_t) (ecuación 6, **Tabla 2**).

Modelación bio-económica

Partiendo del supuesto de la presencia un único stock del “loco” en el AMERB IMQS funcionando como un sistema cerrado, estructuramos un modelo poblacional de decaimiento exponencial mensual, basado en las abundancias y capturas formales registradas, así como en nuestras estimaciones de captura ilegal para el lapso 2004-2010. Estimamos los parámetros históricos característicos de dicho stock a fin de proyectar su evolución en un lapso de 12 años (2011-2022). Luego, adaptando la metodología de Larkin *et al.* (2006), incorporamos al modelo aspectos económicos. Finalmente con el uso de indicadores evaluamos el desempeño del AMERB, ante escenarios producto de combinar tasas de captura ilegal (‘Robo’), niveles de cosecha formal (‘Reglas-Cosecha’) y precios de venta en playa del ‘loco’ (‘Precio-Locho’).

Dinámica de la abundancia. La ecuación 7 (**Tabla 2**) describe la abundancia del stock de ‘loco’ al año t y mes m ($N_{t[m]}$), donde F_t^i es la tasa instantánea mensual de mortalidad por robo supuesta constante en todos los meses “hábiles” para el cálculo de I_t^{MAX} de cierto año, $C_{t[m]}^f$ es la captura formal anual que se atribuye realizada en un único mes al año, R_t es el reclutamiento atribuido a enero de cada año, $C_{IMQS, t[m]}^i$ es la captura ilegal mensual calculada con la ecuación de captura de Baranov (ecuación 8; **Tabla 2**) donde Z_t es la tasa instantánea mensual de mortalidad total (igual a $M + F_t^i$), y finalmente $C_{IMQS, t}^i$ es la captura ilegal anual calculada con la ecuación 9 (**Tabla 2**).

Estimación de parámetros históricos del modelo dinámico de abundancia. Al error de las estimaciones históricas de abundancia de Evaluación Directa y Captura Ilegal, se les puede atribuir una función de densidad de probabilidad log-normal (Fournier y Archibald 1982), contribuyendo a una función de log-verosimilitud total (ecuación 10, Tabla 2), que se minimiza para encontrar los parámetros históricos desconocidos del modelo: abundancia a enero de 2004 ($N_{2004[1]}$); las F_t^i y los R_t .

Reclutamiento. Se usó la relación S-R de tipo palo de hockey (Barrowman y Myers 2000, ecuación 11, **Tabla 2**), donde S_t es la abundancia de reproductores para el año t , [abundancia mensual media entre setiembre-diciembre, de acuerdo a SUBPESCA (2011)]; S^* es la abundancia de reproductores sobre la cual se genera un $R_{máx}$ o reclutamiento máximo, y R_{t+2} es el reclutamiento generado en enero del año subsiguiente a t [de acuerdo a Molinet y Moreno (2009)]; α es la pendiente de la relación S-R hasta antes de alcanzar $R_{máx}$, y ε_{t+2} es el error de observación que se supone distribuido normalmente con

media 0 y varianza σ_R^2 . S^* se estimó empíricamente (Cubillos, com. pers.); mientras que α y σ_R^2 se estimaron siguiendo un procedimiento de mínimos cuadrados (Haddon 2001).

Abundancias de Evaluación Directa proyectadas. Como las estimaciones anuales de CTP, se basan en abundancias estimadas con Evaluaciones Directas que entrañan cuotas de error, las abundancias de Evaluación Directa proyectadas ($N_{i[4]ED}^{obs}$) al año t y el mes 4 (fijo para fines de simplificación) se establecen según la ecuación 12, donde $N_{i[4]}$ sería la abundancia “real” (ecuación 7); q_{ED} es el coeficiente de capturabilidad de la entidad consultora (se atribuye igual a 1); y ϵ_t es el error de observación que se atribuye distribuido normalmente con media 0 y una varianza σ_N^2 (Tabla 2), que se estimó con el método de mínimos cuadrados.

Esfuerzo pesquero formal proyectado. Se empleó la relación teórica entre CPUE y número medio de ‘locos’ sobrevivientes a mitad de año (Sparre y Venema 1995) según la ecuación 13 (Tabla 2), donde al año t , E_t^f es el esfuerzo pesquero formal total (hora-buzo) desplegado por la flota extractiva formal (15 embarcaciones, número que se atribuirá constante en el lapso de proyección), para obtener la CTP proyectada ($C_{i[7]}^f$) a realizarse siempre en el mes de julio; q_f es el promedio histórico del coeficiente de capturabilidad de la pesquería formal obtenido en base a la data histórica ($q_f = 4,22 \times 10^{-4}$ h-buzo⁻¹); N_t^* , que es el número medio de ‘locos’ sobrevivientes a julio.

Aspectos económicos. El Ingreso Bruto anual de una cosecha (IB_t) en \$, se calcula con la ecuación 14, donde $C_{i[7]}^f$ es la captura formal a julio (en ind.), y p_t el precio de venta en playa del ‘loco’ (\$/ind.); el Costo Total anual (CT_t) de la extracción de ‘loco’ en \$, se calcula con la ecuación 15 (**Tabla 2**), donde τ es la ‘Patente’ anual (0,18 Unidad Tributaria Mensual / Ha de superficie del AMERB); π es el Costo Fijo General (costos de vigilancia, delimitación, desarrollo de estudios y elaboración de informes), cf es el Costo Fijo Medio de una embarcación (depreciación lineal y mantenimiento de la embarcación, equipos y aparejos extractivos); y cv es el Costo Variable Medio por Unidad de Esfuerzo (pago de buzos, tripulantes, y costo de insumos empleados en la extracción). El Valor Presente de los Beneficios Netos ($VPBN$) calculado con la ecuación 16 (**Tabla 2**), es la suma actualizada de los beneficios netos

generados por las cosechas en los 12 años de proyección, a cuya tasa de descuento anual porcentual d se le asigna el valor de 6,5% de acuerdo a Cartes *et al.* (2001).

Data de entrada. Se empleó la data histórica disponible de abundancias, capturas formales, y precios en playa de ‘loco’ (p_t en **Tabla 3**), que incluyen precios negociados satisfactoriamente así como el ofertado al 2009 (\$ 200/ind.), el que según los entrevistados del STI al no superar sus expectativas mínimas (\$ 300/ind.), llevó a la organización a decidir la no cosecha de su CTP aprobada para dicho año. También se empleó la serie histórica reconstruida de capturas ilegales del AMERB IMQS ($C_{t,IMQS}^i$); y finalmente los cálculos de las componentes de CT_t : $\tau \sim \$16.865.243/\text{año}$; $\pi \sim \$5.182.072/\text{año}$; cf de una embarcación extractora de ‘loco’ operando con un buzo a bordo $\sim \$1.521.975/\text{bote}$ (**Tabla 4**); y cv para la misma embarcación faenando 8 horas-buceo/día, calculada en \$ 3.238 /h-buzo.

Indicadores y criterios de evaluación. Para evaluar el desempeño del AMERB en el lapso de simulación, se diseñaron los 3 siguientes indicadores:

Razón Robo Acumulado vs. Captura Formal Acumulada ($\Sigma C^i / \Sigma C^f$ o *Razón Robo/Captura*). Resulta de dividir las sumas de los totales anuales de captura ilegal y captura formal, y se emplea para dimensionar la magnitud de los robos en función de las capturas formales de ‘loco’ en cada escenario evaluado.

Probabilidad de encontrar abundancias de evaluación directa proyectadas menores al 75% de su promedio histórico [$P(N_{ED}^{sim} < 0,75\bar{N}_{ED}^{obs})$ o *Probabilidad de Colapso*]. Resulta de dividir entre 12, el número de años con abundancias de Evaluación Directa proyectadas de ‘loco’ menores al 75% de su promedio histórico; tomándose una probabilidad igual a 1/3 como Punto de Referencia Límite (PRL sensu Caddy 1999) para evaluar la sustentabilidad del stock de ‘loco’.

Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (VPBNE). Resulta de dividir el VPBN entre las 15 embarcaciones de la flota del STI. Se considera socialmente aceptable (*sensu* Lin 2002), sólo si es mayor o igual a \$ 20.300/bote, beneficio neto referencial por embarcación actualizado al 2011, que resultaría de haberse vendido al precio en playa referido como crítico en el STI al 2009, la CTP aprobada en dicho año para el AMERB IMQS (148.556 ind. a \$300/ind. ‘loco’). Si el beneficio neto por embarcación proyectado a cierto año es menor a dicho valor referencial, el modelo asigna una captura formal nula (decisión de no cosecha) y luego aplica la F_t^i a los 12 meses de dicho año.

Escenarios de simulación. Para observar las proyecciones de los promedios de las salidas anuales de 4 variables anuales del modelo (abundancia a enero, reclutamiento, captura formal y captura ilegal), además de comparar los promedios de los 3 indicadores planteados, se generaron 48 escenarios mediante la combinación de los factores *Intensidad de Robos*, *Regla de Cosecha* y *Precio en playa* del recurso 'loco', en los niveles descritos en la **Tabla 5**. El precio en playa, considerado un factor determinante del desempeño económico de AMERB de 'loco' (Sobenes y Chávez 2009), se incorporó en los siguientes 4 niveles: (a) 'p.Base' o promedio de precios negociados satisfactoriamente por las organizaciones isleñas (\$ 773 /ind.); (b) 'p.Malo' (0,8 p.Base); (c) 'p.Bueno' (1,2 p.Base); y (d) 'p.AU' ó precio aleatorio uniforme dentro del rango de precios negociados por el STI (p_i en **Tabla 3**).

Generación de salidas de simulación y pruebas estadísticas. Se obtuvieron promedios de 100 iteraciones con cada uno de los 3 indicadores propuestos, en cada uno de los 48 escenarios antes mencionados. En toda iteración, cada proceso aleatorio del modelo siguió una serie particular de números aleatorios, a fin de optimizar la comparación de promedios entre escenarios. Los promedios de cada indicador, por cada factor (Robo, Regla-Cosecha y Precio-Locho) evaluado individualmente y en interacciones, fueron comparados mediante Análisis de Varianza (ANOVA), y Pruebas de Tukey.

Sistematización de la percepción de los usuarios de AMERB sobre la problemática de la captura ilegal de 'loco' en la Isla Mocha

Las opiniones de los usuarios de AMERB isleños sobre los factores causales y propuestas de solución al robo de 'loco' en las AMERB de Isla Mocha, registradas en las entrevistas semi-estructuradas, fueron sometidas a un análisis textual (Ruiz 2009), definiéndose ítems conceptuales los que a su vez fueron agrupados en categorías mayores ('componentes'), ya referidas en otros estudios (Hauck y Sweijd 1999, Tailby y Gant 2002, Gallic y Cox 2006).

RESULTADOS

Caracterización y cuantificación de la captura ilegal de 'loco' en la Isla Mocha

En las informaciones entregadas, SERNAPESCA reconoce la existencia en la Isla Mocha de captura ilegal de 'loco' con tallas bajo la mínima legal, aunque no posee datos cuantitativos al respecto. La Armada, por su parte, informa que los infractores operan a bordo de botes artesanales con equipos de buceo de tipo Hooka, que el 2009 tuvo la mayor incidencia de embarcaciones infractoras (4 embarcaciones intervenidas, todas foráneas) con 'loco' extraído de Isla Mocha, y que sus tripulaciones estaban compuestas por 2 marinos y 1 buzo.

Casi todos los entrevistados imputaron a los pescadores de las caletas continentales de Tirúa, Quidico y Lebu (**Fig. 1**), como principales responsables de los robos de 'loco' en la Isla Mocha; pero varios entrevistados reconocieron también la participación de isleños usuarios y no usuarios de AMERB en dichas actividades. Algunos entrevistados señalaron que los robos datan desde antes de la entrada en vigencia de la primera AMERB en la Isla Mocha en 2001, con 6 meses de mayor incidencia al año, generalmente previos a la cosecha formal. Varios entrevistados indicaron que los infractores foráneos emplean equipos de buceo Hooka camuflados y que los infractores foráneos llegan al Islote Quechol (**Fig. 1**) a refugiarse, aguardando la noche para robar 'loco' con ayuda de linternas submarinas frontales, teniendo algunos de ellos las zonas de extracción geo-referenciadas en GPS. También informan que los botes infractores de Tirúa y Quidico son más grandes y cuentan con motores más potentes que los de los isleños, arriesgándose a realizar la travesía para llegar a la isla aún en días ventosos y que algunas lanchas rederas de Lebu realizan recaladas aparentes dentro o cerca de las AMERB isleñas para robar 'loco'. El 'loco' ilegal sería desconchado en el Islote Quechol o a bordo de las embarcaciones durante la travesía de regreso a sus caletas de origen. Para los infractores embarcados isleños, solamente se indica que realizan las capturas ilegales exclusivamente de día. El 'loco' ilegal se destina a la demanda del mercado informal, a la demanda local turística y al auto-consumo, siendo la talla mínima de captura ilegal de aproximadamente 9 cm.

Esfuerzo Ilegal (E_{2009}^i) y Captura Ilegal (C_{2009}^i) en las AMERB de 'loco' al 2009 en Isla Mocha como 'puntos de anclaje'. Para el robo foráneo, 31 entrevistados asertivos permitieron estimar medianas para el esfuerzo extractivo ilegal y la captura ilegal de 174 viajes y 309.375 ind. de 'loco' respectivamente; mientras que para el robo isleño, 17 entrevistados asertivos permitieron estimar medianas para el

esfuerzo extractivo ilegal y la captura ilegal de 4 viajes y 9.000 ind. de ‘loco’ respectivamente (Fig. 2). La suma de dichas estimaciones, constituye los ‘puntos de anclaje’: $\hat{E}_{2009}^i = 178$ viajes, y $\hat{C}_{2009}^i = 318.375$ ind. de ‘loco’ (Tabla 6).

Series anuales históricas de extracción ilegal (E_t^i) y captura ilegal (C_t^i) en las AMERB de ‘loco’ en Isla Mocha. El esfuerzo ilegal anual general habría fluctuado entre un mínimo de 34 (año 2010) y un máximo de 178 viajes/año (año 2009); asimismo el robo anual general estaría entre un mínimo de 91.511 ind. (año 2005) y un máximo de 318.375 ind. (año 2009) de loco (Tabla 7). La serie anual de robo de ‘loco’ en el AMERB IMQS ($C_{t\ IMQS}^i$), fluctuó entre un mínimo de 29.270 ind. (año 2005) y un máximo de 126.960 ind. (año 2009; Tabla 7). Dichas cifras habrían representado pérdidas económicas anuales fluctuantes, para el conjunto de AMERB activas entre \$55,8 y \$120,5 millones, y solamente para el AMERB IMQS entre \$21,9 y \$42,9 millones (Tabla 8). Las pérdidas del AMERB IMQS equivaldrían a entre *ca.* 32% y 68% de sus ingresos brutos anuales históricos (Tabla 8).

Modelación bio-económica

Parámetros estimados, abundancia mensual, y relación S-R para la fase histórica (2004-2010) del modelo dinámico poblacional. La serie mensual histórica de abundancia del stock de ‘loco’ en el AMERB IMQS (Fig. 3), iniciada con una $N_{2004[1]}$ estimada de *ca.* 1,16 millones ind., muestra decaimientos en la primera mitad de cada año producto del efecto conjunto de M y la serie anual estimada de F_t^i , fluctuante entre un mínimo de 0,0050 (año 2010) hasta un máximo de 0,0167 (año 2009) (Tabla 9); mientras que en la segunda mitad del año sólo por efecto de M . Los pequeños decaimientos de abundancia cercanos a la mitad de cada año, corresponden a las cosechas formales (Tabla 3); mientras que los incrementos entre años corresponden a la serie anual estimada de R_t variable desde un mínimo de 1.000 ind. hasta un máximo de *ca.* 1,61 millones ind. (Tabla 9). Se encontraron altas correlaciones entre la abundancia de evaluación directa histórica ($N_{t[m]ED}^{obs}$, Tabla 3) y la abundancia calculada ($N_{t[m]}$; ecuación 7, Tabla 2) ($r = 0,9218$; $P < 0,01$; Fig. 3) así como entre la captura ilegal de ‘loco’ estimada participativamente ($\hat{C}_{IMQS,t}^i$) y la captura ilegal calculada ($C_{IMQS,t}^i$; ecuación 9, Tabla 2) ($r \sim 1$; $P < 0,0001$). La relación S-R tipo palo de hockey, configura una recta compuesta descrita por los parámetros: $\alpha = 0,6957$; $S^* = 880.513$ ind.; y $\sigma_R = 0,2800$; los que representan un stock de ‘loco’ cuya abundancia de reproductores tiene una relación lineal directa con el

subsecuente reclutamiento, pero sólo hasta antes de alcanzar S^* , nivel sobre el cual el reclutamiento se hace constante con 612.600 ind. (Fig. 4).

Proyecciones de 4 variables anuales del modelo en el lapso de simulación. A modo ilustrativo se describen algunos escenarios analizados, 3 de los cuales, atendiendo al criterio de conservación del recurso, podrían ser valorados por la autoridad pesquera (*i.e.* la SUBPESCA) como:

- (a) 'Idóneo' (Fig. 5a y 5b), donde con una fiscalización perfecta (R.Nulo), la aplicación de una regla de cosecha de bajo impacto sobre el recurso por parte de los usuarios (RC.Prudente), y ante precios que alientan la cosecha (P.Bueno), las proyecciones muestran una abundancia creciente, así como un reclutamiento y una captura formal (*ca.* 117 mil ind.) estables;
- (b) 'Medio' (Fig. 5c y 5d), donde con una fiscalización parcial (R.Alto), una regla de cosecha de mediano impacto (RC.Constante), y precios medianamente alentadores a la cosecha (P.Base), las proyecciones configuran una abundancia decreciente, aunque en niveles altos, un reclutamiento estable (*ca.* 598 mil ind.), una captura formal que puede mantenerse constante (106.600 ind.), y una captura ilegal decreciente y convergente hacia los niveles de extracción formal; y
- (c) 'Crítico' (Fig. 5e y 5f), donde con una fiscalización mínima (R.Descontrolado), la aplicación una regla de cosecha de máximo impacto (RC.Agresiva), y ante precios que alientan la cosecha (P.Bueno), las proyecciones muestran tendencias declinantes tanto en la abundancia, el reclutamiento, la extracción formal, así como la captura ilegal de 'loco'.

Otros 3 escenarios podrían ser similarmente valorados por los usuarios del AMERB, según sus expectativas productivas, como:

- (a) 'Idóneo' (Fig. 5g y 5h), donde con una fiscalización perfecta (R.Nulo), la aplicación de una regla de cosecha que busca maximizar los rendimientos (RC.Agresiva), y un precio que alienta la cosecha (P.Bueno), las proyecciones muestran estabilidad, tanto en la abundancia (*ca.* 1,7 millones ind.), en el reclutamiento (*ca.* 610 mil ind.) como en la captura formal (*ca.* 258 mil ind.);
- (b) 'Medio' (Fig. 5i y 5j), donde con una fiscalización parcial (R.Alto), una regla de cosecha de impacto medio (RC.Constante), y precios variables (P.Aleatorio), las proyecciones configuran una abundancia decreciente aunque en niveles altos, un reclutamiento estable, una captura formal estable pero inferior a la meta perseguida (*ca.* 75 mil ind.), y una captura ilegal estable que supera el doble de los niveles de extracción formal (*ca.* 165 mil ind.); y

(c) 'Crítico' (Fig. 5k y 5l), donde con una mínima fiscalización (R.Descontrolado), restricciones para aplicar sólo una regla de cosecha de mínimo impacto (RC.Prudente), y ante precios que desalientan la cosecha (P.Malo), las proyecciones muestran una abundancia y reclutamiento declinantes, una extracción formal en agotamiento (de *ca.* 93 a menos de 5 mil ind.), así como una captura ilegal declinante aunque en altos niveles (de 311 a 255 mil ind.).

Evaluación de impactos de la captura ilegal de 'loco' mediante el análisis de indicadores del modelo bioeconómico

Razón Robo/Captura [$\Sigma C^i / \Sigma C^f$]. En el ANOVA, los elementos significativos ($p \leq 0,0001$) más explicativos de la varianza total son el factor Robo (*ca.* 24%), la interacción Robo*Regla-Cosecha (*ca.* 21%), y el factor Regla-Cosecha (*ca.* 11%). En las comparaciones múltiples de Tukey, el factor Robo muestra diferencias significativas ($p \leq 0,05$), en un previsible orden creciente de promedios al escalar desde el nivel de R.Nulo al de R.Descontrolado (robo \sim 0 a 4,6 captura); el factor Regla-Cosecha también muestra diferencias significativas en un orden creciente de promedios al descender del nivel de RC.Agresiva al de RC.Prudente (robo \sim 0,6 a 3,4 captura); mientras que la interacción Robo*Regla-Cosecha, muestra diferencias significativas en sólo 6 de las 12 combinaciones resultantes, con promedios asociados en orden decreciente a las combinaciones R.Descontrolado*RC.Prudente (Robo \sim 10,4 captura), R. Descontrolado*RC.Constante y R.Alto*RC.Prudente (Robo \sim 2,0 captura), R.Descontrolado*RC. Agresiva y R.Alto*RC.Constante (Robo \sim 1,5 captura), pasando por el resto de combinaciones hasta aquellas resultantes de la interacción con el nivel de R.Nulo. Los Boxplots confirman que las peores combinaciones para la pesquería formal, involucran a los niveles de R.Descontrolado y R.Alto vs. los niveles de RC.Prudente y RC.Constante (robo \sim 1,5 a 10,4 captura) (Fig. 6a - 6d).

Probabilidad de Colapso Poblacional [$P(N_{ED}^{sim} < 0,75\bar{N}_{ED}^{obs})$]. En el ANOVA los elementos significativos ($p \leq 0,005$) más explicativos de la varianza total, son el factor Robo (*ca.* 60%), la interacción Robo*Regla-Cosecha (*ca.* 11%), y el factor Regla-Cosecha (*ca.* 7%). En las comparaciones múltiples de Tukey, los factores Robo y Regla-Cosecha muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en un previsible orden creciente de promedios, al escalar del nivel de R.Nulo al de R.Descontrolado ($P \sim 0$ a 0,39), y al escalar del nivel de RC.Prudente al de RC.Agresiva ($P \sim 0,04$ a 0,18); mientras que la interacción Robo*Regla-Cosecha, muestra diferencias significativas en sólo 5 de las 12 combinaciones

resultantes, con promedios decrecientes asociados a las combinaciones del R.Descontrolado con las R.C. Agresiva, R.C. Constante y R.C. Prudente ($P \sim$ de 0,59 a 0,18), la combinación R.Alto*RC.Agresiva ($P = 0,13$) y luego todo el resto de combinaciones con $P \sim 0$. Los Boxplots confirman que las peores combinaciones para la pesquería formal ($P > 0,33$) involucran al nivel de R.Descontrolado vs. los niveles de RC.Constante y RC.Agresiva (Fig. 6e - 6h)

Valor Presente de los Beneficios Netos por Embarcación (VPBNE). En el ANOVA los elementos significativos ($p \leq 0,0001$) más explicativos de la varianza total, son los factores Regla-Cosecha (*ca.* 55%), Precio-Loco y Robo (*ca.* 14% para ambos), además de la interacción Robo*Regla-Cosecha (*ca.* 9%). En las comparaciones múltiples de Tukey, los factores Regla-Cosecha y Robo, muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en un previsible orden creciente de promedios, al escalar del nivel de RC.Prudente al de RC.Agresiva ($VPBNE \sim$ \$10,4 a \$54,1 millones); y al descender del nivel de R.Descontrolado al de R.Nulo ($VPBNE \sim$ \$12,1 a \$38,6 millones); el factor Precio-Loco, muestra diferencias significativas entre los promedios asociados a los niveles de p.AU (*ca.* \$17 millones), p.Malo (*ca.* \$18,8 millones), p.Base (\$30,3 millones) y p.Bueno (\$41,6 millones); mientras que la interacción Robo*Regla-Cosecha, muestra diferencias significativas en 9 de las 12 combinaciones resultantes, con los mejores promedios asociados en orden decreciente a las combinaciones de una RC.Agresiva con niveles de R.Nulo, R.Controlado, R.Alto y R.Descontrolado ($VPBNE \sim$ \$77,9 a \$24,7 millones), a las que siguen otras combinaciones hasta alcanzar los peores promedios distinguibles al combinar una RC.Prudente con niveles de R.Alto (\$9,0 millones) y R.Descontrolado (*ca.* -\$2,9 millones). Los Boxplots muestran que los peores promedios se asociarían a los escenarios R.Descontrolado*RC.Prudente*p.AU y R.Descontrolado*RC.Prudente*p.Malo ($VPBNE \sim$ -\$6,5 y -\$8,4 millones respectivamente) (Fig. 7).

Percepción sobre las causas y propuestas de solución para la captura ilegal de 'loco' en la Isla Mocha

Los factores causales referidos por los entrevistados fueron clasificados en 24 diferentes ítems agrupados en 7 componentes causales. De los 24 ítems, 19 corresponden sólo al robo foráneo, 11 al sólo robo isleño, y 7 son transversales (individualmente referidos para explicar a ambos) (Tabla 10). Entre los componentes que comprenden los ítems más frecuentes, están el de 'distorsiones socio-económicas' con 6 ítems (suman *ca.* 41% del total de respuestas), de los cuales 3 son transversales

(“Necesidad Económica”, “Mercado Negro” e “Infractores muy dependientes de pesquería”); seguido del componente de ‘Ineficacia del Régimen de Manejo Pesquero’, con 9 ítems (suman *ca.* 29% del total de respuestas), de los que 2 son transversales (“Vigilancia Insuficiente de la Armada” y “Fiscalización Ineficaz de la Armada”); y el componente de ‘Debilidades Internas a la Organización’ con 5 ítems (suman *ca.* 18% del total de respuestas), incluyendo 1 ítem transversal (“Vigilancia de la Org. Insuficiente”) (Tabla 10).

Los ítems causales más frecuentes para el robo foráneo (Tabla 10) son la “Necesidad Económica” (*i.e.* el apremio del extractor foráneo por obtener su sustento económico), la existencia de un “Mercado Negro”, que demanda ‘loco’ ilegal, y una “Fiscalización Ineficaz de la Armada”, *i.e.* se cree que tanto las sanciones aplicadas a infractores flagrantes, como los procedimientos de control de zarpes/desembarques continentales, no logran disuadir la extracción ilegal. Entre los ítems causales más frecuentes para el robo isleño, están también la “Necesidad Económica” y el “Mercado Negro”, además de una “Fiscalización Interna Ineficaz” *i.e.* sanciones blandas o nulas para los socios infractores interceptados en flagrancia (Tabla 10).

Las propuestas de solución de los entrevistados isleños se clasificaron en 17 ítems, agrupados dentro de sólo 3 de los 7 componentes causales identificados. De los 17 ítems, 10 están dirigidos a combatir sólo al robo foráneo, 8 sólo al robo isleño, y 5 son transversales (Tabla 10). Entre los ítems propuestos para combatir el robo foráneo, 7 de ellos agrupados en el componente ‘Ineficacia del Régimen de Manejo Pesquero’, suman la mayor frecuencia de mención (*ca.* 36%) evidenciando que los usuarios de AMERB isleños esperan que la mayor responsabilidad en dicha tarea recaiga sobre las entidades públicas de fiscalización; mientras que entre los ítems propuestos para combatir el robo isleño, 6 de ellos agrupados en el componente de ‘Debilidades internas a la Organización’, suman la mayor frecuencia de mención (*ca.* 36%), evidenciando que los usuarios de AMERB isleños asumen la mayor responsabilidad en dicha tarea con sus propias organizaciones (Tabla 10).

Entre los ítems propuestos con más frecuencia para combatir el robo foráneo están “Mejorar la Vigilancia de la Organización” (*v.g.* mediante la instauración de una labor de vigilancia remunerada en mar y tierra, de mayor cobertura temporal y la mejora de sus aspectos logísticos), “Mejorar la Vigilancia de la Armada” (*v.g.* mediante el incremento de su personal y equipamiento para la vigilancia

marítima), “Efectivar la Fiscalización de la Armada con los Continentales” (v.g. mediante la mejora en el control de los zarpes/arribos y la detección de equipos de buceo no autorizados en los desembarcaderos de Tirúa, Quidico y Lebu), y “Efectivar la Vigilancia de la Organización Apoyada por la Armada” (Tabla 10). Los ítems propuestos con más frecuencia para combatir el robo isleño, son “Efectivar la Fiscalización de la Organización” (*i.e.* aplicar sanciones efectivas a los socios que sean encontrados en flagrancia), “Mejorar la Vigilancia de la Organización”, “Efectivar la Fiscalización de la Armada con los Isleños”, “Mejorar la Vigilancia de la Armada”, y alcanzar un “Acuerdo de No Intromisión entre Organizaciones Isleñas”, sobretodo durante las temporadas de cosecha, cuando las intromisiones cruzadas de extractores embarcados de 'loco', son más probables entre AMERB vecinas (Tabla 10).

DISCUSIÓN

Caracterización y estimación de la captura ilegal de ‘loco’ en la Isla Mocha

Aunque se ha referido la existencia de una base de datos nacional sobre captura ilegal de ‘loco’ mantenida por SERNAPESCA (Gallardo 2008), en concordancia con el objetivo de combatir las operaciones pesqueras ilegales y/o no declaradas (IND) en todo Chile (SERNAPESCA 2004); dicha entidad ha manifestado carecer de información específica sobre el tema en la Isla Mocha. La Armada por su parte, acreditó ejercer acciones de vigilancia en mar y llevar registros de intervenciones a extractores ilegales de ‘loco’ de la Isla Mocha, aunque con eficacia aparentemente modesta, considerando su máximo de 4 casos informados para el año 2009 vs. nuestro estimado participativo de esfuerzo ilegal de 178 viajes para dicho año (**Tabla 6**). Estas situaciones evidenciarían que la capacidad institucional pública para fiscalizar el robo en las AMERB de la Isla Mocha, es débil.

Diversas evaluaciones participativas de percepción (Gelcich *et al.* 2004, Palma y Chávez 2006, Gelcich *et al.* 2009, Chávez *et al.* 2010) concuerdan con nuestros resultados en referir que algunos usuarios roban ‘loco’ en sus propias AMERB, pero en menor cantidad respecto al robo de terceros a la organización asignataria. En este sentido, si bien nuestros estimados cuantitativos de esfuerzo y captura ilegales atribuibles a isleños en las AMERB de Isla Mocha al 2009, representan tan sólo 2% y 3% del valor de las respectivos parámetros foráneos (174 viajes y *ca.* 309 mil unids; **Tabla 6**), es necesario mencionar el riesgo de subvalorar a los primeros y sobrevalorar a los últimos, dado que nuestra evaluación participativa incluye solamente a usuarios de AMERB en Isla Mocha. También debemos resaltar la naturaleza subjetiva de la estimación de la serie histórica de captura ilegal de ‘loco’, que se basa en la memoria y/o criterio de los entrevistados, y en la extrapolación de los llamados ‘puntos de anclaje’ (\hat{E}_{2009}^i y \hat{C}_{2009}^i) usando factores de apreciación subjetiva, como la aproximación de E_t^i a través de las series históricas de IN y de $I_t^{MÁX}$, basada esta última en una serie de días “hábiles” (*i.e.* faenables en función de las condiciones diarias del estado del viento y del mar) tal como se ha realizado en la pesquería bentónica por buceo del erizo rojo de mar del norte de California (Smith y Wilen 2003). Sin embargo, en concordancia con Ainsworth y Pitcher (2005), planteamos que cualquier estimado razonable y transparente de capturas ilegales, aún cuando se base en criterios subjetivos, será mejor que suponer niveles cero de captura ilegal, que es el *status quo* en la realización de los estudios exigidos

por la autoridad pesquera Chilena (Subsecretaría de Pesca) a las organizaciones asignatarias de AMERB de ‘loco’.

A la fecha desconocemos de otros estudios que hayan cuantificado robos de ‘loco’ en AMERB, siendo el más cercano el de Gonzáles *et al.* (2005), quienes comparando estadísticas oficiales nacionales entre 1993–1999, estimaron robos (sin discriminar entre *extra* o *intra*-AMERB) equivalentes al 100% de las capturas formales; mientras que con entrevistas a pescadores de las las Regiones III y IV en 2003, estimaron capturas ilegales *extra*-AMERB ascendentes a *ca.* 2,8 millones individuos, y equivalentes a 38,6% de la abundancia de la fracción legalmente cosechable para ese año. Nuestra evaluación participativa estimó, para el lapso 2004–2011 en Isla Mocha, capturas ilegales anuales de ‘loco’ en las AMERB activas, equivalentes a entre 4 – 19% de la abundancia de la fracción legalmente cosechable. Salvando las diferencias geográficas y de época con el estudio de Gonzáles *et al.* (2005), el contraste de porcentajes es coherente, pues se esperaría encontrar que las fracciones tomadas ilegalmente del stock sean mayores en situaciones *extra*-AMERB vs. situaciones *intra*-AMERB, en especial tomando en consideración que el interés natural de los usuarios es el de conservar y/o aumentar el tamaño de los stocks de ‘loco’ al interior de sus AMERB, cuando menos en los meses previos a la cosecha.

Modelación poblacional de un stock de ‘loco’ en AMERB

Elegimos un modelo simple para simular la dinámica de abundancia del stock contenido en el AMERB IMQS, según lo recomendado al abordar un tema nuevo (Haddon 2001, Izquierdo *et al.* 2008), y dado que la data histórica del AMERB IMQS resultó insuficiente para desarrollar un modelo consistente de producción basado en talla. Asimismo, elegimos la relación S-R de tipo palo de hockey en vista de su simplicidad y mayor precautoriedad para la conservación del recurso, frente a las relaciones S-R clásicas (Barrowman y Myers 2000). Por otra parte, consideramos que en nuestro caso es apropiado usar modelos simples dado el conocimiento parcial de la dinámica poblacional del ‘loco’, pues aunque a dicho recurso se le refiere estructurado en metapoblaciones (Gonzáles *et al.* 2005, Orensanz *et al.* 2005), a la fecha se desconocen tanto los grados de conectividad y dependencia entre las ‘poblaciones fuente’ y las ‘poblaciones sumidero’ (Ortiz y Levins 2011), la escala espacial adecuada para delimitar dichas poblaciones, así como la dinámica subyacente del proceso de reclutamiento, el que ha sido considerado de naturaleza aleatoria (Stotz *et al.* 1991). Estas situaciones se evidencian en la Isla Mocha donde a pesar de su cercanía geográfica, cada AMERB en los estudios requeridos por la normativa es

tratada como contenedora de un stock independiente, al que se le atribuye un reclutamiento constante. Esta dificultad en reconocer espacialmente unidades funcionales de stock, ha sido observada en las pesquerías de 'abalones' haliótidos australianos, donde rigurosos sistemas de manejo de escala regional (entre 10^2 - 10^3 Km) han fallado en garantizar la sostenibilidad de unidades de stock con particularidades poblacionales manejables efectivamente a micro-escala espacial (entre 10^2 - 10^3 m) (Prince 2003). En concordancia con todo lo anterior, preferimos adoptar un enfoque de simulación antes que uno de optimización (*sensu* Prellezo *et al.* 2009).

Evaluación de impactos de la captura ilegal de 'loco' mediante simulación bioeconómica

Salvo estudios generales sobre modelación bio-económica en la pesquería del 'loco' (Tam *et al.* 1996, Arias e Iglesias 2007), desconocemos estudios sobre el impacto de la captura ilegal de 'loco' en el desempeño bio-económico de una AMERB. En nuestro marco de modelación, los factores más determinantes de tal desempeño, serían los niveles de extracción de 'loco' tanto formal como ilegal antes que sus precios de venta en playa, según lo demuestran los elementos más explicativos en los ANOVA realizados: el factor 'Robo' (60% para P. de Colapso, 24% para Robo/Captura, y en 14% para *VPBNE*), el factor 'Regla-Cosecha' (55% para *VPBNE*), la interacción Robo*Regla-Cosecha (21% para Robo/Captura), y el factor Precio-loco (14% para *VPBNE*)

El análisis de las proyecciones de variables bio-pesqueras del hipotético stock de 'loco' *intra*-AMERB, muestra que los procesos de reclutamiento y dinámica poblacional general, serían resilientes a la combinación de todos los niveles propuestos de extracción formal con todos los niveles propuestos de robo, excepto el de R.Descontrolado. Los peores impactos de esta última situación pueden observarse en los escenarios considerados como "críticos" para la pesquería formal. Situaciones críticas de captura ilegal descontrolada, y tan alta como 10 veces el nivel de extracción formal, ya han sido verificadas en la pesquería del 'abalón' sudafricano, la cual en consecuencia, debió cerrarse oficialmente en el año 2008 (Plagányi *et al.* 2011).

Análisis de la problemática de la captura ilegal en las AMERB de 'loco' en la Isla Mocha

Causas de la captura ilegal de 'loco' en Isla Mocha. En el componente 'distorsiones socio-económicas', los ítems causales transversales más referidos por los usuarios de AMERB isleños *i.e.* la presencia

tanto de una situación de pobreza (“necesidad económica”) como de un sector ilegal (“mercado negro”), reconocidos factores determinantes de capturas IND en pesquerías de ‘abalones’ (Hauck y Sweijd 1999, Tailby y Gant 2002), son relevantes considerando que los índices de pobreza en las comunas de Lebu y Tirúa están entre los más altos de Chile con 39,0% y 23,5% respectivamente (MIDEPLAN 2009), y que la ausencia de mercados formales del recurso ‘loco’, a nivel nacional ha sido referida como un poderoso incentivo a su captura ilegal (Marín y Berkes 2010).

En el componente ‘ineficacia del régimen de manejo pesquero’, los ítems causales transversales “Vigilancia Insuficiente de la Armada” y “Fiscalización Ineficaz de la Armada” *i.e.* falencias públicas tanto en las acciones de Monitoreo, Control y Vigilancia (MCV) como en la aplicación de sanciones, constituyen reconocidos incentivos directos al desarrollo de operaciones IND, que reducen la probabilidad de aprehensión, aliviando los costos de operación del infractor (Gallic y Cox 2006). Similares afirmaciones de usuarios de AMERB se han referido en torno a la fiscalización pesquera pública, agregando que dichas situaciones empeoran con la ruralidad de la AMERB; abonando al sentimiento de los pescadores de haber sido abandonados por el Estado en cuanto a los deberes de fiscalización (Palma y Chávez 2006, Gelcich *et al.* 2009), forzando a las organizaciones a desfinanciarse al implementar sistemas de vigilancia/sanción, exponiéndolas además a situaciones de conflicto con los sancionados (Chávez *et al.* 2010). También se ha referido que algunos funcionarios públicos reconocen insuficiente participación de SERNAPESCA, la Armada y Carabineros en la vigilancia de las AMERB, una definición difusa tanto de sus responsabilidades institucionales como la de los delitos tipificados legalmente, además de la aplicación de sanciones blandas que generalmente no alcanzan a comercializadores ni a procesadores (Chávez *et al.* 2010). Sin embargo, algunos pescadores, a pesar de las críticas, justifican al sistema público de vigilancia y requieren su mejora, afirmando que sin él la captura ilegal sería tan alta que arriesgaría la sustentabilidad del AMERB (Palma y Chávez 2006). Es importante señalar que las falencias públicas referidas, podrían ser sintomáticas de una situación general, pues se ha mencionado que algunos agentes públicos fiscalizadores calculan haber interceptado sólo entre 5% - 10% del volumen estimado real de captura ilegal de ‘loco’ a nivel nacional (González *et al.* 2006).

A pesar de su escasa mención, consideramos a la “extracción embarcada con libre acceso al AMERB” como un ítem de la ‘ineficacia del régimen de manejo pesquero’ alusivo a una importante brecha

legislativa (*sensu* Gallic y Cox 2006) que incentiva la incidencia de infractores foráneos, consistente en la ausencia del derecho de exclusión territorial en la normativa de AMERB. De hecho, el Art. 26 del Reglamento de Áreas de Manejo, permite a terceros a la organización asignataria, el tránsito y la extracción artesanal de recursos no bentónicos dentro del AMERB, confiriéndose a la organización asignataria, solamente derechos de uso exclusivo sobre los stocks objetivo del AMERB. Por lo tanto, desde esta perspectiva, el sistema AMERB chileno constituye un caso de aplicación de Derechos de Uso de Stock en Pesquerías (DUSP *sensu* Townsend 1995, Christy 1996, 2000), mas no un caso de aplicación de Derechos de Uso Territorial en Pesquerías (DUTP *sensu* Christy 1982) como es comúnmente referido por la autoridad pesquera (SUBPESCA 2000) y parte de la comunidad académica (v.g. Bernal *et al.* 1999, Parma *et al.* 2001, Villena y Chávez 2004, Orensanz *et al.* 2005, Gelcich *et al.* 2005, Gonzáles *et al.* 2006, Arias e Iglesias 2007, Cancino *et al.* 2007, Schumann 2007, Gallardo 2008, Aburto *et al.* 2009, Castilla 2010, Marín y Berkes 2010, Ortiz y Levins 2011).

En el componente ‘debilidades internas a la organización’, incluimos ítems que aluden a dificultades tanto en la vigilancia de sus AMERB (“Vigilancia de la Organización Insuficiente”) por desidia de los usuarios de AMERB al aportar recursos insuficientes para vigilancia y/o a limitaciones financieras, como en la negociación exitosa de su CTP (“Año sin Cosecha de Loco”). Esta última, verificada en la historia de las AMERB isleñas sólo en el año 2009, revelaría cierta disconformidad con la decisión de no cosechar, explicable por la escasa injerencia de buzos en las decisiones de cosecha de las organizaciones asignatarias isleñas, los que según Gelcich *et al.* (2007) ante malos precios del recurso, serían más propensos a postergar la cosecha (o parte de ella) en pos de mejorar la renta futura por crecimiento del recurso, asumiendo los consiguientes riesgos del robo. En el mismo componente otro ítem relevante mencionado para explicar el robo isleño, es la “Fiscalización Interna Ineficaz”, producto de la permisividad de socios vigilantes, ante la perspectiva de tener que denunciar/sancionar a un familiar o vecino isleño infractor. Hay referencias que también señalan limitaciones financieras en las organizaciones; así como una discutible actitud de “lealtad” entre algunos usuarios de AMERB infractores, quienes siempre declaraban conocer las normas internas así como sus sanciones correspondientes, catalogándolas como justas, además de calificar mayoritariamente a sus dirigentes como “buenos”; lo que indicaría que el usuario infringe al percibir una sanción interna como improbable (Palma y Chávez 2006). Esta conducta también podría reflejar un rasgo idiosincrático consistente en mantener la actitud de acatamiento y aún refrenda de las normas, mientras no se

conflictúen con los propios intereses (“se acata pero no se cumple”); inclusive con la tolerancia de las autoridades, al evaluar que exigir un cumplimiento estricto terminaría afectando también a su propio grupo de interés (Larrain 2001).

En el componente ‘reducida productividad pesquera’ el ítem “CPUE (no loco) embarcada reducida”, alude a los reclamos ante la escasez de recursos ícticos, imputada al ingreso de embarcaciones con red de cerco, ya sea ilegal (industriales) o legal (artesanales de mediana escala) para pescar dentro de las 5 millas reservadas a la pesca artesanal; escasez de recursos que incentivaría también a los pescadores de redes artesanales de pequeña escala a incursionar en el robo de ‘loco’ en las AMERB.

Propuestas de solución a la extracción ilegal de ‘loco’ en Isla Mocha. Aunque no obtuvimos propuestas de nuestros entrevistados para las ‘distorsiones socio-económicas’, señalamos algunas ya estudiadas, como el combatir las condiciones de pobreza asociadas a las pesquerías de pequeña escala, incrementando así el costo de oportunidad de reclutar una potencial tripulación ilegal; y evitar recargar financieramente a los usuarios de AMERB, desincentivando su incursión en las IND (Gallic y Cox 2006).

Para enfrentar la captura ilegal en el componente de ‘ineficacia del manejo pesquero’ los ítems referidos, apuntan a subsanar falencias en la institucionalidad pública tanto en la fiscalización de la pesquería del ‘loco’ (*i.e.* “Mejorar la Vigilancia de la Armada”, “Efectivar la Fiscalización Pública”), como en el resguardo del litoral reservado para la pesquería artesanal de pequeña escala (“Fiscalización Pública Efectiva de la Zona Exclusiva para la Pesca Artesanal”). También observamos opiniones que enfatizan enfocar los esfuerzos de fiscalización en los zarpes/arribos informales tanto en el continente (“Efectivar Fiscalización de la Armada con Continentales” y “Efectivar Fiscalización Sernapesca con Continentales”) como en la isla (“Efectivar Fiscalización de la Armada con Isleños”), resolver la brecha legislativa que permite tener una zona de desembarque libre en medio de las AMERB isleñas (“Prohibir el Desembarque en Islote Quechol”), e incluir a las plantas procesadoras en los esfuerzos de fiscalización (“Efectivar Fiscalización Pública de Procesadoras”). En este punto señalamos la recomendación de mejorar las capacidades de MCV de las entidades nacionales, estableciendo entre ellas redes de cooperación y coordinación, e instaurando ‘estándares mínimos fiscalizables’ (Gallic y Cox 2006). En relación a la brecha legislativa que permite “La Extracción Embarcada con Libre

Acceso al AMERB”, para la que no obtuvimos propuestas, sugerimos hacer una revisión de la normativa que efectivamente otorgue derechos de exclusión territorial a la organización asignataria, lo que representaría un aporte significativo en caso se concreten algunas recientes propuestas normativas que buscan implementar de sistemas de monitoreo satelital de la flota artesanal.

En el componente ‘debilidades al interior de la organización’, nuestros entrevistados proponen ítems que apuntan a una mejora autónoma de las actividades de vigilancia en la organización (“Mejorar la Vigilancia de la Organización”) y también a instaurar junto con la Armada actividades de vigilancia (“Efectivar la Vigilancia de la Organización apoyada por la Armada”) y sanción (“Efectivar Fiscalización de la Organización apoyada por la Armada”), lo que indica que pese a las críticas, la Armada es la entidad fiscalizadora de mayor confianza para los isleños. Además se han señalado ítems dirigidos a romper el vínculo con los buzos continentales para mitigar el robo foráneo (“No Contratar Buzos Continentales Infractores”); e implementar sanciones efectivas entre los socios de la propia organización (“Efectivar Fiscalización de la Organización”), además de expandir las posibilidades productivas de la organización (“Posibilitar a la Organización Realizar Actividades Pesqueras Complementarias”) para mitigar el robo isleño. Otros estudios han referido mecanismos internos de sanción en las organizaciones asignatarias de AMERB, que incluyen la confiscación total o parcial de la porción de CTP del socio infractor, excluirlo del AMERB, o casos extremos expulsarlo de la organización (Cancino *et al.* 2007); más específicamente para AMERB de ‘loco’ de la región X, se han descrito la creación de comisiones internas de vigilancia rotativas, la contratación de guardias, o la implementación de casetas de vigilancia (Chávez *et al.* 2010).

Cabe señalar que muchos de los mecanismos propuestos en éste y otros estudios, han resultado parcialmente eficaces, lo que resalta la necesidad de re-evaluación y planteamiento de nuevas opciones. Más aún insistiendo en la recomendación de diferentes investigaciones, persiste la necesidad de integrar enfoques sociológicos/antropológicos a la base del conocimiento empleado para administrar sistemas de co-manejo pesquero, balanceando así el casi exclusivo énfasis puesto en la biología del recurso (Castilla y Defeo 2001, Yáñez *et al.* 2001, Nielsen *et al.* 2004, Salas *et al.* 2007).

Para disminuir el robo en las AMERB, y en base al caso de estudio de Isla Mocha, señalamos la necesidad de: (a) encarar las principales distorsiones socio-económicas que impulsan a los pescadores a

extraer ilegalmente ‘loco’ desde las AMERB; (b) evaluar la asignación de derechos de exclusión territorial a las organizaciones asignatarias; (c) conciliar objetivos comunes entre las autoridades Estatales y los grupos de interés concernidos, antes de definir estrategias para combatir las operaciones IND; (d) revisar los alcances del Plan de Acción Nacional de Chile para combatir las operaciones IND (SERNAPESCA 2004), extendiéndolo a la realidad de las pesquerías artesanales, esclareciendo y definiendo las capacidades y responsabilidades institucionales en las acciones de fiscalización; (e) promover la participación comunal local en las acciones de MCV en la pesquería del ‘loco’; (f) aumentar la severidad de las multas para los operadores ilegales en la captura, procesamiento y comercialización del ‘loco’; (g) subsanar las limitaciones en el conocimiento actual de la dinámica de las poblaciones del recurso ‘loco’; (h) incorporar las capturas IND en las metodologías reglamentarias de evaluación de stocks en AMERB; e (i) incorporar métodos criminalísticos para caracterizar las operaciones IND de captura, procesamiento y comercialización de ‘loco’, como base al desarrollo de estrategias para combatir las.

AGRADECIMIENTOS

R. Bandin recibió una beca de estudios de postgrado de la Agencia Chilena de Cooperación Internacional (AGCI). Esta investigación fue financiada por el Programa de Investigación Marina de Excelencia (PIMEX) de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas de la Universidad de Concepción financiado por Celulosa Arauco y Constitución S.A. Esta investigación fue financiada por el Programa de Investigación Marina de Excelencia (PIMEX) y por el Interdisciplinary Center for Aquaculture Research (INCAR; CONICYT-FONDAP Proyecto N°15110027). Los autores agradecen a los pescadores artesanales de la Isla Mocha, y a los Dres. L. Cubillos, J. Tam, C. Chávez, F. Tapia y B. Ernst por sus aportes; y además agradecen al Proyecto del Fondo de Investigación Pesquera “Evaluación del impacto del terremoto y tsunami sobre áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos (AMERB) en las islas Mocha y Santa María, en la región del Bío-Bío” (FIP 2010-20), por facilitar información relevante.

REFERENCIAS

- Aburto, J., M. Thiel y W. Stotz. 2009. Allocation of effort in artisanal fisheries: The importance of migration and temporary fishing camps. *Ocean & Coastal Management* 52: 646–654.
- Ainsworth, C.H. y T.J. Pitcher. 2005. Estimating illegal, unreported and unregulated catch in British Columbia's marine fisheries. *Fisheries Research* 75: 40 – 55.
- Arias, M. y E. Iglesias. 2007. Modeling the bioeconomics impacts of co-management in Chilean artisanal fisheries. Paper presentado en la 107° Seminario EAAE "Modeling of Agricultural and Rural Development Policies". Sevilla, España, 29 enero -1 february, 2008. Disponible en <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/6400/2/sp08ro20.pdf> (accedido el '09set27)
- Barrowman, N.J. y R.A. Myers. 2000. Still more spawner–recruitment curves: the hockey stick and its generalizations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 665–676.
- Bernal, P., D. Oliva, B. Aliaga y C. Morales. 1999. New regulations in Chilean fisheries and aquaculture: ITQ's and territorial user rights. *Ocean and Coastal Management* 42: 119-142.
- Caddy, J. F. 1999. Deciding on precautionary management measures for a stock based on a suite of Limit Reference Points (LRPs) as a basis for a Multi-LRP Harvest Law. *NAFO Sci. Coun. Studies*, 32: 55–68.
- Cancino, J.P., H. Uchida y J.E. Wilen. 2007. TURFs and ITQs: collective vs. individual decision making. *Marine Resource Economics* 22: 391-406.
- Cartes, F., E. Contreras y J. Cruz. 2001. La tasa social de descuento en Chile. Documento del Centro de Gestión (CEGES), Universidad de Chile. 77 pp.
- Castilla, J.C. y O. Defeo. 2001. Latin American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11: 1-30
- Castilla, J.C. y S. Gelcich. 2006. Chile: Experience with Management and Exploitation Areas for Coastal Fisheries as Building Blocks for Large-Scale Marine Management. En: *Scaling up marine management, the role of Marine Protected Areas*. Environment Department, Sustainable Development Network – The World Bank. Report N° 36635 – GLB: 45-57
- Castilla J.C. 2010. Fisheries in Chile: small pelagics, management, rights, and sea zoning. *Bulletin Of Marine Science*, 86(2): 221–234.
- Chávez, C., J. Dresdner, M. Quiroga, M. Baquedano, N. González y R. Castro. 2010. Evaluación socio-económica de la pesquería del recurso loco asociada al régimen de áreas de manejo, como elemento de decisión para la administración pesquera”. Informe Final, Proyecto FIP 2008-31. 414 pp. + Anexos.
- Christy, F.T. Jr. 1982. Territorial use rights in marine fisheries: definitions and conditions. *FAO Fish. Tech. Pap.* 227, 10 p.
- Christy, F.T. 1996. The death rattle of open access and the advent of property rights regimes in fisheries. *Marine Resource Economics*. Volume 11: 287–304.
- Christy, F.T. 2000. Common property rights: an alternative to ITQs. En: Shotton, R. (ed.). *Use of property rights in fisheries management*. Proceedings of the FishRights99 Conference. Fremantle, Western Australia, 11-19 November 1999. Mini-course lectures and core conference presentations. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 404/1. Rome, FAO. 342p. pp: 118-135
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2008. *FishStat Plus Capdet data*. FAO, Roma, Italia.
- Fournier, D. y C. P. Archibald. 1982. A general theory for analyzing catch at age data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 1195-1207

- Gallardo, G.L. 2008. From seascapes of extinction to seascapes of confidence - Territorial use rights in fisheries in Chile: El Quisco and Puerto Oscuro. Centre for Sustainable Development (CSD), Universidad de Uppsala, Suecia. 195pp
- Gallic, B.L. y A. Cox. 2006. An economic analysis of illegal, unreported and unregulated (IUU) fishing: Key drivers and possible solutions. *Marine Policy* 30: 689–695.
- Gelcich, S., G. Edward-Jones y M.J. Kaiser. 2004 Importance of attitudinal differences among artisanal fishers toward co-management and conservation of marine resources. *Conservation Biology* 19(3): 865-875.
- Gelcich, S., G. Edwards-Jones, M.J. Kaiser y E. Watson. 2005. Using discourses for policy evaluation: the case of marine common property rights in Chile. *Society and Natural Resources*, 18: 377–391.
- Gelcich, S., G. Edwards-Jones y M.J. Kaiser. 2007. Heterogeneity in fishers' harvesting decisions under a marine territorial user rights policy. *Ecological Economics* 61: 246 – 254.
- Gelcich, S., N. Godoy y J.C. Castilla. 2009. Artisanal fishers' perceptions regarding coastal co-management policies in Chile and their potentials to scale-up marine biodiversity conservation. *Ocean & Coastal Management* 52 (2009) 424–432.
- González, J., C. Tapia, A. Wilson, W. Stotz, J.M. (Lobo) Orensanz, A. Parma, J. Valero, M. Catrileo y J. Garrido. 2005. Bases biológicas para la evaluación y manejo de metapoblaciones de loco en la III y IV Regiones. Informe Final Corregido, Proyecto FIP N° 2002-16. 338pp
- González, J., W. Stotz, J. Garrido, J. M. Orensanz, A. Parma, C. Tapia y A. Zuleta. 2006. The Chilean Turf System: How Is It Performing In The Case Of The Loco Fishery?. *Bulletin Of Marine Science*, 78(3): 499–527.
- Gordon, H.R. y P.A. Cook. 2004. World abalone fisheries and aquaculture update: supply and market dynamics. *J. Shellfish Res.* 23: 935-939.
- Haddon, M. 2001. Modelling and quantitative methods in fisheries. Chapman & Hall/CRC. Florida, EUA. 406p.
- Hauck, M. y N. A. Sweijd. 1999. A case study of abalone poaching in South Africa and its impact on fisheries management. *ICES Journal of Marine Science*, 56: 1024–1032.
- Instituto de Fomento Pesquero y Servicio Nacional de Pesca (IFOP-SERNAPESCA). 2010. Efectos del terremoto y maremoto del 27 de febrero de 2010 en las caletas de la V a la IX Regiones. Informe Especial. 107pp.
- Izquierdo, L., J.M. Galán, J.I. Santos y R. del Olmo. 2008. Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. *EMPIRIA, Revista de Metodología de Ciencias Sociales.* (16): 85-112
- Larkin, S.L., G. Sylvia, M. Harte y K. Quigley. 2006. Optimal Rebuilding of Fish Stocks in Different Nations: Bioeconomic Lessons for Regulators. *Marine Resource Economics* 21: 395-413.
- Larrain, J. 2001. Identidad Chilena. LOM Ediciones, Santiago, Chile. 274 pp.
- Leiva, G.E. y J.C. Castilla. 2002. A review of the world marine gastropod fishery: evolution of catches, management and the Chilean experience. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 11: 283–300
- LADDER Research Team. 2001. Methods manual for fieldwork: livelihoods and diversifications explored by research. LADDER Working Paper No. 2. The Overseas Development Group (ODG). 48pp.
- Lin, J.L. 2002. Viability, economic transition and reflections on neo-classical economics. Workshops at the Graduate School of Chinese Academy of Social Sciences. Peking University. China. 24pp.
- Marín, A. y F. Berkes. 2010. Network approach for understanding small-scale fisheries governance: The case of the Chilean coastal co-management system. *Marine Policy* 34(5): 851-858

- Marín, A., S. Gelcich, G. Araya, G. Olea, M. Espindola y J.C. Castilla. 2010. The 2010 tsunami in Chile: Devastation and survival of coastal small-scale fishing communities. *Marine Policy* 34: 1381-1384.
- Meltzoff, S., Y. Lichtensztajn y W. Stotz. 2002. Competing visions for marine tenure and co-management: genesis of a marine management area in Chile. *Coastal Management* 30: 85-99.
- Ministerio de Planificación de Chile (MIDEPLAN). 2009. Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN).
- Molinet, C y C.A. Moreno. 2009. Distribución espacial de larvas veliger de *Concholepas concholepas* (Bruguere) (Gastrópoda, Muricidae) en el mar interior de la Patagonia Noroccidental, Chile. *Cienc. Tecnol. Mar*, 32 (1): 71-82
- Nielsen, J.R., P. Degnbola, K.K. Viswanathanb, M. Ahmedb, M. Harac y N.M.R. Abdullah. 2004. Fisheries co-management - an institutional innovation? Lessons from South East Asia and Southern Africa. *Marine Policy* 28: 151-160.
- Orensanz, J.M., A. Parma, G. Jerez, N. Barahona, M. Montecinos e I. Elias. 2005. What are the key elements for the sustainability of "S-fisheries"? insights from South America. *Bulletin Of Marine Science*, 76(2): 527-556.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, y Ministerio de Agricultura de Chile (FAO-MINAGRI). 2010. Diseño de Proyectos de Desarrollo Territorial Rural - Informe de impacto del terremoto y maremoto en la comuna de Tirúa. 53pp.
- Ortiz, M. y R. Levins. 2011. Re-stocking practices and illegal fishing in northern Chile (SE Pacific coast): a study case. *Oikos* 120: 1402-1412, 2011.
- Palma, M y C. Chávez. 2006. Normas y cumplimiento en Áreas de Manejo de Recursos Bentónicos - Estudio de caso en la Región del Bio-Bio. *Estudios Públicos* 103: 237 - 276.
- Parma, A., J.M. Orensanz, I. Elías y G. Jerez. 2001. Diving for Shellfish and Data: Incentives for the Participation of Fishers in the Monitoring and Management of Artisanal Fisheries Around Southern South America. En: Newman, S.; J. Gaughan, G. Jackson, M. Mackie, B. Molony, , J. St John, y P. Kailola (eds.). *Towards Sustainability of Data-Limited MultiSector Fisheries*. Australian Society for Fish Biology Workshop Proceedings. Bunbury, Australia. Disponible en: <http://www.asfb.org.au/pubs/2001/07parma.htm>
- Plagányi, É., D. Butterworth, M. Burgener. 2011. Illegal and unreported fishing on abalone—Quantifying the extent using a fully integrated assessment model. *Fisheries Research* 107: 221-232
- Prellezo, R., P. Accadia, J.L. Andersen, A. Little, R. Nielsen, B.S. Andersen, C. Röckmann, J. Powell y E. Buisman. 2009. Survey of existing bioeconomic models: Final report. Sukarieta: AZTI-Tecnalia. 283 pp.
- Prince, J. 2003. Combating the tyranny of scale for Haliotids: micro-management for micro-stocks. *Bulletin of Marine Science* 75(2): 557-577.
- Quiroz, D. y H. Zumaeta. 1.999. Ecología, historia y cultura en la Isla Mocha, Provincia de Arauco: 1.850-1.994. En: Quiroz D. (Ed.). *Isla Mocha*. Departamento de Antropología, Universidad de Chile.
- Ruiz, J. 2009. Análisis sociológico del discurso: métodos y lógicas. *Forum: Qualitative Social Research*. 10(2): 1-32.
- Salas, S., R. Chuenpagdee, J.C. Seijo y A. Charles. 2007. Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fisheries Research* 87: 5-16.
- Schumann, S. 2007. Co-management and "consciousness": Fishers' assimilation of management principles in Chile. *Marine Policy* 31: 101-111.

- Schumann, S. 2008. ¿Colaboración o colisión? La relación entre los pescadores artesanales y sus consultoras técnicas y su relevancia para las áreas de manejo en Chile. Valparaíso, Chile. 150pp. Disponible en: http://www.ferepabiobio.cl/xpdinam/db/archivos/descargas/1237320304/Colaboracion_o_colision.pdf
- SERNAPESCA (National Fisheries Service). 2004. National Action Plan from Chile, to prevent, deter and eliminate fishing IUU activities (PAI IUU). Ministerio de Economía y Energía de la República de Chile. 41pp. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/Fi/DOCUMENT/IPOAS/national/chile/iuu.pdf> (accedido el '12jul09)
- Smith, M.D. y J.E. Wilen. 2003. Economic impacts of marine reserves: the importance of spatial behavior. *Journal of Environmental Economics and Management*, 46: 183–206
- Sobenes, C. y C. Chávez. 2009. Determinants of economic performance for coastal managed areas in central-southern Chile. *Environment and Development Economics*, 14(6): 717-738.
- Sparre, P. y S. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1- Manual. FAO Documento técnico de pesca 306/1. 420 p.
- Stotz, W., D.A. Lancelotti, D.J. Martínez, P. de Amesti y E. Pérez. 1991. Variación temporal y espacial del registro de juveniles recién asentados de *Concholepas concholepas* (Brugière, 1.789) en e intermareal rocoso de la IV Región, Chile. *Rev. Biol. Mar. Valparaíso* 26(2): 351-361.
- Stotz, W. 1997. Las áreas de manejo en la Ley de Pesca y Acuicultura: primeras experiencias evaluación de la utilidad de esta herramienta para el recurso loco. *Estud. Oceanol.* 16: 67-86.
- SUBPESCA (Subsecretaría de Pesca). 2000. Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos: Documento de difusión N°2, Departamento de Pesquerías. 13 pp.
- SUBPESCA (Subsecretaría de Pesca). 2003. Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. Documento de Difusión N°1 (junio 2000 actualizado en junio 2003). 11 pp.
- SUBPESCA (Subsecretaría de Pesca). 2011. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 054– 2011 Modificación de la veda biológica del recurso “loco”, Regiones VII - XI. Valparaíso. 18pp.
- Tailby, R. y F. Gant. 2002. The Illegal Market in Australian Abalone. *Australian Institute of Criminology (AIC), Trends & Issues in Crime and Criminal Justice*, 225: 1–6.
- Tam J., W. Palma, M. Riofrio, O. Aracena y M.I. Lpez. 1996. Decision analysis applied to the fishery of *Concholepas concholepas* from Central Northern Coast of Chile. *NAGA The ICLARM Quarterly*, 19: 46-48
- Townsend, R. 1995. Transferable Dynamic Stock Rights. *Marine Policy* 19(2): 153-158.
- Villena, M. y C. Chávez. 2004. The Economics of Territorial Use Rights Regulations: A Game Theoretic Approach. Disponible en <http://www.economia.puc.cl/documentos/15abril.pdf> (accedido el '09set27)
- Yáñez, E., E. González, L. Cubillos, S. Hormazábal, H. Trujillo, L. Álvarez, A. Órdenes, M. Pedraza y G. Aedo. 2001. Chapter 10: Knowledge and Research on Chilean Fisheries Resources - Diagnosis and Recommendations for Sustainable Development. En: Ommer, Perry, Cury y Cochrane (eds.). *World Fisheries: A Social-Ecological Analysis*. 1st Edition, Blackwell Publishing Ltd.: 168-181.

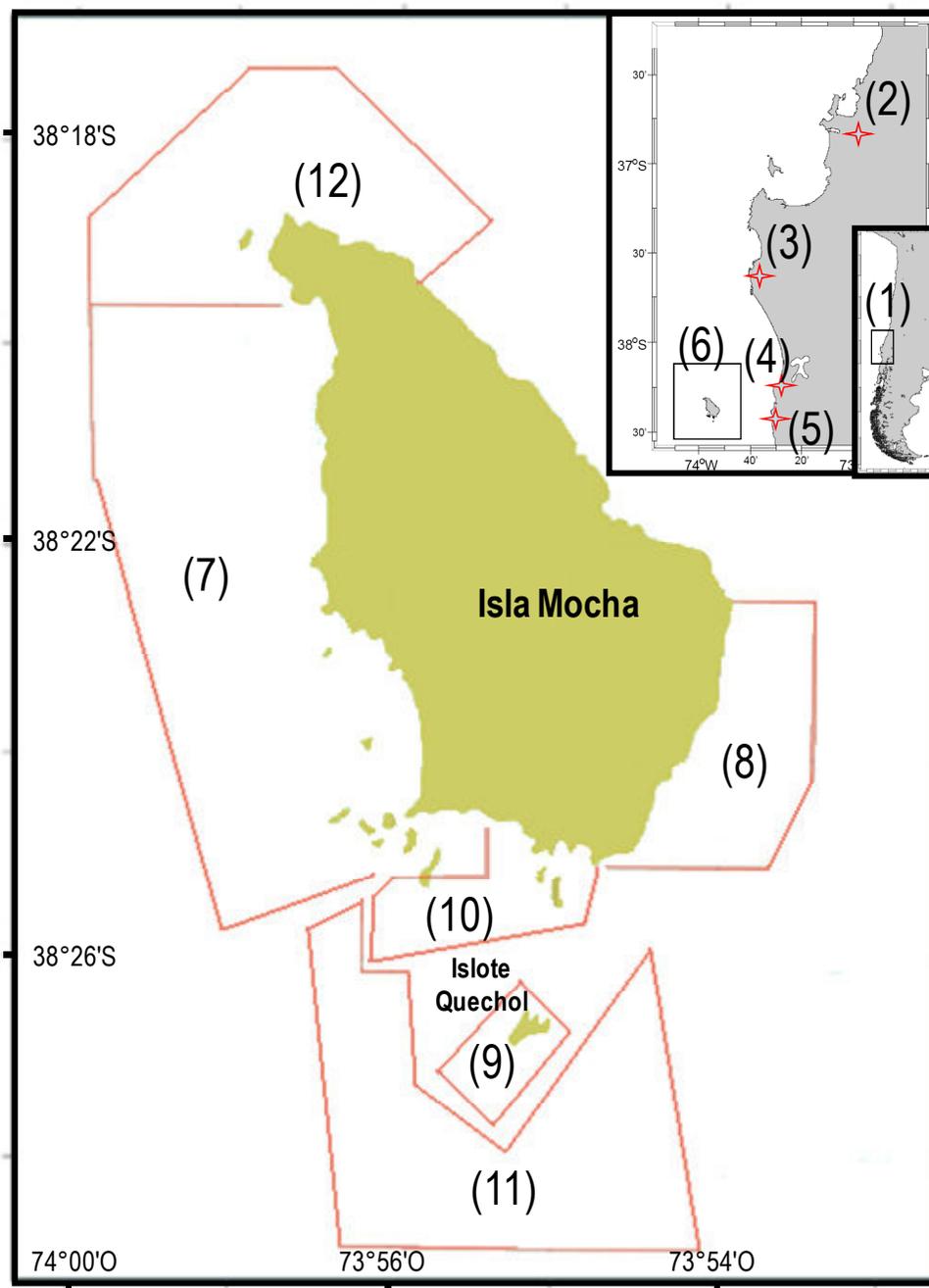


Figura 1. Zona de estudio. Ubicación de la Región del Bio-Bio (1). Localidades de Concepción (2), Lebu (3), Quidico (4), Tirúa (5) e Isla Mocha (6). Distribución de las AMERB activas, Weste Isla Mocha (7), Isla Mocha Sector Este (8) e Isla Mocha Sector Quechol (9), administradas por la “Organización Funcional”; Isla Mocha Sector Sur (10) e Isla Mocha Sector Quechol Sur (11), administradas por el STI. (12) AMERB Tirúa en desafectación, asignada a pescadores artesanales Mapuche-Lafkenche de Tirúa.

Figure 1. Study Zone. Location of the Bio-Bio Region (1). Main cities and towns referred in the text: Concepción (2), Lebu (3), Quidico (4), Tirúa (5) and Isla Mocha (6). Spatial distribution of active MEABRs, West Isla Mocha (7), Isla Mocha East Sector (8) and Isla Mocha Quechol Sector (9), administered by the “Functional Organization”; Isla Mocha South Sector (10) and Isla Mocha South-Quechol Sector (11), administered by “The Union”; Tirúa MEABR currently in the process of deallocation (12), assigned to Mapuche-Lafkenche artisanal fishermen from Tirúa.

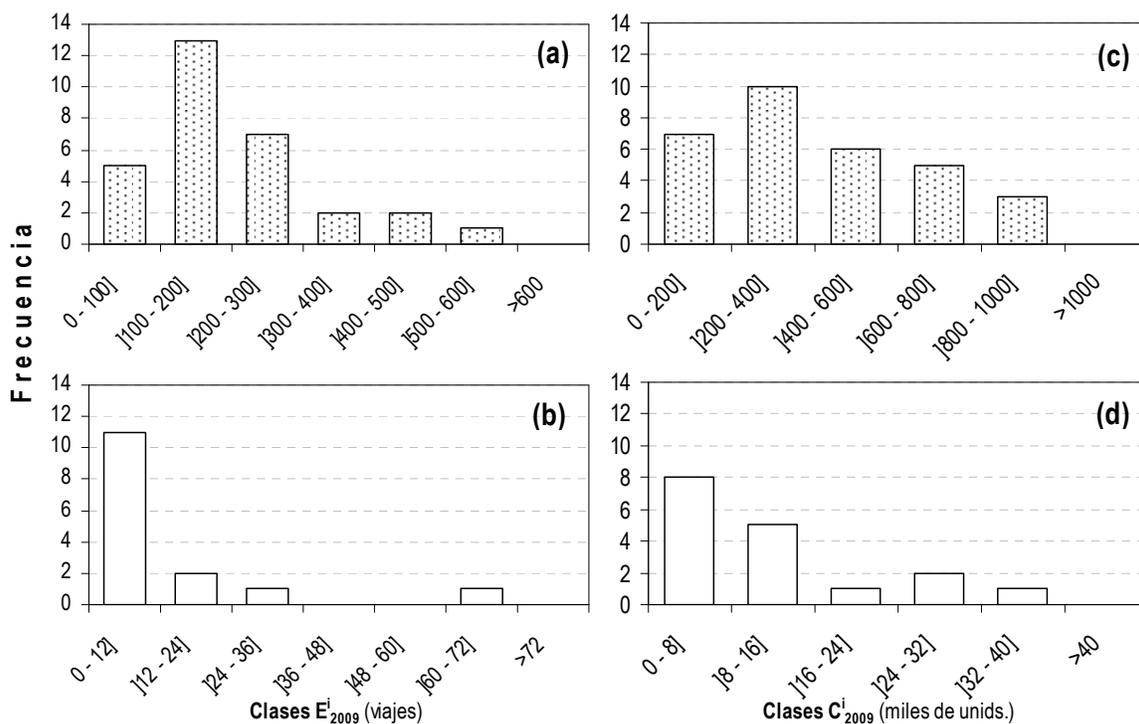


Figura 2. Estimados participativos de esfuerzo ilegal y robo realizado en las AMERB de 'loco' activas de Isla Mocha el año 2009. Esfuerzo ilegal de infractores no isleños (a), esfuerzo ilegal de infractores isleños (b), captura ilegal de infractores no-isleños (c), y captura ilegal de infractores isleños (d).

Figure 2. Participatory estimates of illegal effort and poaching conducted in the MEABRs of Isla Mocha during 2009. Illegal effort of non-islander offenders (a), illegal effort of islander offenders (b), illegal catch of non-islander offenders (c), and illegal catch of islander offenders (d).

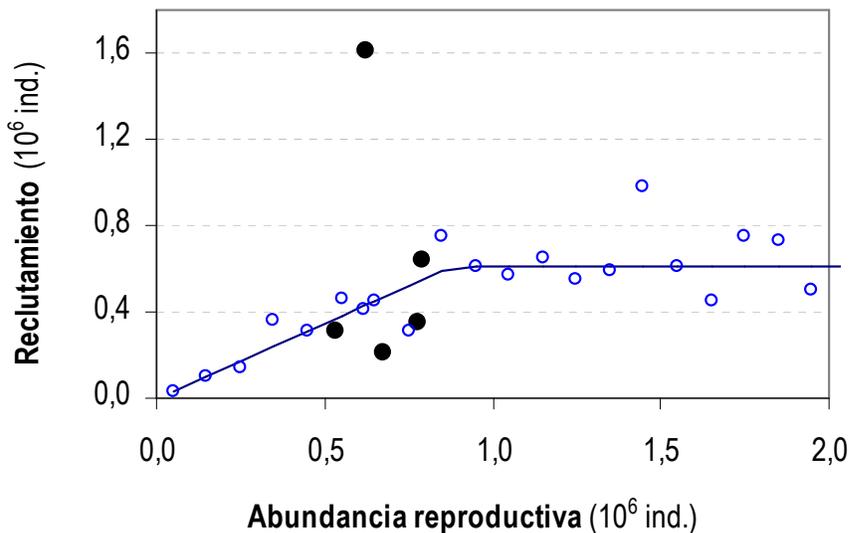


Figura 4. Relación S-R de tipo palo de hockey para el stock de 'loco' del AMERB IMQS, construída con el reclutamiento y la abundancia de reproductores del modelo dinámico de decaimiento exponencial. Los puntos negros representan los 5 pares disponibles de datos de abundancia de reproductores y reclutas; los círculos vacíos representan valores simulados con los parámetros estimados.

Figure 4. Hockey stick S-R relationship for the 'loco' stock in the MEABR IMQS built with the recruitment and breeding abundance from the dynamic model of exponential decay. The black dots represent the available 5 pairs of abundance data of breeders and recruits; the open circles represent simulated values with the estimated parameters.

Impacto de la Captura Ilegal de 'loco' en AMERB de Isla Mocha, Chile centro-sur.

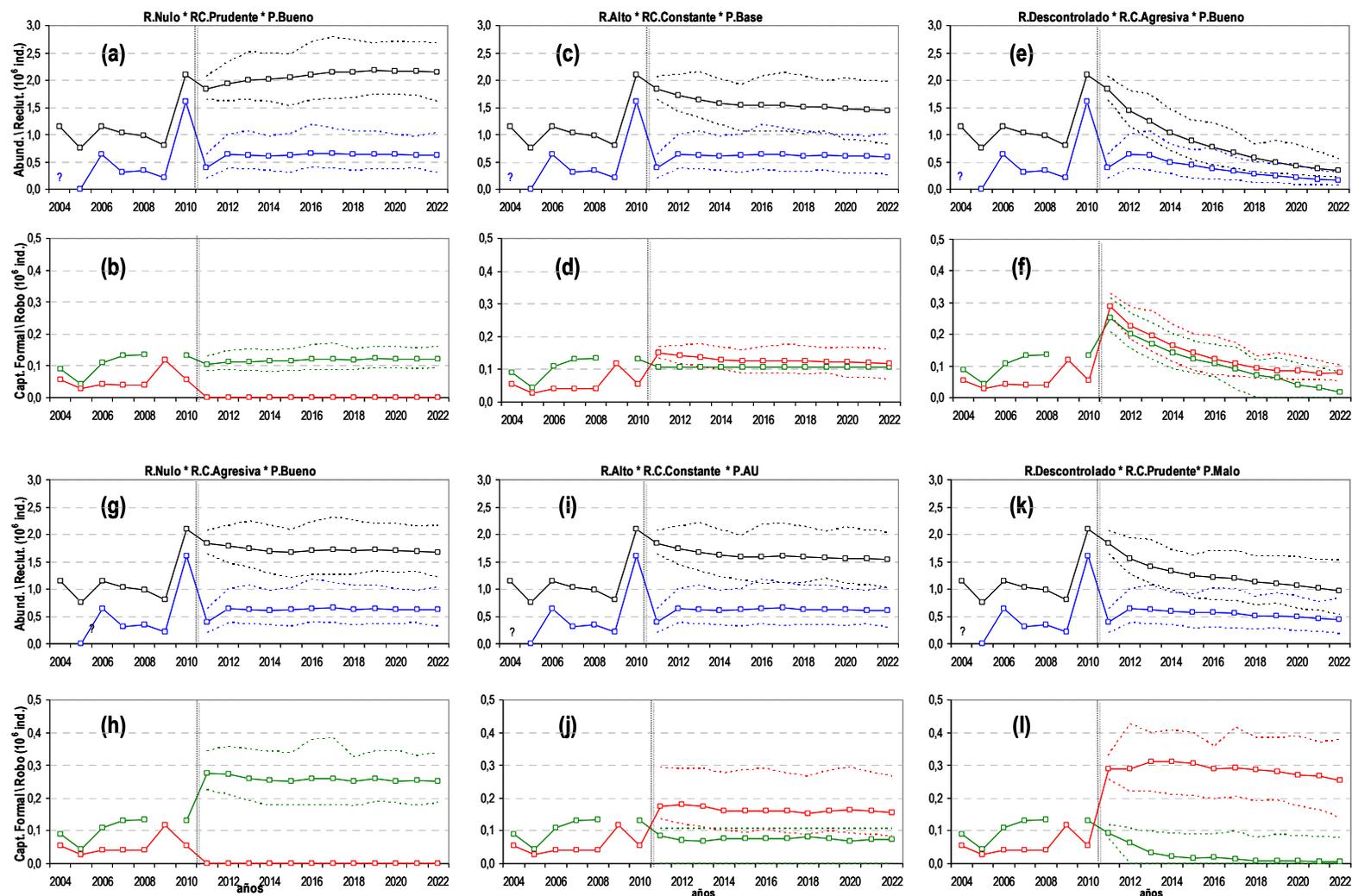


Figura 5. Proyecciones con los promedios de las salidas del modelo en 6 escenarios para las variables anuales. Abundancia (cuadros negros), Reclutamiento (cuadros azules), Captura Formal (cuadros verdes) y Captura Ilegal (cuadros rojos) de 'loco'. Las líneas punteadas envolventes de las proyecciones representan los percentiles 2,5 y 97,5. Las líneas verticales indican el inicio del lapso de simulación.

Figure 5. Projections with the average model outputs in 6 scenarios for the annual variables. Abundance (black squares), Recruitment (blue squares), Formal Catch (green squares) and Illegal Catch (red squares) of 'loco'. Dotted lines surrounding the projections represent the 2,5 and 97,5 percentiles. The vertical lines indicate the beginning of the simulation period.

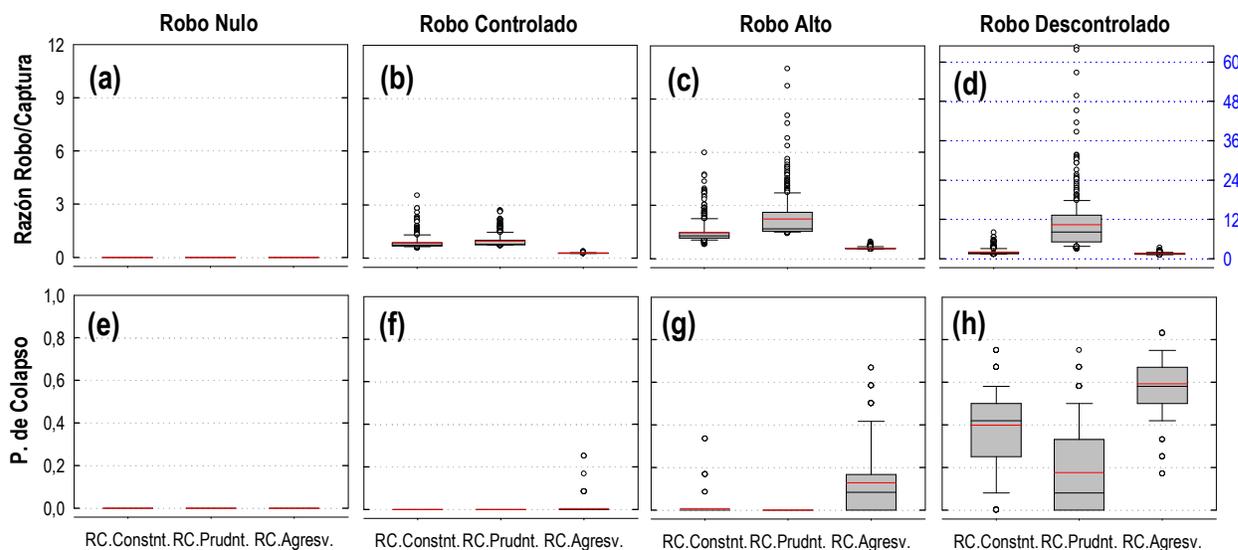


Figura 6. Boxplots para las salidas de los indicadores Razón Robo/Captura (gráficos a - d), y Probabilidad de Colapso (gráficos e - h), en cada combinación de la interacción Robo*Regla-Cosecha. Las líneas horizontales dentro de las cajas representan la mediana (línea negra) y la media (línea roja).

Figure 6. Boxplots for the outputs of the indicators Ratio Poaching/Catch (graphs c - d), and Probability of Collapse (graphs e - h) for each combination of the interaction Poaching*Harvest-Rule. Horizontal lines inside the boxes correspond to the median (black line) and mean (red line).

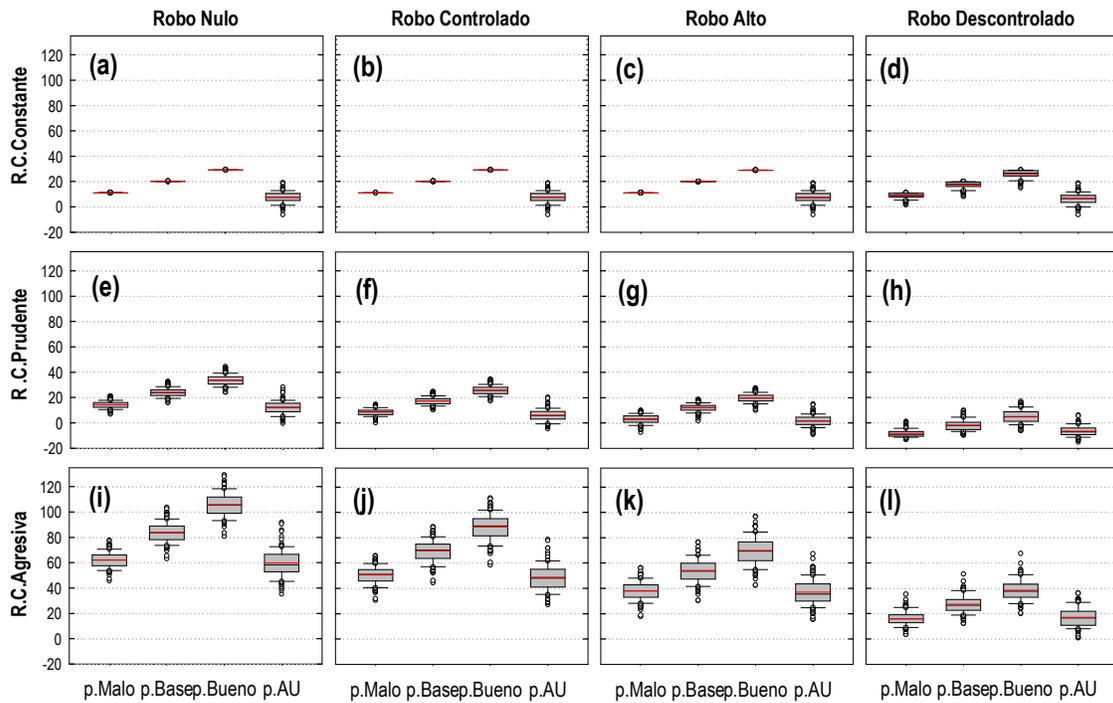


Figura 7. Boxplots para las salidas del Indicador *VPBNE* (en millones \$) en cada escenario de la interacción Robo*Regla-Cosecha*Precio-Locho. Las líneas horizontales dentro de las cajas representan la mediana (línea negra) y la media (línea roja).

Figure 7. Boxplots for the outputs of the *VPBNE* indicator (in millions \$) for each scenario of the interaction Poaching*Harvest- Rule* Loco-Price. Horizontal lines inside the boxes represent the median (black line) and mean (red line).

Tabla 1. Nómina de informantes clave entrevistados en la evaluación participativa seleccionados entre usuarios de las 2 organizaciones asignatarias de AMERB en la Isla Mocha.

Table 1. List of key informants interviewed in the participative evaluation selected from users of the 2 assignee organizations of MEABRs in Mocha Island.

#	Sindicato de Trabajadores Independientes de la Pesca Artesanal, Buzos Mariscadores y Actividades Conexas de Caleta Isla Mocha (STI)			Organización Funcional de Pescadores Artesanales y Buzos Mariscadores de Isla Mocha (OF)		
	Edad	Puesto en la Organización	Función durante la cosecha	Edad	Puesto en la Organización	Función durante la cosecha
1	48	Presidente, Socio	Adminst.Planta, Armador	69	Presidente, Socio	Armador
2	25	Secretario, Socio	Armador	55	Secretario, Socio	Armador, dueño-material, tripulante
3	68	Director, Socio, ex-Presidente	Armador	52	Tesorero	<i>(sólo desempeña cargo administrativo)</i>
4	41	Tesorero, Socio	Playero	42	Director, Socio	Calibrador
5	39	Socio, ex-Presidente, ex-Secretario, ex-Tesorero	Armador, tripulante	38	Director, Socio	Armador, tripulante
6	33	Socio, ex-Tesorero	Armador	60	Director, Socio	Radio-operador
7	84	Socio	<i>(ya no labora en las cosechas)</i>	65	Socio, ex-Director	Armador, tripulante
8	69	Socio	Playero	61	Socio, ex-Tesorero	Armador
9	68	Socio	Armador	45	Socio, ex-Tesorero	Armador, dueño-material, tripulante
10	66	Socio	Armador, tripulante	50	Socio, ex-Tesorero	Playero
11	65	Socio	Armador	67	Socio	Playero
12	63	Socio	Armador, tripulante	48	Socio	Armador, buzo
13	63	Socio	Tripulante, playero, vigilante	51	Socio	Armador, tripulante
14	62	Socio	Armador, playero	46	Socio	Armador, tripulante
15	41	Socio	Armador, tripulante	35	Socio	Armador, buzo
16	29	Socio	Armador, Tripulante	27	Socio	Armador, buzo
17	29	Socio	Buzo, tripulante	47	Socio	Buzo
18	29	Socio	Buzo, tripulante	37	Socio	Buzo
19	23	Socio	Buzo	35	Socio	Armador, tripulante
20	46	Socio	Tripulante	62	Socio	Armador
21	43	Socio	Tripulante	63	Socio	Dueño-material, playero, obrero-planta
22	34	Socio	Tripulante	66	Socio	Obrero-planta
23	28	Socio	Tripulante	63	Socio	Playero
24	26	Socio	Tripulante	55	Socio	Playero
25	57	Socio	Playero	43	Socio	Tripulante
26	46	Socio	Playero	40	Socio	Tripulante
27				39	Socio	Tripulante
28				25	Socio	Tripulante

Tabla 2. Ecuaciones empleadas en: (a) la cuantificación de la captura ilegal de ‘loco’ en las AMERB de Isla Mocha, y (b) la estructuración del modelo bio-económico del AMERB de Isla Mocha Quechol Sur (IMQS). Variables, parametros y símbolos se encuentran descritos en la sección Materiales y Métodos.

Table 2. Equations used in: (a) quantification of the ‘loco’ illegal catch in the MEABRs of Mocha Island, and (b) the bio-economic model for the MEABR of Isla Mocha Quechol Sur (IMQS). Variables, parameters and symbols are described in Material and Methods.

(a)	
$E_{2009(j)}^i = NB_{2009(j)} \cdot \min(I_{2009(j)}, I_{2009}^{MAX})$ [1]	$C_{2009(j)}^i = E_{2009(j)} \cdot CPUE_{2009(j)}^i$ [2]
$CPUE_t^i = q_i \cdot ST_t^*$ ó $C_t^i = q_i \cdot E_t^i \cdot ST_t^*$ [3]	$ST_t^* = \sum_x ST_{x,t}^* = \sum_x ST_{x,t[m]} \cdot e^{-M(7-m)}$ [4]
$\hat{E}_t^i = \hat{E}_{2009}^i \cdot IN_t \cdot (I_t^{MAX} / I_{2009}^{MAX})$ [5]	$\hat{C}_{IMQS_t}^i = \hat{C}_t^i \cdot (ST_{IMQS_t}^* / ST_t^*)$ [6]
(b)	
$N_{t[m+1]} = N_{t[m]} \cdot e^{-(M+F_t^i)} - C_{t[m]}^f + R_t$ [7]	$C_{IMQS,t[m]}^i = N_{t[m]} \cdot (F_t^i / Z_t) \cdot (1 - e^{-Z_t})$ [8]
$C_{IMQS,t}^i = \sum_m C_{IMQS,t[m]}^i$ [9]	
$l = \sum_t [Ln(N_{t[m]}) - Ln(q_{ED} \cdot N_{t[m]ED})]^2 + \sum_t [Ln(C_{IMQS,t}^i) - Ln(\hat{C}_{IMQS,t}^i)]^2$ [10]	
$R_{t+2} = \alpha \cdot \min(S_t; S^*) \cdot e^{\varepsilon_{t+2}} = \begin{cases} \alpha \cdot S_t \cdot e^{\varepsilon_{t+2}} & ; si S_t < S^* \\ \alpha \cdot S^* \cdot e^{\varepsilon_{t+2}} = R_{\max} \cdot e^{\varepsilon_{t+2}} & ; si S_t \geq S^* \end{cases}$ [11]	
$N_{i[4]ED}^{obs} = q_{ED} \cdot N_{i[4]} \cdot e^{\varepsilon_i}$; $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_N^2)$ [12]	$E_t^f = C_{i[7]}^f / (q_f \cdot N_t^*)$ [13]
$IB_t = C_{i[7]}^f \cdot p_t$ [14]	$CT_t = \tau + \pi + cf \cdot NB_t + cv \cdot E_t^f$ [15]
$VPBN = \sum_{t=1}^{12} (1+d)^{-t} [IB_t - CT_t]$ [16]	

Tabla 3. Data de entrada para el modelo bio-económico del AMERB IMQS. $N_{t[m]ED}$: abundancia estimada en Evaluaciones Directas; $C_{t[m]}^f$: Captura Formal anual en individuos; $E_{t[m]}^f$: Esfuerzo desplegado para realizar la captura formal en horas_buzo; p_t : precios en playa negociados por el Sindicato (STI) en \$/unid. ‘loco’.

Table 3. Data input for the bio-economic model of the MEABR IMQS. $N_{t[m]ED}$ = abundance estimated by direct assessments; $C_{t[m]}^f$: annual Formal Catch in individuals; $E_{t[m]}^f$: Effort made to accomplish the formal catch in hours_diver; p_t : beach prices negotiated by the artisanal union (STI) in \$ / unit. of ‘loco’.

Año (t)	Mes Eval. Directa [m]	$N_{t[m]ED}$	Mes Cosecha [m']	$C_{t[m]}^f$	$E_{t[m]}^f$	Precio (p_t)
2004	abr [4]	1.309.019	ago [8]	88.827	128,5	600
2005	jun [6]	535.686	ago [8]	43.166	131,5	600
2006	mar [3]	1.076.927	jul-ago [7]	108.636	334,2	820
2007	mar [3]	977.562	jul-ago [7]	132.317	551,5	625
2008	ene [1]	822.158	julio [7]	134.418	596,0	500
	dic [12]	690.407				
2009	---	---	---	---	---	200
2010	oct [10]	1.532.599	jul-set [7]	132.000	s/d	493

Fuente: SUBPESCA. “s/d”: sin dato publicado.

Tabla 4. Costos Fijos Anuales del AMERB IMQS incluyendo mantención y depreciación. Se considera 1 embarcación tipo equipada para la extracción de 'loco' operando con 1 buzo a bordo. Todos los valores están actualizados por el IPC al 2011.

Table 4. Annual Fixed Costs: of IMQS AMERB including maintenance and depreciation. The estimation is done based on 1 vessel equipped for 'loco' extraction operating with one diver. All values are updated by the IPC up to 2011.

Ítem	Precio Unitr. (\$)	Vida Útil (años)	Costo anual /bote (\$)	Costo Total (\$)
Desempeño general del AMERB [1]				
Vigilancia día (1 vigilante, bote)				1.657.600
Vigilancia (bencina y aceite)				870.240
Reposición elementos demarcatorios				103.600
Costo Seguimiento				2.072.000
Contador				93.240
Materiales de oficina				74.592
Teléfono				186.480
Otros (pasajes, imprevistos)				124.320
Total				5.182.072
Mantención [2]				
Motor fuera de borda			146.667	
Compresor			80.500	
Carena y/o pintado de casco			83.333	
Marinería			56.270	
Aceite de "pata"			14.125	
Trajes de buzo			95.238	
Total			476.133	7.141.995
Depreciación [2]				
Embarcación	2.590.000	**10	* 233.100	
Compresora	1.554.000	** 6	* 233.100	
Motor Fuera de Borda	3.108.000	** 6	* 466.200	
Otros equipos buceo ***	378.140	** 3	* 113.442	
Total			1.045.842	15.687.630

Fuentes: [1] Archivos de trabajo de SUBPESCA, [2] data de evaluaciones participativas del Proyecto FIP 2010-20.

*** se incluye manguera, traje, regulador, aletas y cinturón; ** vida útil (depreciación lineal) referida en la tabla de bienes físicos (www.sii.cl); * (Costo-Depreciación/Bote) = 0,9 Precio Unitr. Ajustd. /Vida Útil

Tabla 5. Escenarios evaluados en la simulación.

Table 5. Evaluated scenarios in the simulation.

Intensidad Robos, F_t^i :	Regla de Cosecha, $C_{t[7]}^f$:	Precio 'loco', p
- Nula [$F_t^i = 0$]	- Constante [106.560 u]	- Malo [$0,8 p_{prom}$]
- Controlada [$0,5 F_{MÁX}^i$]	- Prudente [$0,08 N_{t[4]ED}^{obs}$]	- Base [p_{prom}]
- Intensa [$F_{MÁX}^i$]	- Agresiva [$0,16 N_{t[4]ED}^{obs}$]	- Bueno [$1,2 p_{prom}$]
- Descontrolada [$2F_{MÁX}^i$]		- Variable [p_{AU}]

Tabla 6. Estadígrafos de los estimados participativos de Esfuerzo Ilegal (E^i_{2009} en número de viajes) y Robo de 'loco' (C^i_{2009} en ind.) realizados por infractores foráneos e isleños en las AMERB activas de Isla Mocha en el año 2009. Puntos de anclaje en negrita.

Table 6. Stadigraphs of participative estimates of Illegal Effort (E^i_{2009} in number of trips) and poaching (C^i_{2009} in ind.) of 'loco', accomplished by foreign and islander offenders in the active MEABRs of Isla Mocha during 2009. 'Anchor points' in bold.

		n	Q_1	Mediana	Q_3
E^i_{2009}	Foráneos	30	115,9	174,0	241,9
	Isleños	15	2,1	3,8	12,5
	Total (viajes)			177,8	
C^i_{2009}	Foráneos	31	217.350	309.375	594.000
	Isleños	17	3.375	9.000	13.500
	Total (ind.)			318.375	

Tabla 7. Series históricas anuales estimadas para las AMERB activas de Isla Mocha de: Incidencia Máxima (I_t^{MAX} en días hábiles/año); Incentivo (IN_t , adimensional); Esfuerzo Ilegal (E_t^i en viajes/año); Stock cosechable (ST_t^* en ind.); Robo (C_t^i en ind) de ‘loco’; razón de stocks cosechables del AMERB IMQS vs. todas las AMERB activas ($ST_{t\text{IMQS}}^* / ST_t^*$); Robo en el AMERB IMQS ($C_{t\text{IMQS}}^i$ en ind.).

Table 7. Estimated annual time series in active MEABRs from Mocha Island: Maximum Incidence (I_t^{MAX} in suitable days/year); Incentive (IN_t , dimensionless); Illegal Effort (E_t^i in trips/year); Harvestable Stock (ST_t^* in ind.); Poaching (C_t^i en ind.) of ‘loco’; ratio of harvestable stocks of MEABR IMQS vs. all active MEABRs ($ST_{t\text{IMQS}}^* / ST_t^*$); Poaching in MEABR IMQS ($C_{t\text{IMQS}}^i$ in ind.)

Año (t)	I_t^{MAX}	IN_t	E_t^i	ST_t^*	C_t^i	$ST_{t\text{IMQS}}^* / ST_t^*$	$C_{t\text{IMQS}}^i$
2004	120	0,5	62	1.622.598	110.053	0,51	55.644
2005	105	0,6	65	1.284.973	91.511	0,32	29.270
2006	107	0,7	78	1.438.811	121.822	0,36	43.396
2007	92	0,8	77	1.351.517	112.445	0,38	42.197
2008	93	0,9	87	1.320.834	124.973	0,35	44.320
2009	171	1,0	178	1.647.031	318.375	0,40	126.960
2010	66	0,5	34	2.927.771	109.217	0,53	58.257

Tabla 8. Series históricas anuales de parámetros económicos, calculadas para las AMERB activas de Isla Mocha: promedio de precios de ‘loco’ (P_t en \$/ind.), y Valor Económico del Robo (VEC_t^i en \$). Además de series calculadas para el AMERB IMQS de: Valor Económico del Robo ($VEC_{t\text{IMQS}}^i$ en \$), Ingreso Bruto Formal ($IB_{t\text{IMQS}}$ en \$) y Razón Robo/Captura Formal [$(C_t^i/C_t^f)_{\text{IMQS}}$]. Todos los valores económicos están actualizados por el IPC al 2011.

Table 8. Calculated annual time series of economic parameters for active MEABRs in Mocha Island: average ‘loco’ prices (P_t in \$/ind.), and Economic Value of Poaching (VEC_t^i in \$). In addition, estimated series for MEABR IMQS: Economic Value of Poaching ($VEC_{t\text{IMQS}}^i$ in \$), Formal Gross Income ($IB_{t\text{IMQS}}$ in \$) and Ratio Poaching/Formal Catch [$(C_t^i/C_t^f)_{\text{IMQS}}$]. All economic values are updated by the IPC up to 2011.

Año (t)	P_t	VEC_t^i	$VEC_{t\text{IMQS}}^i$	$IB_{t\text{IMQS}}$	$(C_t^i/C_t^f)_{\text{IMQS}}$
2004	770	84.719.030	42.834.584	68.379.025	0,63
2005	747	68.359.045	21.864.372	32.245.002	0,68
2006	989	120.472.471	42.915.598	107.432.313	0,40
2007	730	82.084.889	30.803.919	96.591.410	0,32
2008	534	66.672.881	23.644.898	71.712.003	0,33
2009	209	66.667.725	26.585.448	----	----
2010	511	55.782.595	29.754.417	67.418.736	0,44

Tabla 9. Estimaciones de los parámetros históricos del modelo dinámico de decaimiento exponencial para el stock de 'loco' en el AMERB IMQS.

Table 9. Estimates of the historical parameters of the exponential decay dynamic model for the 'loco' stock in the MEABR IMQS.

Año (<i>t</i>)	Parámetro			
	Magnitud estimada	Símbolo	Nombre	Unidades
2004	1.155.256	$N_{t[1]}$	Abundancia inicial	Individuos
2005	1.000	R_t	Reclutamiento anual	
2006	642.670			
2007	306.648			
2008	347.509			
2009	213.286			
2010	1.613.641			
2004	0,0077	F_t^i	Tasa instantánea mensual de mortalidad por robo	Adimensional
2005	0,0062			
2006	0,0069			
2007	0,0074			
2008	0,0082			
2009	0,0167			
2010	0,0050			

Tabla 10. Sistematización y frecuencia de la opinión de los usuarios de AMERB isleños, al ser inquiridos sobre los factores causales y propuestas de solución al robo foráneo e isleño, en las AMERB de 'loco' de Isla Mocha.

Table 10. Systematization and frequency of the islander MEABR users opinions in relation to causal factors and possible solutions to non-islander and islander poaching in the 'loco' MEABRs of Mocha Island.

Componente	Ítem	%Transversal	%Foráneos	%Isleños	Total
Factores Causales (7 componentes, 24 ítems, 157 menciones ~ 100%)					
Distorsiones socio-económicas	Necesidad Económica	15,3	4,5	1,9	21,7
	Mercado Negro	3,2	5,7	0,6	9,6
	Infraestructores Muy Dependientes de la Pesquería	1,3	4,5		5,7
	<i>Modus vivendi</i> Infraestructores Embarcados		1,9	0,6	2,5
	Armadores Socios Infraestructores Egoístas			0,6	0,6
	Necesidad Alcohólica			0,6	0,6
Ineficacia Régimen Manejo Pesquero	Fiscalización Ineficaz Armada	1,3	7,6		8,9
	Vigilancia Insuficiente Armada	0,6	4,5	0,6	5,7
	Infraestructores Usan Islote Quechol		5,1		5,1
	Fiscalización Ineficaz SERNAPESCA		4,5		4,5
	Fiscalización Pública Ineficaz		1,9		1,9
	Extracción Embarcada con Libre Acceso AMERB		1,3		1,3
	Fiscalización Judicial Ineficaz		0,6		0,6
	Infraestructores sin AMERB		0,6		0,6
Debilidad intra organización	Sólo una cosecha anual			0,6	0,6
	Vigilancia Organización Insuficiente	0,6	5,1	1,9	7,6
	Año Sin Cosecha Loco		1,3	3,2	4,5
	Fiscalización Interna Ineficaz			3,8	3,8
	Contratación Buzos Continentales Infraestructores		1,3		1,3
Reducida Productividad pesquera	Prolongada Ausencia Botes Isleños Zonas Extracción de Loco		0,6		0,6
	CPUE (No Loco) Embarcada Reducida	1,9	3,8		5,7
Atractivo del recurso 'loco'	Loco bueno y disponible en Isla		3,2		3,2
Rasgos culturales pescadores continentales	Audacia Infraestructores Continentales en Mar		2,5		2,5
Debilidad inter organizaciones	Fiscalización Organización Vecina Ineficaz			0,6	0,6
Propuestas de Solución (3 componentes, 17 ítems, 118 menciones ~ 100%)					
Debilidad intra organización	Efectivar Fiscalización Organización			23,7	23,7
	Mejorar Vigilancia de la Organización	5,1	13,6	2,5	21,2
	Efectivar Fiscalización Org. Apoyada por Armada		2,5	1,7	4,2
	Efectivar Vigilancia Org. Apoyada por Armada	0,8	2,5	0,8	4,2
	Mejorar Vigilancia Org. Apoyada por Armada			0,8	0,8
	No Contratar Buzos Continentales Infraestructores		0,8		0,8
	Posibilitar Org. Realizar Activ. Pesq. Complementarias			0,8	0,8
Ineficacia Régimen Manejo Pesquero	Mejorar Vigilancia Armada	3,4	14,4		17,8
	Efectivar Fiscalización Armada Continentales.		13,6		13,6
	Efectivar Fiscalización Armada Isleños			5,1	5,1
	Efectivar Fiscalización Pública Zona Exclusiva Pesca Artesanal	0,8			0,8
	Efectivar Fiscalización Pública	0,8			0,8
	Efectivar Fiscalización Pública Procesadoras		0,8		0,8
	Efectivar Fiscalización Sernapesca con Continentales		0,8		0,8
Debilidad inter organizaciones	Prohibir Desembarque Islote Quechol		0,8		0,8
	Acuerdo No Intromisión entre Organizaciones Isleñas			2,5	2,5
	Fiscalización Conjunta Organizaciones Isleñas		0,8		0,8