

*Research Article*

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

Ricardo M. Bandin<sup>1</sup> & Renato A. Quiñones<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Magíster en Ciencias mención Pesquerías, Departamento de Oceanografía  
Universidad de Concepción, P.O. Box 160-C, Concepción, Chile

<sup>2</sup>Programa de Investigación Marina de Excelencia (PIMEX)  
Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción  
P.O. Box 160-C, Concepción, Chile

<sup>3</sup>Interdisciplinary Center for Aquaculture Research (INCAR)  
Universidad de Concepción, P.O. Box 160-C, Concepción, Chile

**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 dedicadas al recurso ‘loco’ en la Isla Mocha, mediante entrevistas a usuarios de AMERB, consultas a autoridades fiscalizadoras, y 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 representan 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’ (*i.e.*, doble de la tasa de mortalidad por robo máxima histórica) que agota la pesquería formal. Los usuarios de AMERB consideran más grave al robo realizado por pescadores no-isleños respecto del robo isleño, identificando incentivos comunes a ambos; esperan mayor acción del Estado sobre los infractores no-isleños, y confían más en sus propias organizaciones para controlar a los infractores isleños. Para combatir los robos en AMERB se propone mitigar sus incentivos socio-económicos, asignar en algunos casos 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:** *Concholepas concholepas*, pesca ilegal, robo, co-manejo, simulación bio-económica, áreas de manejo, Chile.

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

**ABSTRACT.** The regime of Management and Exploitation Areas for Benthic Resources (AMERB) in Chile, considered one of the greatest experiments of co-management on a global scale, still faces threats such as poaching. In AMERBs devoted to the ‘loco’ resource (*Concholepas concholepas*), fisheries management establishes total allowable catches assuming zero poaching, compromising sustainability. Taking as a case study the Mocha Island AMERBs devoted to the ‘loco’ resource, by interviewing AMERB users, consultations with enforcement authorities, and collection of secondary data, an annual series of poaching was rebuilt, the bio-economic impact of poaching was simulated in one AMERB, and users feedback on the causes of and possible solutions for poaching was systematized. Poaching represent loss between 32-68% of annual gross historical revenues of the AMERB. According to the bio-economic projections, a stock of ‘loco’ in the AMERBs would be resilient to any combination of proposed levels of ‘Poaching’, ‘Harvest Rules’ and ‘Loco Prices’, unless poaching becomes ‘Uncontrolled’ (*i.e.*, twice the maximum historical mortality rate due to poaching), depleting the formal fishery. AMERB users, considered more serious the poaching done by non-islanders compared to islander poaching, identifying common incentives to both. They expect more State action on non-islander thieves, and more confidence in their own organizations to control islanders offenders. To combat poaching in AMERBs, we propose mitigating their socio-economic incentives, assign in some

cases exclusive territorial access rights to assignee organizations, and define strategies against illegal operations after conciliation of objectives between authorities and stakeholders.

**Keywords:** *Concholepas concholepas*, illegal fishing, poaching, co-management, bio-economic simulation, management areas, Chile.

---

Corresponding author: Ricardo Bandin (rbandin@udec.cl)

## INTRODUCCIÓN

Históricamente, la iniciativa más importante de co-manejo en las pesquerías artesanales bentónicas chilenas, corresponde al régimen de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB), incorporado en la “Ley General de Pesca y Acuicultura” (LGPA o Ley N°18.892, 1989) en 1991 (Gelcich *et al.*, 2004). El Reglamento de Áreas de Manejo (Decreto Supremo N°355, 1995) define dicho régimen como la asignación de áreas costeras delimitadas para su manejo y explotación, a organizaciones formales de pescadores artesanales. La Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA) como ente administrativo, condiciona tal asignación, a que la organización de pescadores y una entidad de asesoría técnica acreditada (universidades o empresas consultoras), desarrollen ciertos estudios en forma conjunta. Algunos de ellos, como el Estudio de Situación Base y el Plan de Manejo y Explotación de las Áreas, se realizan por única vez para guiar las acciones de manejo, mientras que otros estudios, como los Informes de Seguimiento, se hacen periódicamente (entre 1 a 3 años) para monitorear el estado de los stocks objetivo y la condición socio-económica de la organización titular.

Actualmente con 758 AMERB vigentes, más de 124.000 ha asignadas y 31.000 pescadores artesanales participantes en todo Chile ([www.sernapesca.cl](http://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 & Castilla, 2002; Prince, 2003; Orensanz *et al.*, 2005; Castilla & Gelcich, 2006). Las AMERB están, por lo general, dirigidas a un grupo de recursos de alto valor comercial, entre los que destaca el ‘loco’ (Gastropoda, Muricidae, *Concholepas concholepas*), molusco predador considerado ecológicamente clave en los ambientes rocosos del litoral Pacífico suroriental (Molinet & Moreno, 2009). En la pesquería formal del ‘loco’ en Chile, restringida únicamente a las AMERB, se han desembarcado en promedio 2.590 ton año<sup>-1</sup> para el decenio 1999-2008 ([www.sernapesca.cl](http://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<sup>-1</sup> (Chávez *et al.*, 2010).

A nivel mundial, las actividades de pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR) 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. Estas actividades económicas paralelas a la pesquería formal adquieren especial gravedad cuando amenazan la conservación de los recursos pesqueros (Gallic & Cox, 2006). Las INDNR socavan la eficacia de las medidas de manejo para la conservación de recursos pesqueros, violan los derechos de quienes los extraen legalmente, y dañan las comunidades costeras que dependen de su utilización sustentable pudiendo, además, producir graves daños al ambiente marino (SERNAPESCA, 2004).

Recursos gastrópodos como *Haliotis* spp. (abalones) además del ‘loco’ (denominado comercialmente en el mercado exterior como ‘abalón chileno’ o “Chilean abalone”), constituyen blanco atractivo para las capturas ilegales y no declaradas, por su gran demanda mundial, ser relativamente sedentarios y por el bajo costo de extracción (Plagányi *et al.*, 2011). A pesar del declive global de las pesquerías de dichos gastrópodos en los últimos 30 años, demandadas principalmente por mercados del sudeste asiático (FAO, 2008), se estima que su comercio en el mercado negro global se ha incrementado (Gordon & Cook, 2004). Al 2010, el ‘loco’ contribuyó con menos del 10% de la producción mundial de dichos moluscos, siendo sus precios de exportación determinados por la influencia de China en el mercado global (Chávez *et al.*, 2010).

Actualmente en Chile, las capturas ilegales de ‘loco’ se producen al infringir alguna de las siguientes medidas de control: a) veda en todo el litoral, exceptuando de ella a las AMERB; b) restricción por longitud mínima (Decreto Exento N°102, 1987) que establece como captura legal aquella con longitud peristomal  $\geq 10$  cm; y c) ‘veda biológica’ nacional basada en el comportamiento reproductivo y de reclutamiento del recurso (Decreto Exento N°409, 2003), que prohíbe la extracción en ciertos meses por regiones (*v.g.*, entre las regiones de Maule y Aysén, del 1 de septiembre al 31 de enero del siguiente año calendario).

A pesar de los avances logrados con el régimen de las AMERB, éste aún enfrenta retos y amenazas

importantes, entre los que la captura ilegal bajo la forma de extracción furtiva desde las AMERB (robos), es considerada especialmente grave por los pescadores usuarios del sistema (Gelcich *et al.*, 2004; Palma & 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 administración pesquera al momento de establecer Capturas Totales Permisibles (CTP) que, además, se basan principalmente en evaluaciones directas independientes entre sí a través del tiempo. En consecuencia, el no considerar el robo generaría un riesgo adicional para la sustentabilidad ecológica y/o económica del sistema. Si bien la captura ilegal en la pesquería de 'loco' ha sido materia de preocupación en todas sus etapas (Stotz, 1997; Meltzoff *et al.*, 2002; Castilla & Gelcich, 2006; González *et al.*, 2006; Gallardo, 2008), a la fecha sólo existe un estudio que cuantifica capturas ilegales extra-AMERB (González *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 extensas AMERB de uno de los territorios insulares con mayor productividad en la pesquería del 'loco' de la región del Bío-Bío, como es la Isla Mocha.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Zona de estudio

La Isla Mocha (73°52'00"W, 38°23'06"S) (Fig. 1) es un territorio insular situado en el límite sur de la región del Bío-Bío, que actualmente contiene cinco AMERB activas, administradas por dos organizaciones isleñas, conocidas localmente como "La Funcional" y "El Sindicato", y además de una AMERB en proceso de desafectación, otorgada a pescadores artesanales continentales Mapuche-Lafkenche de Tirúa.

El AMERB "Isla Mocha Sector Quechol Sur" (IMQS) administrada por El Sindicato, se seleccionó con fines de modelación, por disponer de una importante cantidad de data histórica: seis cosechas y siete evaluaciones directas realizadas en los años 2004-2010. Los informes realizados para dicha AMERB sólo consignan cosechas formales para el 'loco' como especie principal, fluctuantes entre *ca.* 89.000 y 132.000 unidades. Sin embargo, también incluyen como especies principales a otros gastrópodos como las lapas (*Fissurella latimarginata*, *F. maxima*, *Fisurella*. spp), a equinodermos como el erizo rojo (*Loxechinus albus*) y crustáceos como las

jaibas (*Cancer setosus*, *C. coronatus* y *Homalaspis plana*). La proyección plana de la superficie de fondo del AMERB IMQS abarca unas 2.450 ha, de las que *ca.* 75% corresponden a substrato rocoso y el 25% restante a substrato arenoso; mientras que su batimetría registra desde zonas someras de *ca.* 5 m de profundidad, especialmente en sus extremos este y noroeste, hasta zonas profundas de más de 35 m de profundidad, en su extremo suroeste.

### Tratamiento de la información

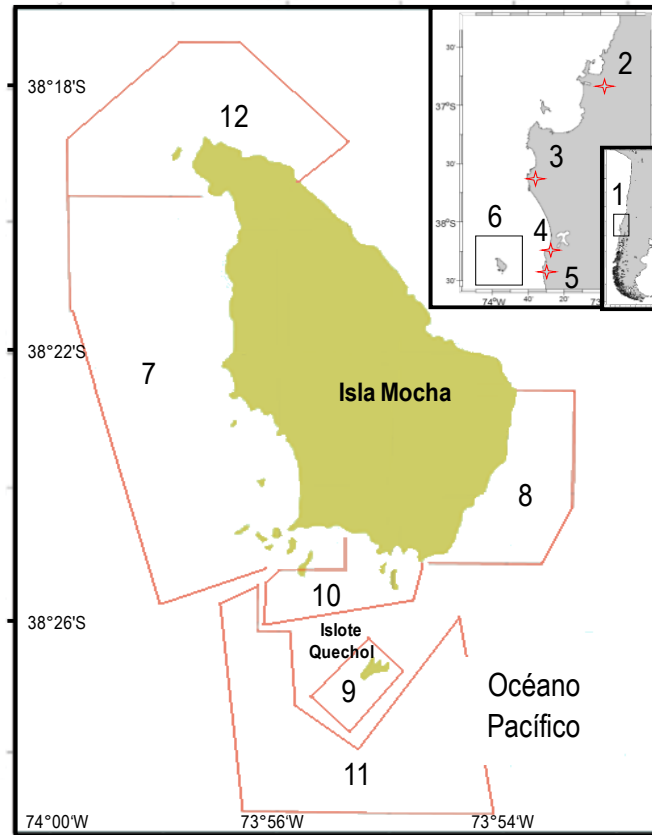
Para caracterizar cualitativamente el proceso extractivo ilegal y cuantificar los niveles históricos de robo de loco en las AMERB activas en Isla Mocha, se requirió información mediante consultas formales a las autoridades fiscalizadoras marítimas, y se realizó una evaluación socio-económica extractiva con los usuarios de AMERB isleños. Esta última, además, estuvo dirigida a recoger las percepciones de estos usuarios, acerca de las causas y posibles soluciones al problema de los robos. Adicionalmente se recopiló información secundaria, 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), destinada a aportar la data pesquera y económica requerida en la modelación bio-económica de un hipotético stock de 'loco' contenido en el AMERB IMQS.

La simulación de dinámicas poblacionales plausibles de un stock de 'loco' en AMERB, con la incorporación de los efectos de la captura ilegal, que permitan proyectar tendencias de abundancia ante niveles alternativos de capturas futuras, tanto formales como ilegales, puede contribuir a una mejor administración de este recurso, tal como se ha verificado en algunas pesquerías de abalón (Plagányi *et al.*, 2001). En este sentido, el modelo propuesto busca simular proyecciones a largo plazo de ciertas variables anuales e indicadores que permitan evaluar el impacto, de diferentes escenarios de captura ilegal, sobre el desempeño, tanto biológico-pesquero como económico, centrando la atención en aquellos escenarios que los usuarios de AMERB así como a los administradores públicos del sistema, podrían considerar idóneos o indeseables.

### Fuentes de información

#### Consultas formales

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



**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 Sindicato. AMERB Tirúa (12) en desafectación, asignada a pescadores artesanales Mapuche-Lafkenche de Tirúa.

tripulaciones ilegales, su *modus operandi*, caletas de origen, volúmenes de captura y características del ‘loco’ ilegal, así como evolución del número de potenciales infractores.

### Evaluación socio-económica extractiva

Mediante entrevistas semi-estructuradas realizadas el 2010, 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 de los infractores (CPUE<sup>1</sup>); longitud mínima del ‘loco’ ilegal; además de sus opiniones sobre las causas y propuestas de solución al problema.

Todas las entrevistas fueron registradas en audio digital, previo consentimiento del entrevistado. Dado que fueron realizadas en diversas circunstancias (*i.e.*,

dentro del hogar del entrevistado o a al aire libre, casi siempre en presencia de ruido), la calidad de los registros de audio digital fue mejorada mediante el software WavePad Sound Editor v. 4.28. Cada entrevista fue transcrita a un documento Word, desde el que se extrajo data cualitativa y cuantitativa.

### Información complementaria

Recopilada por el Proyecto FIP 2010-20, consistente de archivos electrónicos y documentos oficiales de AMERB de la SUBPESCA, data primaria socio-económica extraída de los usuarios de AMERB el 2011, 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 estimó la captura y esfuerzo ilegales al 2009 como ‘puntos de anclaje’ (*sensu* Ainsworth *et al.*, 2005), por

**Tabla 1.** Nómina de informantes clave entrevistados en la evaluación socio-económica extractiva seleccionados entre usuarios de las dos organizaciones asignatarias de AMERB en la Isla Mocha.

N°	Sindicato de trabajadores independientes de la pesca artesanal, buzos mariscadores y actividades conexas de caleta Isla Mocha			Organización funcional de pescadores artesanales y buzos mariscadores de Isla Mocha		
	Edad (años)	Puesto en la Organización	Función durante la cosecha	Edad (años)	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	(sólo desempeña cargo administrativo)
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	(ya no labora en las cosechas)	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

la mayor capacidad de recordar ese año por parte de los entrevistados. Se adaptó la metodología de González *et al.* (2005), requiriendo a cada informante  $j$  sus estimaciones al 2009 para todas las AMERB activas de la isla, acerca de: 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 ilegal [ $CPUE^i_{2009(j)}$ ] que obtendría una embarcación (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 en el mes de cosecha y los meses calendarios posteriores, exceptuando años sin cosecha (*i.e.*, 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  $<4$  m y viento superficial con velocidad  $<7,7$  m  $s^{-1}$  (ambos en cualquier dirección). Así, en cada año del periodo de análisis (2004-2010), se calculó la Incidencia Anual máxima ( $I_t^{MAX}$ ) 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).

Los cálculos individuales del esfuerzo de extracción ilegal al 2009 [ $E_{2009(j)}^i$ ] tanto para infractores no-isleños como isleños, se hicieron según:

$$E_{2009(j)}^i = NB_{2009(j)} \cdot \text{mín} \cdot (I_{2009(j)}; I_{2009}^{MAX}) \quad (1)$$

donde la función mínimo (mín) se incluyó para garantizar que la incidencia a usar en el cálculo no exceda el número de días estimados de “buen tiempo” para la extracción ilegal de ‘loco’ en toda la Isla Mocha en el 2009. Similarmente, los cálculos de captura ilegal al 2009 [ $C_{2009(j)}^i$ ], se realizaron según:

$$C_{2009(j)}^i = E_{2009(j)} \cdot CPU_{2009(j)} E_{2009(j)}^i \quad (2)$$

Las medianas de los dos conjuntos de datos de esfuerzo ilegal (*i.e.*, no-isleño e isleño) fueron sumadas para obtener el primer punto de anclaje referido al esfuerzo ilegal del 2009 o  $\hat{E}_{2009}^i$  y lo propio se realizó con la data de captura ilegal para obtener el segundo punto de anclaje o  $\hat{C}_{2009}^i$ . Para recomponer la serie histórica anual de captura ilegal de ‘loco’ en las AMERB isleñas ( $C_t^i$ ), se utilizó la relación entre  $CPUE^i$ , abundancia de stock cosechable sobreviviente a julio ( $ST_t^*$ ), y capturabilidad ilegal del ‘loco’ ( $q_i$ ) propuesta por Sparre & Venema (1995):

$$CPUE_t^i = q_i \cdot ST_t^* \quad \text{ó} \quad C_t^i = q_i \cdot E_t^i \cdot ST_t^* \quad (3)$$

expresión que a su vez requiere de la estimación de la serie anual histórica de  $ST_t^*$  de las AMERB activas con la data de stock cosechable ( $ST_{x,t[m]}$ ) disponible en Informes Técnicos de SUBPESCA, según:

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

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 0,023 (promedio de valores referenciales). La serie anual histórica de esfuerzo ilegal en las AMERB activas isleñas ( $E_t^i$ ) se determinó con referencia a  $\hat{E}_{2009}^i$  considerando que  $E_t^i$  en cualquier año sería directamente proporcional tanto a  $I_t^{MAX}$  como a un factor de incentivo  $IN_t$  que representa el efecto combinado de variables anuales que incentivarían la incidencia de infractores en la isla (*i.e.*, precio del ‘loco’ en el mercado ilegal, tamaño de una potencial flota ilegal, etc.), pero se carece de

información de ellas. La evolución de  $IN_t$  se atribuyó ponderando referencias de los entrevistados 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 2009, por lo que se le asignó un aumento lineal que lo llevó a duplicarse en dicho lapso, desde 0,5 a 1 entre 2004 y 2009, suponiéndose además que el 2010 se redujo a 0,5, sobre la base de los impactos informados del terremoto y tsunami del 27 de febrero de 2010 sobre la flota artesanal local y regional (FAO-MINAGRI, 2010; IFOP-SERNAPESCA, 2010; Marín *et al.*, 2010). La serie anual histórica de  $E_t^i$  se determinó según:

$$E_t^i = \hat{E}_{2009}^i \cdot IN_t \cdot (I_t^{MAX} / I_{2009}^{MAX}) \quad (5)$$

Finalmente, la serie anual histórica de captura ilegal de ‘loco’ del AMERB IMQS ( $C_{IMQS,t}^i$ ) se calculó, suponiendo fracciones de  $C_t^i$  proporcionales a las razones del stock cosechable a julio de dicha AMERB ( $ST_{IMQS,t}^*$ ) *versus* el de todas las AMERB activas ( $ST_t^*$ ), con lo que se llega a la expresión:

$$C_{IMQS,t}^i = C_t^i \cdot (ST_{IMQS,t}^* / ST_t^*) \quad (6)$$

### Modelo bio-económico

Partiendo del supuesto de la presencia un único stock de “loco” en el AMERB IMQS funcionando como un sistema cerrado, se estructuró 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 periodo 2004-2010. Los parámetros históricos característicos de dicho stock se estimaron para proyectar su evolución en un periodo de 12 años (2011-2022). Posteriormente, adaptando la metodología de Larkin *et al.* (2006), se incorporaron aspectos económicos al modelo, donde mediante el análisis de la proyección de algunas de sus variables anuales, y el análisis estadístico de indicadores específicamente formulados, se evaluó 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-loco’).

### Dinámica de la abundancia

Esta se desarrolla según:

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

donde  $N_{t[m+1]}$  describe la abundancia del stock de ‘loco’ al año  $t$  y mes  $m+1$ ;  $F_t^i$  es la tasa instantánea mensual de mortalidad por robo supuesta constante en todos los meses “hábil” 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, y  $R_t$  es el reclutamiento atribuido a enero de cada año.

La captura ilegal mensual que afecta al stock o  $C_{IMQS}^i$ , se calculó con la ecuación de captura de Baranov según:

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

donde  $Z_t$  es la tasa instantánea mensual de mortalidad total (igual a  $M + F_t^i$ ). La captura ilegal anual para el AMERB IMQS o  $C_{IMQS,t}^i$ , se estimó según:

$$C_{tIMQS}^i = \sum_m C_{IMQS,t[m]}^i \quad (9)$$

**Estimación de parámetros del modelo de la dinámica de la abundancia**

La operación del modelo requiere de la estimación de 14 parámetros: abundancia de enero 2004 ( $N_{2004[1]}$ ); tasas de mortalidad por robo para cada año entre 2004-2010 ( $F_{2004}^i, \dots, F_{2010}^i$ ), y reclutamientos anuales entre 2005-2010 ( $R_{2005}, \dots, R_{2010}$ ). Aunque disponer de un número de ecuaciones mayor al de incógnitas supone un modelo matemáticamente consistente, se tomaron resguardos para asegurar la adecuada estimación de los parámetros mencionados, usando SOLVER de MS Excel (Haddon, 2001); una herramienta de optimización robusta y versátil para configurar los métodos de estimación. Así, para garantizar la consistencia del modelo, se configuró el optimizador para una estimación 'cuadrática', con derivadas 'progresivas' y una búsqueda de tipo 'Newton', requeridas para relaciones no lineales; además, se seleccionó una gran precisión ( $10^{-6}$ ) y bajo error (5%), gracias a lo cual, fueron suficientes menos de 100 iteraciones para arribar a una solución óptima del modelo.

Para estimar los 14 parámetros antes mencionados del modelo, se minimizó una función de log-verosimilitud total, que incluye una función de densidad de probabilidad log-normal (Fournier & Archibald, 1982) para los errores de observación de las series históricas de abundancia de Evaluación Directa y de Captura Ilegal:

$$l = \sum_t [Ln(N_{t[m]ED}) - Ln(q_{ED} \cdot N_{t[m]})]^2 + \sum_t [Ln(\hat{C}_{IMQS,t}^i) - Ln(C_{IMQS,t}^i)]^2 \quad (10)$$

**Reclutamiento**

Se usó la relación S-R de tipo Palo de Hockey (Barrowman & Myers, 2000), según la cual:

$$R_{t+2} = \alpha \cdot \min(S_t; S^*) \cdot e^{\varepsilon_{t+2}} = \begin{cases} \alpha \cdot S_t \cdot e^{\varepsilon_{t+2}} & ; \text{si } S_t < S^* \\ \alpha \cdot S^* \cdot e^{\varepsilon_{t+2}} = R_{\max} \cdot e^{\varepsilon_{t+2}} & ; \text{si } S_t \geq S^* \end{cases} \quad (11)$$

donde  $S_t$  es la abundancia de reproductores para el año  $t$ , (abundancia mensual media entre septiembre y

diciembre, de acuerdo a SUBPESCA, 2011);  $S^*$  es la abundancia de reproductores sobre la cual se genera un  $R_{\max}$  o reclutamiento máximo, y  $R_{t+2}$  es el reclutamiento generado en enero del año subsiguiente a  $t$  (según Molinet & Moreno, 2009);  $\alpha$  es la pendiente de la relación S-R hasta antes de alcanzar  $R_{\max}$ , y  $\varepsilon_{t+2}$  es el error de observación que se supone distribuido normalmente con media 0 y varianza  $\sigma_R^2$ .

El parámetro  $S^*$  se estimó siguiendo un procedimiento empírico (L. Cubillos, *com. pers.*) consistente en calcular  $S^*$  como el 20% de la 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). Así, la abundancia de reproductores para  $R_{\max}$ , se estimó en  $S^* = 880.513$  ind; mientras que siguiendo un procedimiento de mínimos cuadrados (Haddon, 2001), los parámetros restantes se estimaron en:  $\alpha = 0,6957$ ; y  $\sigma_R = 0,2800$ .

**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 ( $N_{t[4]ED}^{pro}$ ) al año  $t$  y el mes 4 (fijo para fines de simplificación) se establecen según:

$$N_{t[4]ED}^{pro} = q_{ED} \cdot N_{t[4]} \cdot e^{\varepsilon_t} ; \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_N^2) \quad (12)$$

donde  $N_{t[4]}$  sería la abundancia "real" (ec. 7);  $q_{ED}$  es el coeficiente de capturabilidad de la entidad consultora (se atribuye igual a 1); y  $\varepsilon_t$  es el error de observación al que se le atribuye una distribución normal con media 0 y una varianza  $\sigma_N^2$ . Esta última se estimó con el valor de la suma de cuadrados de los logaritmos de  $N_{t[m]ED}$  vs  $N_{t[m]}$  de la serie histórica, después de haber aplicado la herramienta de SOLVER (c.f. Estimación de parámetros históricos), resultando en una  $\sigma_N = 0,0989$ .

**Esfuerzo pesquero formal proyectado**

Se empleó la relación teórica entre CPUE y número medio de 'locos' sobrevivientes a mitad de año (Sparre & Venema, 1995) según:

$$E_t^f = C_{t[7]}^f / (q_f \cdot N_t^*) \quad (13)$$

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 coeficiente de capturabilidad promedio de la pesquería formal obtenido en base a la data histórica ( $q_f = 4,22 \times 10^{-4}$  h-buzo<sup>-1</sup>); y  $N_t^*$ , que es el número medio de ‘locos’ sobrevivientes a julio.

### Aspectos económicos

El Ingreso Bruto anual de una cosecha ( $IB_t$ ) en US\$, se estimó de acuerdo a:

$$IB_t = C_{i[7]}^f \cdot p_t \quad (14)$$

donde  $C_{i[7]}^f$  es la captura formal a julio (en ind), y  $p_t$  el precio de venta en playa del ‘loco’ (US\$/ind). El Costo Total anual ( $CT_t$ ) de la extracción de ‘loco’ en se calculó según:

$$CT_t = \tau + \pi + cf \cdot NB_t + cv \cdot E_t^f \quad (15)$$

donde  $\tau$  es la ‘Patente’ anual (0,18 Unidad Tributaria Mensual / ha de superficie del AMERB, equivalente a US\$14,33/ha);  $\pi$  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) o suma actualizada de los beneficios netos generados por las cosechas, se obtiene de:

$$VPBN = \sum_{t=1}^{12} (1+d)^{-t} [IB_t - CT_t] \quad (16)$$

donde  $d$  representa una tasa de descuento anual porcentual de 6,5%, resultante de ponderar tasas de descuento social para proyectos de inversión recomendadas desde el sector público (MIDEPLAN, 2011) y académico (López, 2008), con un horizonte de proyección fijado en 12 años (2011-2022).

### Data de entrada

Se empleó la data histórica disponible de abundancias, capturas formales, y precios en playa de ‘loco’ ( $p_t$  en Tabla 2), que incluyen precios negociados satisfactoriamente así como el ofertado al 2009 (US\$0,35 ind<sup>-1</sup>), el que según los entrevistados del Sindicato al no superar sus expectativas mínimas (US\$0,53 ind<sup>-1</sup>), 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 ( $C_{i,IMQS}^i$ ); y finalmente los cálculos de

las componentes de  $CT_t$ :  $\tau \sim$  US\$35,075/año;  $\pi \sim$  US\$10,777/año;  $cf$  de una embarcación extractora de ‘loco’ operando con un buzo a bordo  $\sim$  US\$3,165/bote (Tabla 3); y  $cv$  para la misma embarcación faenando 8 h-buceo día<sup>-1</sup>, calculada en US\$6,7/h-buzo.

### Indicadores y criterios de evaluación

Para evaluar el desempeño del AMERB en el lapso de simulación, se diseñaron los siguientes indicadores:

- Razón robo acumulado vs captura formal acumulada (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 (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 de El Sindicato. Se considera socialmente aceptable (sensu Lin, 2002), sólo si es mayor o igual a US\$42,22/bote, beneficio neto referencial por embarcación actualizado al 2011, que resultaría de haberse vendido al precio en playa referido como crítico en el Sindicato al 2009, la CTP aprobada en dicho año para el AMERB IMQS (148.556 ind. a US\$0,53 ind<sup>-1</sup> ‘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 analizar las proyecciones de los promedios de las salidas anuales de cuatro variables anuales del modelo (abundancia a enero, reclutamiento, captura formal y captura ilegal), además de comparar los promedios de los tres 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 4. Es importante destacar que se ha definido operacionalmente el concepto de “Robo Descontrolado”



**Tabla 2.** 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 en US\$/unid. '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	1,11
2005	jun [6]	535.686	ago [8]	43.166	131,5	1,06
2006	mar [3]	1.076.927	jul-ago [7]	108.636	334,2	1,55
2007	mar [3]	977.562	jul-ago [7]	132.317	551,5	1,19
2008	ene [1] dic [12]	822.158 690.407	julio [7]	134.418	596,0	0,97
2009	---	---	---	---	---	0,35
2010	oct [10]	1.532.599	jul-set [7]	132.000	s/d	0,96

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

**Tabla 3.** Costos fijos anuales del AMERB IMQS incluyendo mantención y depreciación. Se considera una embarcación tipo equipada para la extracción de 'loco' operando con un buzo a bordo. Todos los valores están actualizados por el IPC al 2011. Fuentes: 1) Archivos de trabajo de SUBPESCA, 2) data de evaluaciones socio-económicas del Proyecto FIP 2010-20. § Costos estimados para un total de 15 embarcaciones, lo que corresponde al número de embarcaciones de El Sindicato. \*\*\* 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 Unitario Ajustado/Vida Útil.

Ítem	Precio unitario (US\$)	Vida útil (años)	Costo anual /bote (US\$)	Costo total (US\$)
<b>Desempeño general del AMERB (1)</b>				
Vigilancia día (1 vigilante, bote)				3.447,3
Vigilancia (bencina y aceite)				1.809,9
Reposición elementos demarcatorios				215,5
Costo seguimiento				4.309,2
Contador				193,9
Materiales de oficina				155,1
Teléfono				387,8
Otros (pasajes, imprevistos)				258,6
<b>Total</b>				<b>10.777,2</b>
<b>Mantención (2)</b>				
Motor fuera de borda			305,0	
Compresor			167,4	
Carena y/o pintado de casco			173,3	
Marinería			117,0	
Aceite de "pata"			29,4	
Trajes de buzo			198,1	
<b>Total</b>			<b>990,2</b>	<b>14.853,3</b>
<b>Depreciación (2)</b>				
Embarcación	5.386,5	**10	* 484,8	
Compresora	3.231,9	** 6	* 484,8	
Motor fuera de borda	6.463,8	** 6	* 969,6	
Otros equipos buceo ***	786,4	** 3	* 235,9	
<b>Total</b>			<b>2.175,1</b>	<b>32.625,8</b>

como aquel equivalente al doble de la tasa instantánea de mortalidad por robo máxima histórica (Tabla 4). El precio en playa, considerado un factor determinante

del desempeño económico de AMERB de 'loco' (Sobenes & Chávez, 2009), se incorporó con los siguientes cuatro niveles: a) 'p.Base' o promedio de

**Tabla 4.** Escenarios evaluados en la simulación.  $F_{MÁX}^i$  corresponde al valor máximo de los estimados de robos históricos calculados. La Constante 106.560 ind de loco corresponde al promedio de las cosechas históricas de la AMERB. Las reglas de cosecha Prudente y Agresiva provienen de la ecuación 12 y los dos límites establecidos (*i.e.*, 8% y 16%) se originan de los registros históricos de cosecha.

Intensidad robos, $F_t^i$ :	Regla de rosecha, $C_{i[7]}^f$ :	Precio-loco, $P$
- Nula [ $F_t^i = 0$ ]	- Constante [106.560 ind.]	- Malo [ $0,8 p_{prom}$ ]
- Controlada [ $0,5F_{MÁX}^i$ ]	- Prudente [ $0,08 N_{i[4]ED}^{pro}$ ]	- Base [ $p_{prom}$ ]
- Alta [ $F_{MÁX}^i$ ]	<b>X</b> - Agresiva [ $0,16 N_{i[4]ED}^{pro}$ ]	<b>X</b> - Bueno [ $1,2 p_{prom}$ ]
- Descontrolada [ $2F_{MÁX}^i$ ]		- Variable [ $p_{AU}$ ]

precios negociados satisfactoriamente por las organizaciones isleñas (US\$1,61 ind<sup>-1</sup>), 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 Sindicato ( $p_t$  en Tabla 2).

#### Generación de salidas de simulación y pruebas estadísticas

Se obtuvo promedios de 100 iteraciones con cada uno de los tres 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-loco) evaluado individualmente y en interacciones, fueron comparados mediante Análisis de Varianza (ANOVA) con estructura factorial de tratamientos y suma de cuadrados parciales (SC tipo III) de tipo *post hoc*, 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 & Sweijd, 1999; Tailby & Gant, 2002; Gallic & Cox, 2006), los cuales fueron llevados a gráficos de frecuencia relativa por cada organización isleña asigntaria de AMERB.

## 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 (cuatro embarcaciones intervenidas, todas foráneas) con ‘loco’ extraído de Isla Mocha, y que sus tripulaciones estaban compuestas por dos marinos y un 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 seis meses de mayor incidencia al año, generalmente previos a la cosecha formal. Varios entrevistados indicaron que los infractores no-isleños emplean equipos de buceo Hooka camuflados y que 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 informaron 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 isleños 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 ( $E^i_{2009}$ ) y captura ilegal ( $C^i_{2009}$ ) en las AMERB de 'loco' al 2009 en Isla Mocha como 'puntos de anclaje'**

Para el robo realizado por pescadores no-isleños, la data de 31 entrevistados, que informaron positivamente sobre los robos, permitió estimar medianas para el esfuerzo extractivo ilegal y la captura ilegal realizados por no-isleños de 174 viajes y 309.375 ind de 'loco' respectivamente; mientras que la data de 17 entrevistados, que informaron positivamente sobre los robos, permitió estimar medianas para el esfuerzo y la captura ilegal realizada por isleños de cuatro viajes y 9.000 ind. de 'loco' respectivamente (Fig. 2). La suma de dichas estimaciones, constituye los 'puntos de anclaje':  $\hat{E}^i_{2009} = 178$  viajes, y  $\hat{C}^i_{2009} = 318.375$  ind. (Tabla 5).

### **Series anuales históricas de esfuerzo de extracción ilegal ( $E^i_t$ ) y captura ilegal ( $C^i_t$ ) 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<sup>-1</sup> (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 6). La serie anual de robo de 'loco' en el AMERB IMQS ( $C^i_{t\ IMQS}$ ), fluctuó entre un mínimo de 29.270 ind (año 2005) y un máximo de 126.960 ind (año 2009; Tabla 6). Dichas cifras habrían representado pérdidas económicas anuales fluctuantes, para el conjunto de AMERB activas entre US\$108,5 y US\$227,4 miles, y solamente para el AMERB IMQS entre US\$38,8 y US\$81,0 miles (Tabla 7). Las pérdidas del AMERB IMQS equivaldrían entre *ca.* 32% y 68% de sus ingresos brutos anuales históricos (Tabla 7).

### **Modelo bio-económico**

#### **Parámetros estimados, abundancia mensual, y relación S-R para la fase histórica (2004-2010) del modelo dinámico poblacional**

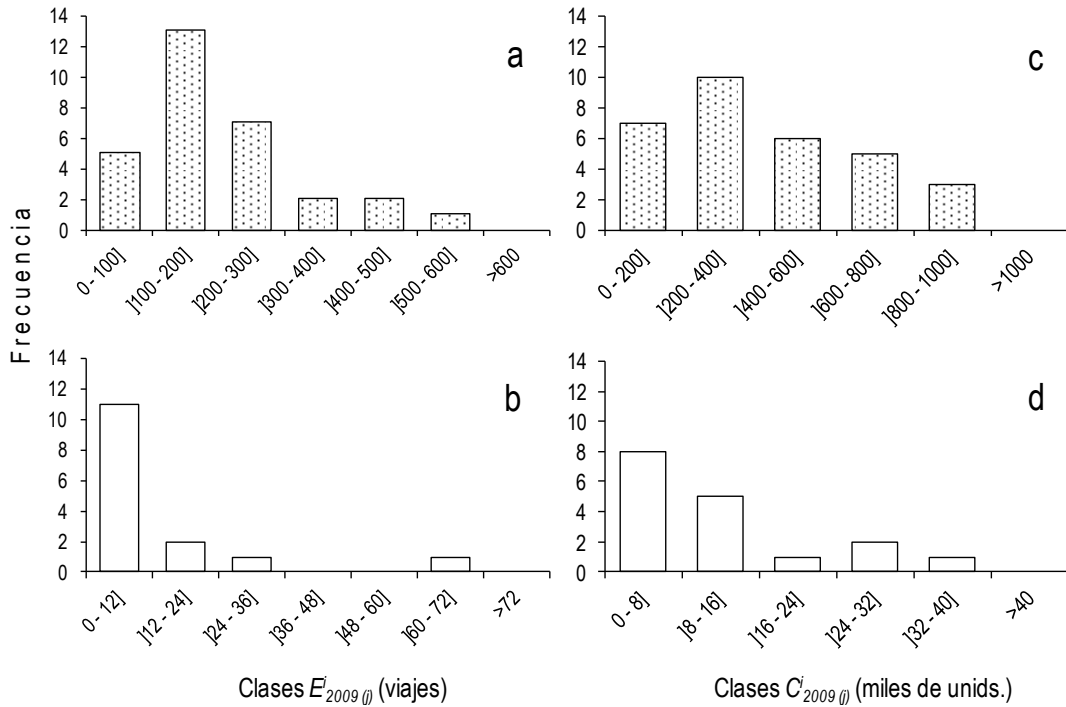
La serie mensual histórica de abundancia del stock de 'loco' en el AMERB IMQS (Fig. 3), iniciada con una

$N_{2004[1]}$  estimada en *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  $F^i_t$ , fluctuante entre un mínimo de 0,0050 (año 2010) hasta un máximo de 0,0167 (año 2009) (Tabla 8); mientras que en la segunda mitad del año fue sólo por efecto de  $M$ . Los pequeños decaimientos de abundancia, cercanos a la mitad de cada año, corresponden a las cosechas formales (Tabla 2), en tanto 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 8). Se encontró altas correlaciones entre la abundancia de evaluación directa histórica ( $N^i_{t[m]ED}$ , Tabla 2) y la abundancia calculada ( $N^i_{t[m]}$ ; ecuación 7) ( $r = 0,9218$ ;  $P < 0,01$ ; Fig. 3), así como entre la captura ilegal de 'loco' estimada con la evaluación socio-económica ( $\hat{C}^i_{IMQS,t}$ ) y la captura ilegal calculada ( $C^i_{t\ IMQS}$ , ecuación 9) ( $r \sim 1$ ;  $P < 0,0001$ ). La relación S-R Palo de Hockey, configura una recta compuesta que representa 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  $R_{máx} = 612.600$  ind. (Fig. 4).

### **Proyecciones de cuatro variables anuales del modelo en el lapso de simulación**

Para visualizar cuán resiliente puede ser el stock simulado de 'loco', así como la viabilidad de su pesquería formal en AMERB, ante diferentes intensidades de robo, se graficó algunos de los escenarios analizados, tres de los cuales, atendiendo al criterio de conservación del recurso, podrían ser valorados por la administración pesquera (*i.e.*, la SUBPESCA) como:

- 'Idóneo' (Figs. 5a, 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' (Figs. 5c, 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



**Figura 2.** Histogramas de la data generada con las entrevistas a informantes clave, utilizada para estimar los ‘puntos de anclaje’: esfuerzo ilegal ( $E_{2009(j)}^i$ ) y robo ( $C_{2009(j)}^i$ ) realizado en las AMERB de ‘loco’ activas de Isla Mocha en 2009. a) Esfuerzo ilegal de infractores no isleños, b) esfuerzo ilegal de infractores isleños, c) captura ilegal de infractores no-isleños y d) captura ilegal de infractores isleños.

**Tabla 5.** Estadígrafos de la evaluación socio-económica para los estimados del Esfuerzo ilegal ( $E_{2009}^i$  en número de viajes) y el Robo de ‘loco’ ( $C_{2009}^i$  en ind) realizados por infractores no-isleños e isleños en las AMERB activas de Isla Mocha en 2009. Puntos de anclaje en negrita.

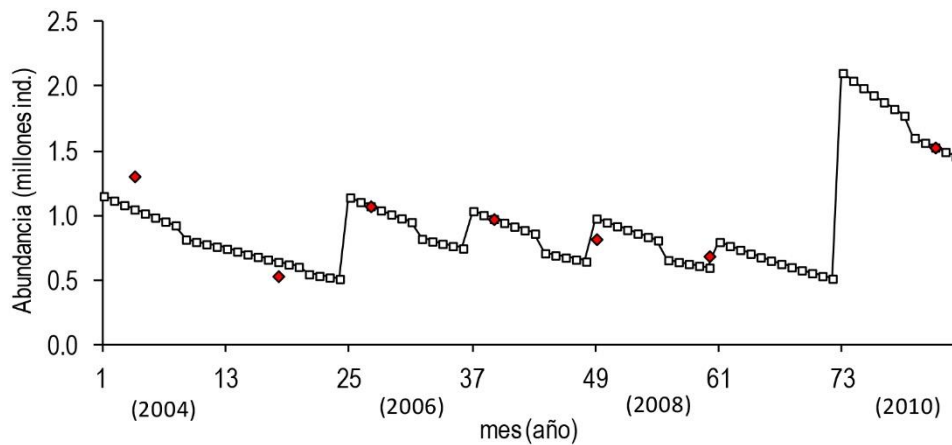
	n	Quintil <sub>1</sub>	Mediana	Quintil <sub>3</sub>
$E_{2009}^i$	No-isleños	30	115,9	174,0
	Isleños	15	2,1	3,8
	<b>Total (viajes)</b>			<b>177,8</b>
$C_{2009}^i$	No-isleños	31	217.350	309.375
	Isleños	17	3.375	9.000
	<b>Total (ind.)</b>			<b>318.375</b>

**Tabla 6.** Series históricas anuales estimadas para las AMERB activas de Isla Mocha de: Incidencia Máxima ( $I^{MAX}_t$  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 ( $ST_{t\ IMQS}^* / ST_t^*$ ); Robo en el AMERB IMQS ( $C_{t\ IMQS}^i$  en ind).

Año (t)	$I^{MAX}_t$	$IN_t$	$E_t^i$	$ST_t^*$	$C_t^i$	$ST_{t\ IMQS}^* / ST_t^*$	$C_{t\ IMQS}^i$
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 7.** Series históricas anuales de parámetros económicos, calculadas para las AMERB activas de Isla Mocha: promedio de precios de 'loco' ( $P_t$  en US\$/ind), y Valor económico del robo ( $VEC_t^i$  en US\$). Además de series calculadas para el AMERB IMQS de: Valor económico del robo ( $VEC_{t,IMQS}^i$  en US\$), Ingreso bruto formal ( $IB_{t,IMQS}$  en US\$) y Razón robo/Captura formal [ $(C_t^i/C_t^f)_{IMQS}$ ]. Todos los valores económicos están actualizados por el IPC al 2011.

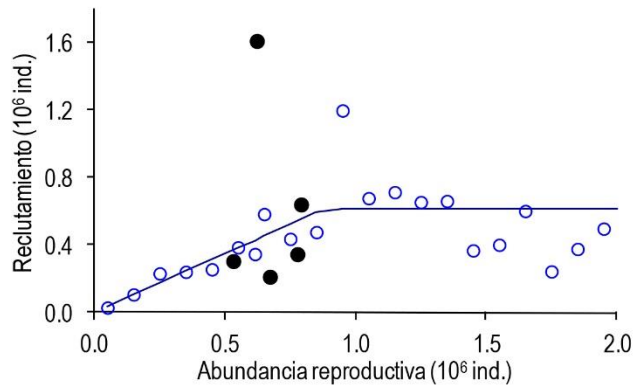
Año ( $t$ )	$P_t$	$VEC_t^i$	$VEC_{t,IMQS}^i$	$IB_{t,IMQS}$	$(C_t^i/C_t^f)_{IMQS}$
2004	1,26	157.204	79.484	126.884	0,63
2005	1,33	121.327	38.806	57.230	0,68
2006	1,87	227.394	81.004	202.781	0,40
2007	1,39	156.187	58.612	183.789	0,32
2008	1,03	129.095	45.782	138.852	0,33
2009	0,37	118.107	47.098	---	---
2010	0,99	108.489	57.868	131.120	0,44



**Figura 3.** Evolución histórica de la abundancia del stock de 'loco' en el AMERB IMQS según el modelo dinámico de decaimiento exponencial. Los cuadros vacíos corresponden a la abundancia calculada con la Ecuación 7, y los puntos rojos corresponden a las abundancias observadas en las evaluaciones directas históricas ( $N_{t,IMQS}^{obs}$ ).

**Tabla 8.** Estimaciones de los parámetros históricos del modelo dinámico de decaimiento exponencial para el stock de 'loco' en el AMERB IMQS.

Año ( $t$ )	Parámetro				
	Magnitud estimada	Símbolo	Nombre	Unidades	
2004	1.155.256	$N_{t 1}$	Abundancia inicial	Individuos	
2005	1.000				
2006	642.670				
2007	306.648	$R_t$	Reclutamiento anual		
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				



**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 cinco pares disponibles de datos de abundancia de reproductores y reclutas; los círculos vacíos representan valores simulados con los parámetros estimados.

- c) 'Crítico' (Figs. 5e, 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 en la captura ilegal de 'loco'.

Otros tres escenarios ilustrativos de la resiliencia del stock y la viabilidad de la pesquería formal en AMERB, ante diferentes niveles de robo, podrían ser similarmente valorados por los usuarios del AMERB, según sus expectativas productivas, como:

- a) 'Idóneo' (Figs. 5g, 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' (Figs. 5i, 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' (Figs. 5k, 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

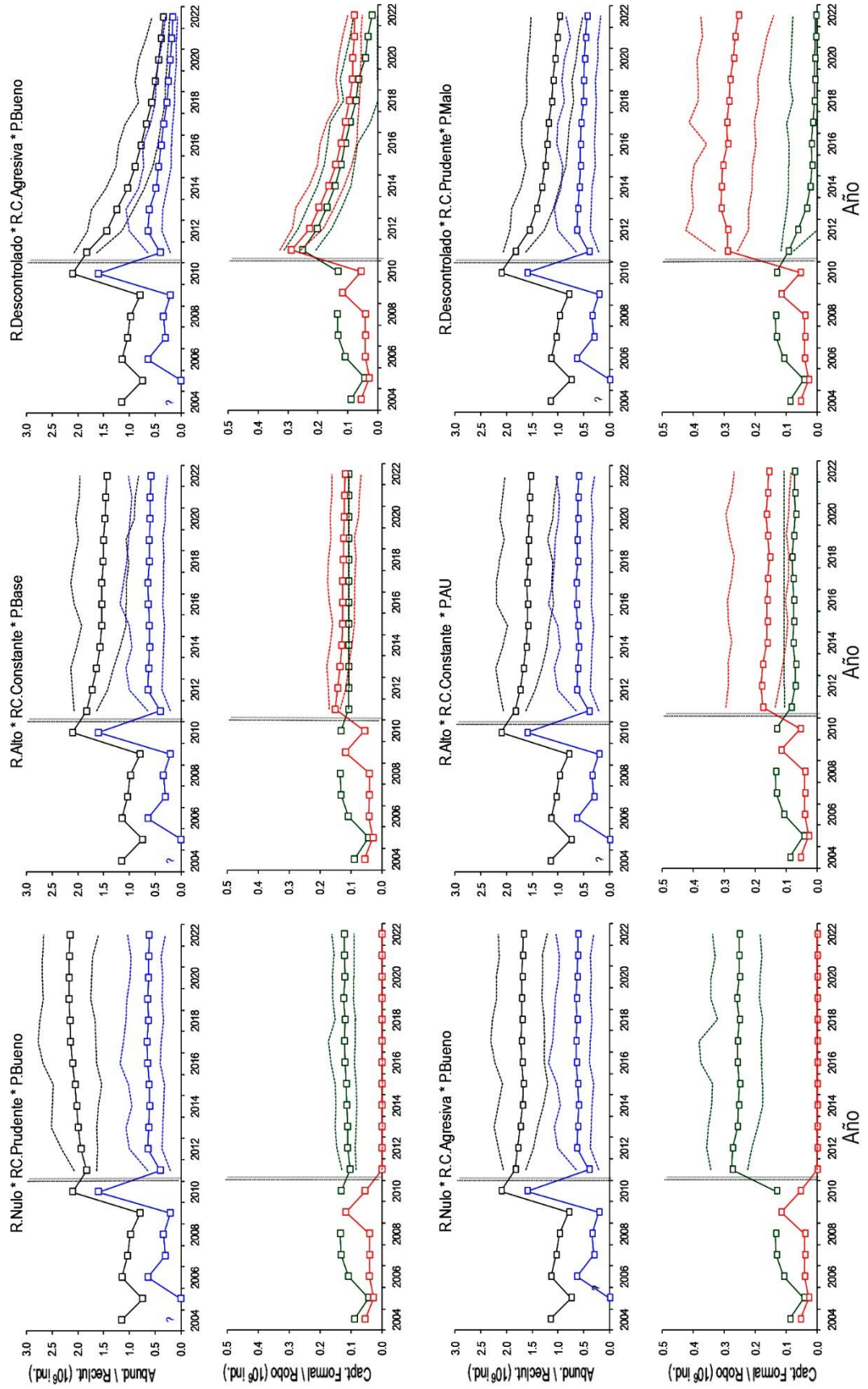
#### Razón Robo/Captura

En el ANOVA (Tabla 9), 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 (Tabla 10), el factor Robo muestra diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ), en un previsible orden creciente de promedios del indicador, al escalar desde el nivel de R. Nulo al de R. Descontrolado (robo ~0 a 4,6 captura); el factor Regla-Cosecha también muestra diferencias significativas en un orden creciente de promedios del indicador, al descender del nivel de RC. Agresiva al de RC. Prudente (robo ~0,6 a 3,4 captura); mientras que las combinaciones de la interacción Robo\*Regla-Cosecha, que presentan diferencias significativas, muestran promedios decrecientes del indicador, desde las combinaciones R. Descontrolado\*RC. Prudente (Robo ~10,4 captura) hasta aquellas resultantes de la interacción con el nivel de R. Nulo (robo ~0 captura). Los Boxplot 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 ~1,5 a 10,4 captura) (Figs. 6a, 6d).

#### Probabilidad de colapso poblacional

En el ANOVA (Tabla 9), 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 (Tabla 10), los factores Robo y Regla-Cosecha muestran diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en un previsible orden creciente de promedios del indicador, al escalar del nivel de R. Nulo al de R. Descontrolado (P. Colapso ~0 a 0,39), y al escalar del nivel de RC. Prudente al de RC. Agresiva (P. Colapso ~0,04 a 0,18); mientras que las combinaciones de la interacción Robo\*Regla-

**Figura 5.** Proyecciones con los promedios de las salidas del modelo en seis 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 periodo de simulación. R: robo, RC: regla de cosecha, P: precio, AU: aleatorio uniforme.



**Tabla 9.** ANOVA (SC Tipo III), para las salidas de los indicadores razón robo/captura, probabilidad de colapso y valor presente de los beneficios netos por embarcación (VPBNE). N: tamaño muestral, R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación, R<sup>2</sup>Aj: coeficiente de determinación ajustado, CV: coeficiente de variación, FV: 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.

Indicador (Variable)	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	F.V.	SC	gl	CM	F	% Expl	P-valor
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.Cosech	1,34E+04	6	2,24E+03	562,9	21,4	<0,0001
					R.Cosech	7,12E+03	2	3,56E+03	894,3	11,3	<0,0001
					Robo*R.Cosech*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.Cosech*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.Cosech	23,78	6	3,96	414,5	11,2	<0,0001
					R.Cosech	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.Cosech*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.Cosech*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.Cosech	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.Cosech	2,85E+05	6	4,75E+04	1400,4	8,8	<0,0001
					R.Cosech*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.Cosech*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	

Cosecha, que presentan diferencias significativas, muestran promedios decrecientes del indicador desde las combinaciones del R. Descontrolado con las R.C. Agresiva, R.C. Constante y R.C. Prudente (P. Colapso ~0,59 a 0,18), seguidas de la combinación R. Alto\*RC. Agresiva (P. Colapso = 0,13) y luego todo el resto de combinaciones (P. Colapso ~0). Los Boxplot confirman que las peores combinaciones para la pesquería formal (P. Colapso > 0,33) involucran al nivel de R. Descontrolado vs. los niveles de RC. Constante y RC. Agresiva (Figs. 6e, 6h).

#### Valor presente de los beneficios netos por embarcación

En el ANOVA (Tabla 9), 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 promedios del indicador, al escalar del nivel de RC. Prudente al de RC. Agresiva (VPBNE ~US\$21,6 a US\$112,6 miles); y al descender del nivel de R. Descontrolado al de R. Nulo (VPBNE ~US\$25,2 a US\$80,3

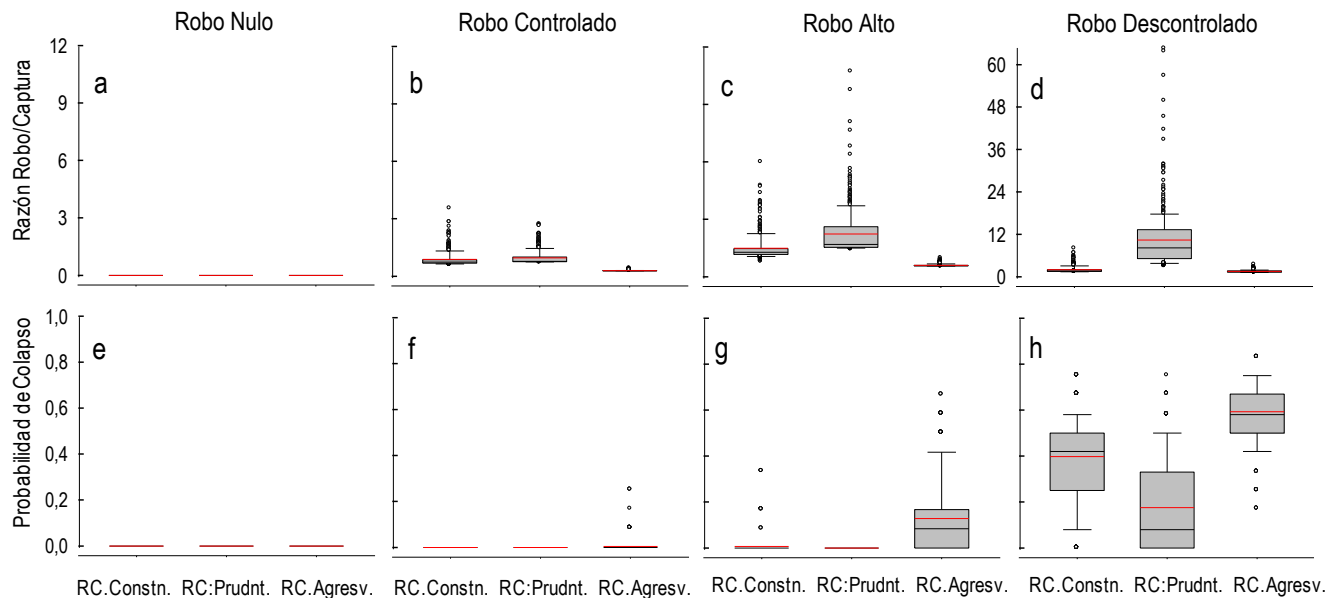


**Tabla 10.** Pruebas múltiples de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) para las salidas de los indicadores razón robo/captura y probabilidad de colapso. DMS: diferencia mínima significativa; gl: grados de libertad; en las comparaciones, medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Indicador (Variable)	DMS	Error	gl	Factor	Factor-nivel	Medias	n	Comparaciones
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*ReglaCosech	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 Cosech	RC.Agresv	0,60	1600	A
					RC.Constnt	1,09	1600	B
					RC.Prudnt	3,39	1599	C
Probabilidad de Colapso	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*Regla Cosech	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	Regla Cosech	RC.Prudnt	0,040	1600	A
					RC.Constnt	0,100	1600	B
					RC.Agresv	0,180	1600	C

miles); el factor Precio-loco, muestra diferencias significativas entre los promedios del indicador asociados a los niveles de p.AU (ca. US\$35,5 miles), p. Malo (ca. US\$39,2 miles), p. Base (US\$63,0 miles) y p. Bueno (US\$86,5 miles); mientras que la interacción Robo\*Regla-Cosecha, muestra diferencias significativas entre los promedios del indicador asociados en orden decreciente a las combinaciones de una RC. Agresiva con niveles de R. Nulo, R.

Controlado, R. Alto y R. Descontrolado (VPBNE ~US\$162,0 a US\$51,4 miles), hasta alcanzar múltiples de Tukey (Tabla 11), los factores Regla-Cosecha y Robo, muestran diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en un previsible orden creciente de el peor promedio de indicador distinguible con la combinación RC. Prudente\*R. Descontrolado (ca. US\$ - 6,0 miles). Los Boxplot muestran que los peores promedios se asociarían a los escenarios R. Descontrolado \*RC.Pruden-



**Figura 6.** Boxplots para las salidas de los indicadores a-d) Razón Robo/Captura, e-h) Probabilidad de Colapso, 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).

dente\*p. AU y R. Descontrolado\*RC. Prudente\*p. Malo (VPBNE ~ US\$ -13,4 y US\$-17,5 miles 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 siete componentes causales. De los 24 ítems, 19 corresponden sólo al robo realizado por no isleños, 11 al sólo robo isleño, y 7 son transversales (individualmente referidos para explicar a ambos) (Tabla 12). Entre los componentes que comprenden los ítems más frecuentes, están el de 'distorsiones socio-económicas' con seis ítems (suman *ca.* 41% del total de respuestas), de los cuales tres son transversales ("Necesidad Económica", "Mercado Negro" e "Infractores muy dependientes de la pesquería"); seguido del componente de 'Ineficacia del Régimen de Manejo Pesquero', con nueve ítems (suman *ca.* 29% del total de respuestas), de los que dos son transversales ("Vigilancia Insuficiente de la Armada" y "Fiscalización Ineficaz de la Armada"); y el componente de 'Debilidades Internas a la Organización' con cinco ítems (suman *ca.* 18% del total de respuestas), incluyendo un ítem transversal ("Vigilancia de la Organización Insuficiente") (Tabla 12).

Los ítems causales más frecuentes para el robo realizado por no-isleños (Tabla 12) son la "Necesidad Económica" (*i.e.*, el apremio del extractor no-isleño 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 12).

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 solo al robo no-isleño, 8 solo al robo isleño, y 5 son transversales (Tabla 12). Entre los ítems propuestos para combatir el robo no-isleño, 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

**Tabla 11.** Pruebas múltiples de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) para las salidas del indicador Valor presente de los beneficios netos por embarcación (VPBNE en US\$ miles). DMS: diferencia mínima significativa; gl: grados de libertad; en las comparaciones, las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

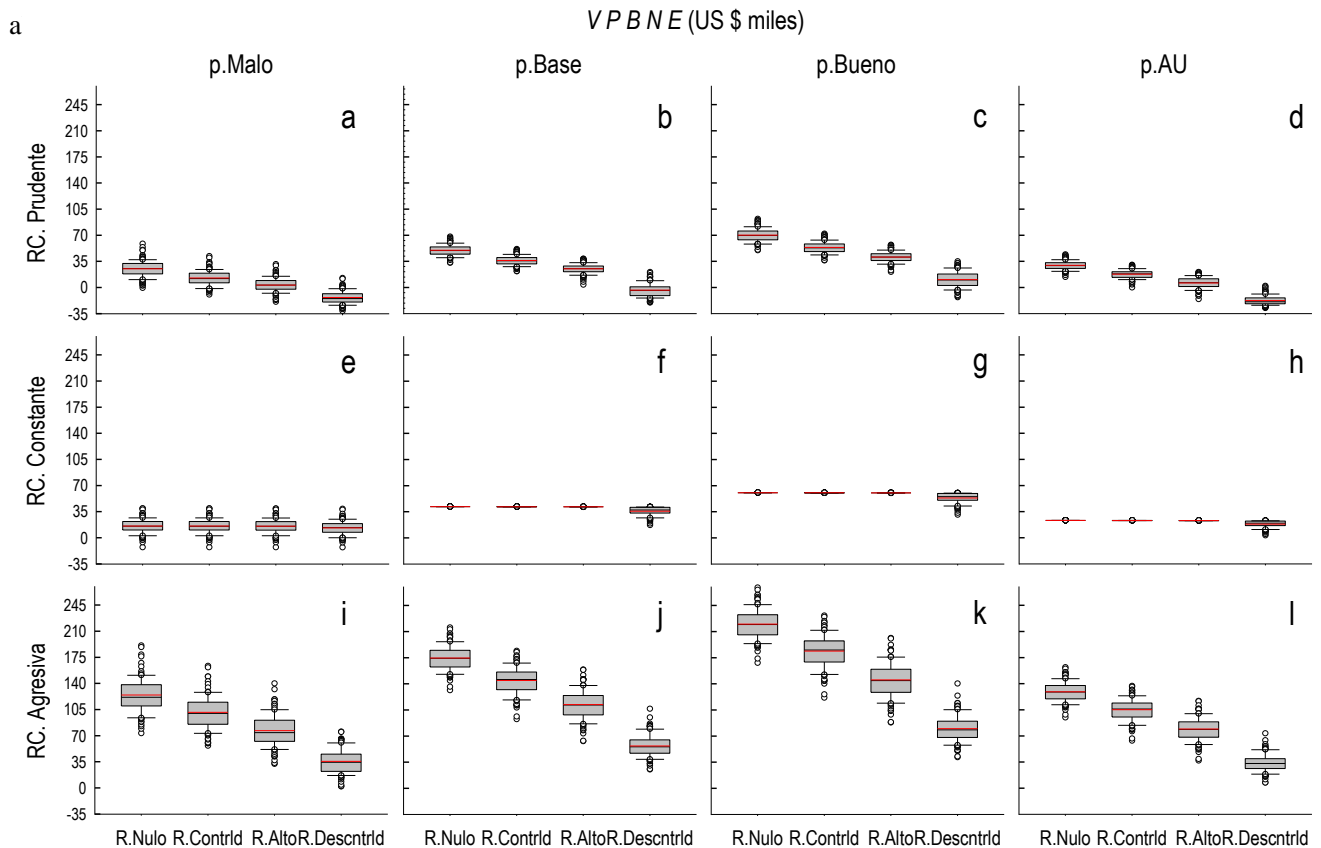
Indicador (Variable)	DMS	Error	gl	Factor	Factor-nivel	Medias	n	Comparaciones
VPBNE	0,4834	33,93	4752	ReglaCosech	RC.Prudnt	21,61	1600	A
					RC.Constnt	33,94	1600	B
					RC.Agresv	112,60	1600	C
	0,6119	33,93	4752	PrecioLoco	P.AU	35,46	1200	A
					P.Malo	39,20	1200	B
					P.Base	63,02	1200	C
					P.Bueno	86,52	1200	D
	0,6119	33,93	4752	Robo	R.Descntrld	25,19	1200	A
					R.Alto	52,37	1200	B
					R.Contrld	66,30	1200	C
					R.Nulo	80,34	1200	D
	1,3492	33,93	4752	Robo*ReglaCosech	R.Descntrld*RC.Prudnt	-6,03	400	A
					R.Alto*RC.Prudnt	18,74	400	B
					R.Contrld*RC.Prudnt	30,05	400	C
					R.Descntrld*RC.Constnt	30,18	400	C
					R.Alto*RC.Constnt	35,08	400	D
					R.Contrld*RC.Constnt	35,21	400	D
					R.Nulo*RC.Constnt	35,31	400	D
					R.Nulo*RC.Prudnt	43,65	400	E
R.Descntrld*RC.Agresv					51,41	400	F	
R.Alto*RC.Agresv					103,30	400	G	
R.Contrld*RC.Agresv					133,62	400	H	
R.Nulo*RC.Agresv	162,05	400	I					

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 12).

Entre los ítems propuestos con más frecuencia para combatir el robo no-isleño están "Mejorar la Vigilancia de la Organización" (*i.e.*, 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" (*i.e.*, mediante el incremento de su personal y equipamiento para la vigilancia marítima), "Efectivar la Fiscalización de la Armada con los Continentales" (*i.e.*, 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 12). 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", sobretudo durante las temporadas de cosecha, cuando las intromisiones cruzadas de extractores embarcados de 'loco', son más probables entre AMERB vecinas (Tabla 12).

## DISCUSIÓN

Los resultados muestran la importancia de evaluar las capturas ilegales y/o no declaradas, para evitar en lo posible arriesgar a largo plazo la sustentabilidad de la pesquería legal de 'loco' en AMERB. Esto es evidente si se toma en cuenta que en la pesquería formal las evaluaciones directas de cada año consideran solamente el efecto de la mortalidad natural (acorde a la presunción de captura ilegal cero) para proyectar la CTP que deberá cosecharse la existencia de una captura ilegal



**Figura 7.** Boxplots para las salidas del Indicador VPBNE (en miles US\$) en cada escenario de la interacción Robo\*Regla-Cosecha\*Precio-loco. Las líneas horizontales dentro de las cajas representan la mediana (línea negra) y la media (línea roja). p: precio, AU: aleatorio uniforme, RC: regla de cosecha.

‘invisible’ producto del robo a través del año haría que la extracción anual real en AMERB siempre exceda la CTP precautoriamente estimada. Esto llevaría a la reducción gradual y sucesiva de la CTP, hasta llegar a un punto bajo el criterio de sustentabilidad económica, posibilitando el colapso de la pesquería formal. Además, la renta total real generada por la extracción de ‘loco’ desde la AMERB se repartiría entre extractores legales e ilegales, pudiendo inclusive favorecer a los últimos, especialmente en escenarios con débil fiscalización pública. Esta situación podría incentivar el incremento del robo realizado por los propios miembros de la organización titular del AMERB, poniendo en riesgo ya no sólo la sustentabilidad económica del sistema, sino también la sustentabilidad biológica del recurso.

#### 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 aparentemente con limitada eficacia, considerando el máximo de cuatro casos informados para el año 2009 vs el esfuerzo ilegal estimado de 178 viajes para dicho año por este estudio (Tabla 5).

Diversas evaluaciones socio-económicas de percepción (Gelcich *et al.*, 2004, 2009; Palma & Chávez, 2006; 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 ejercido por pescadores externos a la organización titular. Si bien los estimados cuantitativos de esfuerzo y captura ilegales atribuibles a isleños en las AMERB de Isla Mocha al 2009, representan sólo 2 y 3% del valor del estimado del

**Tabla 12.** 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 no-isleño e isleño, en las AMERB de 'loco' de Isla Mocha.

Componente	Ítem	%Transversal	%No-isleños	%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 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
	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 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

robo efectuado por no-isleños (174 viajes y ca. 309 mil unids; Tabla 5), es necesario mencionar el riesgo de subvalorar a los primeros y sobrevalorar a los últimos, dado que la evaluación socio-económica incluyó solamente a usuarios de AMERB en Isla

Mocha. Estos en su afán de visibilizar el problema, podrían haber exagerado sus declaraciones sobre la incidencia, número de embarcaciones infractoras y CPUE ilegal, especialmente las correspondientes a infractores no-isleños. En previsión de tales sesgos, la

evaluación socio-económica incluyó entrevistas individuales a *ca.* 50% de la población de usuarios de AMERB isleños, garantizando a cada entrevistado la confidencialidad y anonimato al tratar la información, de tal forma de obtener respuestas fidedignas especialmente en temas sensibles respecto al robo isleño (*v.g.*, observación y/o participación directa en la captura ilegal); mientras que para el caso del robo no-isleño, se esperaba contar con el respaldo de la data consultada a SERNAPESCA y la Armada, que por ser muy escasa, sólo tuvo un valor referencial. También se debe resaltar la naturaleza subjetiva de la estimación de la serie histórica de captura ilegal de 'loco', basada 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  $IN_t$  y de  $I_t^{MAX}$ , siendo esta última calculada en función de 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 & Wilen, 2003). Sin embargo, cualquier estimado razonable y transparente de capturas ilegales, aún cuando se base en criterios subjetivos, será mejor que suponer niveles cero de captura ilegal (Ainsworth & Pitcher, 2005), que es el *status quo* en la realización de los estudios exigidos por la autoridad pesquera chilena a las organizaciones asignatarias de AMERB de 'loco'.

Otro supuesto operativo que requiere atención, se refiere a la estimación de la serie histórica de robos de 'loco' en el AMERB IMQS basada en la ecuación 6, que supone por un lado la aplicación del esfuerzo extractivo ilegal sobre la fracción del stock con tallas  $\geq 10$  cm, pues según los entrevistados en la Isla Mocha los infractores tendrían una selectividad extractiva de 'loco' similar a aquella de la extracción formal; y por otro lado supone la aplicación de un coeficiente de capturabilidad constante ( $q_i$ ) para todos los años y todas las AMERB, lo que podría representar una sobre-simplificación de la realidad considerando que en cada AMERB hay cambios anuales tanto del tamaño de superficies rocosas de fondo que pueden albergar 'loco', como de las densidades de 'loco' en ellas.

Para reducir los mencionados riesgos de sesgo en futuras aplicaciones del marco de modelación utilizado, se sugiere que en la metodología general de reconstrucción de series históricas de esfuerzo y capturas ilegales, i) se verifique la selectividad de los infractores, observando la estructura de tallas en capturas ilegales decomisadas, ii) se evalúen las

ventajas del empleo alternativo de una capturabilidad dinámica tal como se ha realizado en la pesquería de *Mesodesma donacium* en el norte de Chile (Pérez & Chávez, 2004) y iii) que se insista en mejorar la obtención de data de los entes fiscalizadores públicos, incluyendo además en las entrevistas a los pescadores continentales imputados como presuntos infractores, así como a los pescadores isleños excluidos del sistema AMERB. Las futuras estimaciones de extracción ilegal de 'loco' ganarían consistencia si se obtuviese información sobre el tamaño de la población presunta de buzos/embarcaciones no-isleños, además de infracciones y/o confiscaciones de captura ilegal de 'loco' proveniente de Isla Mocha.

A la fecha, se desconocen otros estudios que hayan cuantificado robos de 'loco' en AMERB, siendo la aproximación más cercana a la temática la de González *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 regiones de Atacama y Coquimbo 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. La presente evaluación socio-económica estimó, para el lapso 2004-2011, 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 González *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 en comparación con 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.

### **Modelación poblacional de un stock de 'loco' en AMERB**

Para simular la dinámica de abundancia del stock contenido en el AMERB IMQS, se seleccionó un modelo simple, 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, se eligió 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 & Myers, 2000). Por otra parte, se consideró que en este caso es apropiado usar modelos

simples dado el conocimiento parcial de la dinámica poblacional del 'loco', pues aunque dicho recurso estaría estructurado en metapoblaciones (González *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 & 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). Así, a pesar de su cercanía geográfica, en los estudios requeridos por la normativa, cada AMERB de la Isla Mocha es tratada como contenedora de un stock independiente que presenta 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 a micro-escala espacial (entre  $10^2$ - $10^3$  m) (Prince, 2003). En concordancia con todo lo anterior, en la presente investigación se adoptó un enfoque de simulación antes que uno de optimización (*sensu* Prellezo *et al.*, 2009).

Un aspecto relevante a explorar en futuros estudios, es evaluar la sustentabilidad bio-pesquera y económica del AMERB ampliando el análisis de sensibilidad con la inclusión de variantes del parámetro de mortalidad natural ( $M$ ) y el proceso de reclutamiento. Es particularmente importante considerando que en invertebrados marinos de alta fecundidad, como los 'abalones', se ha observado reclutamientos prácticamente independientes de la abundancia de poblaciones desovantes consideradas 'locales' (McShane, 1995), y que en el caso del 'loco' es perfectamente plausible que stocks pesqueros puedan estar sustentándose con larvas transportadas desde stocks parentales inaccesibles a la pesca, caso que bien podría representarse con la incorporación de un sub-modelo de reclutamiento aleatorio.

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

Con la excepción de estudios generales sobre modelación bio-económica en la pesquería del 'loco' (Tam *et al.*, 1996; Arias e Iglesias, 2007) no existen estudios sobre el impacto de la captura ilegal de 'loco' en el desempeño bio-económico de una AMERB. En el modelo, los factores más determinantes de tal desempeño son los niveles de extracción de 'loco' tanto formal como ilegal antes que sus precios de

venta en playa, según lo demuestran los ANOVA realizados (Tabla 9). Sin embargo hay que señalar que el importante efecto incentivador del precio del recurso sobre el nivel de captura, esperable en una pesquería de libre acceso, fue insignificante en el segmento formal estudiado, lo que respondería al hecho que en la pesquería real en AMERB la asignación de cuotas anuales con plazos limitados para el levantamiento de la veda (otorgados en la isla entre mayo y agosto), establece un tope precautorio al nivel de captura realizable por la organización titular. Por tanto, cuando dicha organización decide cosechar, para reducir sus costos, busca realizar el 100% de la CTP en el menor tiempo posible dentro del plazo otorgado, alentada por supuesto por el precio formal negociado, pero limitada fundamentalmente por la aparición de días con mal tiempo, haciéndose en ocasiones necesario solicitar extensiones del plazo de levantamiento de veda. Las capturas ilegales, al estar restringidas prácticamente sólo por el mal tiempo, sí deberían responder visiblemente al efecto incentivador de los precios del mercado negro. Lo anterior resalta la importancia que, en futuros estudios, por un lado se incorporen variables económicas explicativas en las estimaciones de captura ilegal y, por otro, se formule matemáticamente alguna dinámica de competencia entre las flotas formal e ilegal. Ello permitiría mejorar las estimaciones mensuales del stock afectado por la captura ilegal, facilitando la toma de decisión de cuándo realizar tanto las evaluaciones directas y la cosecha de la CTP, así como la estimación del esfuerzo formal (y por tanto de los gastos) a aplicar para obtener dicha CTP.

Por otra parte, si se atribuye como escenario actual más plausible para la AMERB estudiada aquel en el que los fiscalizadores pueden mantener la tasa de robos a la mitad del máximo estimado ("Robo Controlado"), y en el que los usuarios de AMERB se proyectan preferentemente a obtener una CTP de 'loco' constante e igual al promedio histórico de la CTP ("Regla-cosecha Constante"), entonces las Pruebas de Tukey demostrarían que en los 'escenarios actuales' de la interacción 'R. Controlado\*RC. Constante', el AMERB seguiría siendo sustentable tanto biológica como económicamente (promedios de proyección de P. Colapso = 0 y VPBNE = US\$35,21 miles; Tabla 11). Esto sugiere que en tales condiciones una AMERB podría mantenerse en operación con beneficiarios formales e ilegales, siempre y cuando se mantenga controlada la tasa de robos.

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. Lo último se evidencia en las Pruebas de Tukey, cuando el R. Descontrolado interactúa con el factor Regla-Cosecha en los niveles ‘RC. Constante’ y ‘RC. Agresiva’ (P. Colapso de *ca.* 0,4 y 0,6 respectivamente; Tabla 10). Los peores impactos de esta última situación pueden observarse en los escenarios considerados como “críticos” por los administradores de 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 que 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), 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). Tales ítems además son reconocidos como factores determinantes de capturas IND en pesquerías de ‘abalones’ (Hauck & Sweijid, 1999; Tailby & Gant, 2002).

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 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 & Cox, 2006). Similares afirmaciones de otros usuarios de AMERB referidas a la fiscalización pesquera pública, agregan 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 & 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 partici-

pación 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 & 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 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 & Cox, 2006) que incentiva la incidencia de infractores no-isleños, 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 titular, el tránsito y la extracción artesanal de recursos no bentónicos dentro del AMERB, confiriéndose a la organización titular, solamente derechos de uso exclusivo sobre el stock 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 (*i.e.*, Bernal *et al.*, 1999; Parma *et al.*, 2001; Villena & Chávez 2004; Orensanz *et al.*, 2005; Gelcich *et al.*, 2005; González *et al.*, 2006; Arias & Iglesias, 2007; Cancino *et al.*, 2007; Schumann, 2007; Gallardo, 2008; Aburto *et al.*, 2009; Castilla, 2010; Marín & Berkes, 2010; Ortiz & Levins, 2011).

En el componente ‘debilidades internas a la organización’, se incluyen 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 & 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 conflictúan 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 también a su propio grupo de interés (Larraín, 2001).

En el componente ‘reducida productividad pesquera’ el ítem “CPUE (no loco) embarcada reducida”, alude a que la escasez de recursos ícticos incentivaría también a los pescadores artesanales que utilizan redes a incursionar en el robo de ‘loco’ en las AMERB.

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

Aunque no se obtuvo propuestas de parte de los entrevistados respecto de cómo disminuir las ‘distorsiones socio-económicas’, se concuerda con algunas propuestas generales referidas por Gallic & Cox (2006), como el combatir las condiciones de pobreza asociadas a las pesquerías de pequeña escala para así desincentivar la incursión en las IND (Gallic & 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, efectivizar 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 se observan opiniones que enfatizan enfocar los esfuerzos de fiscalización en los zarpes/arribos informales tanto en el continente (efectivizar fiscalización de la Armada con continentales y efectivizar fiscalización SERNAPESCA con continentales) como en la isla (efectivizar 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 (efectivizar fiscalización pública de procesadoras). En este punto se señala la recomendación de mejorar las capacidades de monitoreo, control y vigilancia de las entidades nacionales, estableciendo entre ellas redes de cooperación y coordinación, e instaurando ‘estándares mínimos fiscalizables’ (Gallic & Cox, 2006). En relación a la brecha legislativa que permite “la extracción embarcada con libre acceso al AMERB”, para la que no se obtuvo propuestas, se sugiere hacer una revisión de la normativa que efectivamente otorgue en casos justificados derechos de exclusión territorial a la organización titular, previa evaluación caso por caso para evitar conflictos con otras actividades presentes (*i.e.*, transporte marítimo, turismo, pesca con redes, acuicultura, etc.), lo que representaría un aporte significativo, especialmente en el caso de implementar sistemas de monitoreo satelital de la flota artesanal.

En el componente ‘debilidades al interior de la organización’, los entrevistados apuntan a mejorar las actividades de vigilancia en la organización y también a instaurar junto con la Armada actividades de vigilancia y sanción, lo que muestra que pese a las críticas, la presencia física de una sede de la Armada con embarcaciones activas para la fiscalización en la isla, le da preponderancia entre los isleños frente a SERNAPESCA, que carece de dichos medios en la isla. Además se han señalado ítems dirigidos a romper el vínculo con los buzos continentales para mitigar el robo producido por no-isleños tales como “no contratar buzos continentales infractores”; e implementar sanciones efectivas entre los socios de la propia organización, además de diversificar las actividades productivas de la organización 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). En el caso específico de una AMERB de ‘loco’ de la región de Los Lagos, se han descrito la creación de comisiones internas de vigilancia rotativas, la

contratación de guardías y 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 & 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, se señala 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 posibilidad de asignar 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), 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 Monitoreo, Control y Vigilancia 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, 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.

## CONCLUSIONES

Con respecto a la estimación del nivel de robo de 'loco', según la presente data primaria socio-económica, la actividad extractiva ilegal de 'loco' desde las AMERB activas de Isla Mocha en el periodo histórico evaluado (2004-2010), alcanzó su máximo en el año 2009, con magnitudes estimadas de captura y el esfuerzo ilegales de 318.000 ind y 178 viajes respectivamente, a los que se les atribuye una participación mayoritaria de los infractores no-isleños

(ca. 97%) con respecto a la de los isleños. Asimismo, considerando los precios de 'loco' históricos negociados formalmente en la isla, las correspondientes pérdidas económicas para todas las AMERB activas, habrían fluctuado entre US\$116,0 miles (2010) a US\$250,5 miles (2006); mientras que solamente para el AMERB IMQS habrían fluctuado entre US\$45,5 miles (2005) a US\$89,1 miles (2006), representando entre 32% a 68% de sus ingresos brutos registrados. El nivel de robo estimado implica un incremento importante en el riesgo de no alcanzar la sustentabilidad ecológica y/o económica en el mediano y largo plazo. Además, un alto nivel del robo y la impunidad de los infractores puede producir un efecto desmotivador a continuar apoyando la administración del área de manejo y podría potenciar el incremento de la captura ilegal por parte de los propios usuarios de la AMERB.

En cuanto al modelado del impacto del robo de 'loco', las proyecciones de variables anuales y las pruebas de Tukey con los tres indicadores formulados (Razón Robo/Captura, Probabilidad de Colapso, y VPBNE), muestran que en un stock de 'loco' de AMERB en explotación, los procesos de reclutamiento y dinámica poblacional serían resilientes a la mayoría de combinaciones de factores Precio-loco, Regla-cosecha, y Robo. Sin embargo, cuando el factor Robo toma el nivel de Robo Descontrolado (*i.e.*, doble de la tasa de mortalidad por robo máxima histórica), casi invariablemente se produce el colapso del stock, *v.g.* el escenario "crítico" para los administradores pesqueros (Robo descontrolado \* Regla-Cosecha agresiva \* Precio-loco bueno). Las pruebas de Tukey muestran valores de VPBNE negativos, indicativos de la no sustentabilidad económica del AMERB, ante un Robo descontrolado, *v.g.* el escenario "crítico" para los usuarios de AMERB, (Robo descontrolado \* Regla-Cosecha prudente \* Precio-loco malo), en el que si bien ocurre un colapso de la pesquería formal, el stock se mantiene resiliente soportando elevados niveles de extracción ilegal.

Con respecto a la percepción de los usuarios de AMERB sobre las causas del robo de 'loco' y sus posibles soluciones, según la data socio-económica primaria recabada en esta indagación, y en concordancia con algunos estudios nacionales e internacionales, se encuentra que ciertas distorsiones socio-económicas, como la presencia de 'necesidad económica' y el 'mercado negro', aunadas a debilidades en el régimen de manejo de la pesquería del 'loco' como las falencias en las acciones públicas de fiscalización, constituyen importantes incentivos para la realización de captura ilegal de 'loco' en las AMERB en la Isla Mocha, ya sea realizada tanto por

usuarios de AMERB como por terceros al sistema. 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 no isleños; mientras que sus expectativas de solución frente al robo isleño están puestas principalmente en sus propias organizaciones.

En vista de que el sistema AMERB chileno corresponde en la práctica, a un caso de aplicación de Derechos de Uso de Stock en Pesquerías, en el que por norma se establece que la organización titular no tiene derechos de exclusión territorial, se recomienda hacer una revisión de la normativa para aplicar Derechos de Uso Territorial en Pesquerías, que permitan otorgar derechos de exclusión territorial a la organización titular, previa evaluación caso a caso, para evitar conflictos con otros usos del ecosistema.

### AGRADECIMIENTOS

R. Bandin recibió una beca de estudios de postgrado de la Agencia Chilena de Cooperación Internacional (AGCI). Los autores agradecen a los pescadores artesanales de la Isla Mocha, y a los Dres. L. Cubillos, J. Tam, C. Chávez, W. Stotz, F. Tapia y B. Ernst por sus aportes. Además expresamos nuestro reconocimiento a dos evaluadores anónimos por sus sugerencias. El 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), facilitó información relevante respecto de las AMERB de la Isla Mocha y de las condiciones oceanográfico/meteorológicas de la zona. Esta investigación fue financiada por el Interdisciplinary Center for Aquaculture Research (INCAR; CONICYT-FONDAP Proyecto N°15110027) y 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.

### REFERENCIAS

- Aburto, J., M. Thiel & W. Stotz. 2009. Allocation of effort in artisanal fisheries: The importance of migration and temporary fishing camps. *Ocean. Coast. Manage.*, 52: 646-654.
- Ainsworth, C.H. & T.J. Pitcher. 2005. Estimating illegal, unreported and unregulated catch in British Columbia's marine fisheries. *Fish. Res.*, 75: 40-55.
- Arias, M. & 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. <http://ageconsearch.umn.edu/bits/tream/6400/2/sp08ro20.pdf> (Reviewed: 27 September 2009).
- Barrowman, N.J. & 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 & C. Morales. 1999. New regulations in Chilean fisheries and aquaculture: ITQ's and territorial user rights. *Ocean. Coast. Manage.*, 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 & J.E. Wilen. 2007. TURFs and ITQs: collective vs. individual decision making. *Mar. Resour. Econ.*, 22: 391-406.
- Castilla, J.C. 2010. Fisheries in Chile: small pelagics, management, rights, and sea zoning. *B. Mar. Sci.*, 86(2): 221-234.
- Castilla, J.C. & O. Defeo. 2001. Latin American benthic shellfisheries: emphasis on co-management and experimental practices. *Rev. Fish. Biol. Fish.*, 11: 1-30.
- Castilla, J.C. & S. Gelcich. 2006. Chile: experience with management and exploitation areas for coastal fisheries as building blocks for large-scale marine management. Scaling up marine management, the role of marine protected areas. Environment Department, Sustainable Development Network-The World Bank. Report N° 36635-GLB: 45-57.
- Chávez, C., J. Dresdner, M. Quiroga, M. Baquedano, N. González & 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.
- Christy Jr., F.T. 1982. Territorial use rights in marine fisheries: definitions and conditions. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 227: 10 pp.
- Christy Jr., F.T. 1996. The death rattle of open access and the advent of property rights regimes in fisheries. *Mar. Resour. Econ.*, 11: 287-304.
- Christy Jr., F.T. 2000. Common property rights: an alternative to ITQs. In: R. Shotton, (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 Fish. Tech. Pap., 404/1: 118-135.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 2008. Fish Stat Plus Capdet data. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Fournier, D. & 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, Uppsala, 195 pp.
- Gallic, B.L. & A. Cox. 2006. An economic analysis of illegal, unreported and unregulated (IUU) fishing: key drivers and possible solutions. *Mar. Policy*, 30: 689-695.
- Gelcich, S., G. Edward-Jones & M.J. Kaiser. 2004. Importance of attitudinal differences among artisanal fishers toward co-management and conservation of marine resources. *Conserv. Biol.*, 19(3): 865-875.
- Gelcich, S., G. Edwards-Jones & M.J. Kaiser. 2007. Heterogeneity in fishers' harvesting decisions under a marine territorial user rights policy. *Ecol. Econ.*, 61: 246-254.
- Gelcich, S., N. Godoy & J.C. Castilla. 2009. Artisanal fishers' perceptions regarding coastal co-management policies in Chile and their potentials to scale-up marine biodiversity conservation. *Ocean. Coast. Manage.*, 52: 424-432.
- Gelcich, S., G. Edwards-Jones, M.J. Kaiser & E. Watson. 2005. Using discourses for policy evaluation: the case of marine common property rights in Chile. *Soc. Natur. Resour.*, 18: 377-391.
- González, J., W. Stotz, J. Garrido, J.M. Orensanz, A. Parma, C. Tapia & A. Zuleta. 2006. The Chilean turf system: how is it performing in the case of the loco fishery? *B. Mar. Sci.*, 78(3): 499-527.
- González, J., C. Tapia, A. Wilson, W. Stotz, J.M. Orensanz, A. Parma, J. Valero, M. Catrileo & J. Garrido. 2005. Bases biológicas para la evaluación y manejo de metapoblaciones de loco en la III y IV Regiones. Informe Final Proyecto FIP 2002-16: 338 pp.
- Gordon, H.R. & 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, 406 pp.
- Hauck, M. & N.A. Sweijd. 1999. A case study of abalone poaching in South Africa and its impact on fisheries management. *ICES J. Mar. Sci.*, 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, 107 pp.
- Izquierdo, L., J.M. Galán, J.I. Santos & R. del Olmo. 2008. Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. *EMPIRIA, Rev. Metodol. Cienc. Soc.*, 16: 85-112
- Larkin, S.L., G. Sylvia, M. Harte & K. Quigley. 2006. Optimal rebuilding of fish stocks in different nations: bioeconomic lessons for regulators. *Mar. Resour. Econ.*, 21: 395-413.
- Larrain, J. 2001. Identidad chilena. LOM Ediciones, Santiago, 274 pp.
- Leiva, G.E. & J.C. Castilla. 2002. A review of the world marine gastropod fishery: evolution of catches, management and the Chilean experience. *Rev. Fish. Biol. Fish.*, 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), 48 pp.
- 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. Beijing, 24 pp.
- López, H. 2008. The social discount rate: estimates for nine Latin American countries. World Bank, Policy Research Working Paper, 4639: 19 pp.
- Marín, A. & F. Berkes. 2010. Network approach for understanding small-scale fisheries governance: The case of the Chilean coastal co-management system. *Mar. Policy*, 34(5): 851-858
- Marín, A., S. Gelcich, G. Araya, G. Olea, M. Espíndola & J.C. Castilla. 2010. The 2010 tsunami in Chile: devastation and survival of coastal small-scale fishing communities. *Mar. Policy*, 34: 1381-1384.
- McShane, P.E. 1995. Recruitment variation in abalone: its importance to fisheries management. *Mar. Fresh. Res.*, 46: 555-570.
- Meltzoff, S., Y. Lichtensztajn & W. Stotz. 2002. Competing visions for marine tenure and co-management: genesis of a marine management area in Chile. *Coast. Manage.*, 30: 85-99.
- Ministerio de Planificación (MIDEPLAN). 2009. Encuesta de caracterización socioeconómica nacional (CASEN).

- Ministerio de Planificación, Gobierno de Chile, Santiago, 62 pp.
- Ministerio de Planificación (MIDEPLAN) 2011. Precios sociales para la evaluación social de proyectos. 6pp. Ministerio de Planificación y Cooperación de Chile. Disponible en: [www.gorecoquimbo.gob.cl/bpt/estandar\\_11/precios\\_sociales.pdf](http://www.gorecoquimbo.gob.cl/bpt/estandar_11/precios_sociales.pdf) Reviewed: 14 April 2013.
- Molinet, C. & C.A. Moreno. 2009. Distribución espacial de larvas veliger de *Concholepas concholepas* (Bruguiere) (Gastropoda, Muricidae) en el mar interior de la Patagonia Noroccidental, Chile. *Cienc. Tecnol. Mar*, 32(1): 71-82.
- National Fisheries Service (SERNAPESCA). 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: <ftp://ftp.fao.org/Fi/DOCUMENT/IPOAS/-national/chile/iuu.pdf>. Reviewed: 9 July 2013.
- Nielsen, J.R., P. Degnbola, K.K. Viswanathanb, M. Ahmedb, M. Harac & N.M.R. Abdullah. 2004. Fisheries co-management - an institutional innovation? Lessons from South East Asia and Southern Africa. *Mar. Policy*, 28: 151-160.
- Orensanz, J.M., A. Parma, G. Jerez, N. Barahona, M. Montecinos & I. Elias. 2005. What are the key elements for the sustainability of "S-fisheries"? Insights from South America. *B. Mar. Sci.*, 76(2): 527-556.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura & 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. FAO-MINAGRI, Santiago, 53 pp.
- Ortiz, M. & R. Levins. 2011. Re-stocking practices and illegal fishing in northern Chile (SE Pacific coast): a study case. *Oikos*, 120: 1402-1412.
- Palma, M. & C. Chávez. 2006. Normas y cumplimiento en áreas de manejo de recursos bentónicos - Estudio de caso en la región del Bío-Bío. *Estudios Públicos*, 103: 237-276.
- Parma, A., J.M. Orensanz, I. Elías & 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. In: S. Newman, J. Gaughan, G. Jackson, M. Mackie, B. Molony, J. St. John, & P. Kailola (eds.). *Towards sustainability of data-limited multisector fisheries*. Aust. Soc. Fish Biol. Work. Proc., Bunbury, Australia. Available in: <http://www.asfb.org.au/pubs/2001/07parma.htm>.
- Plagányi, É., D. Butterworth & A. Brandão. 2001. Toward assessing the South African abalone *Haliotis midae* using an age structure production model. *J. Shellfish Res.*, 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. *Fish. Res.*, 107: 221-232.
- Perez, E. & J.E. Chávez. 2004. Modelling short-term dynamic behaviour of the surf clam (*Mesodesma donacium*) fishery in northern Chile using static and dynamic catchability hypotheses. *Interciencia*, 29(4): 193-198.
- Prellezo, R., P. Accadia, J.L. Andersen, A. Little, R. Nielsen, B.S. Andersen, C. Röckmann, J. Powell & 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. *B. Mar. Sci.*, 75(2): 557-577.
- Quiroz, D. & H. Zumaeta. 1999. Ecología, historia y cultura en la Isla Mocha, Provincia de Arauco. In: D. Quiroz (ed.). *Isla Mocha*. Departamento de Antropología, Universidad de Chile, Santiago, pp. 1850-1994.
- Ruiz, J. 2009. Análisis sociológico del discurso: métodos y lógicas. *Forum: Qual. Soc. Res.*, 10(2): 1-32.
- Salas, S., R. Chuenpagdee, J.C. Seijo & A. Charles. 2007. Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fish. Res.*, 87: 5-16.
- Schumann, S. 2007. Co-management and "consciousness": Fishers' assimilation of management principles in Chile. *Mar. 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, 150 pp. Available in: [http://www.ferepabiobio.cl/xpdinam/db/archivos/descargas/1237320304/Colabo-raction\\_o\\_colision.pdf](http://www.ferepabiobio.cl/xpdinam/db/archivos/descargas/1237320304/Colabo-raction_o_colision.pdf).
- Smith, M.D. & J.E. Wilen. 2003. Economic impacts of marine reserves: the importance of spatial behavior. *J. Environ. Econ. Manage.*, 46: 183-206.
- Sobenes, C. & C. Chávez. 2009. Determinants of economic performance for coastal managed areas in central-southern Chile. *Environ. Dev. Econ.*, 14(6): 717-738.
- Sparre, P. & S. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1-Manual. FAO Doc. Téc. Pesca, 306/1: 420 pp.

- 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.
- Stotz, W., D.A. Lancelotti, D.J. Martínez, P. de Amesti & E. Pérez. 1991. Variación temporal y espacial del registro de juveniles recién asentados de *Concholepas concholepas* (Brugière, 1789) en e intermareal rocoso de la IV Región, Chile. *Rev. Biol. Mar. Valparaíso*, 26(2): 351-361.
- Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA). 2000. Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos: Documento de difusión N°2, Departamento de Pesquerías, Valparaíso, 13 pp.
- Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA). 2003. Áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos. Documento de Difusión N°1 (junio 2000 actualizado en junio 2003), Valparaíso, 11 pp.
- Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA). 2011. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 054-2011 Modificación de la veda biológica del recurso "loco", Regiones VII-XI, Valparaíso, 18 pp.
- Tailby, R. & 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 & M.I. Lépéz. 1996. Decision analysis applied to the fishery of *Concholepas concholepas* from central northern coast of Chile. *NAGA ICLARM Quarterly*, 19: 46-48.
- Townsend, R. 1995. Transferable dynamic stock rights. *Mar. Policy*, 19(2): 153-158.
- Villena, M. & C. Chávez. 2004. The economics of territorial use rights regulations: a game theoretic approach. Disponible en <http://www.economia.puc.cl/documentos/15abril.pdf> Reviewed: 27 September 2013.
- Yáñez, E., E. González, L. Cubillos, S. Hormazábal, H. Trujillo, L. Álvarez, A. Órdenes, M. Pedraza & G. Aedo. 2001. Chapter 10: Knowledge and research on Chilean fisheries resources-diagnosis and recommendations for sustainable development. In: R. Ommer, I. Perry, K.L. Cochrane & P. Cury & (eds.). *World fisheries: a social-ecological analysis*. Wiley-Blackwell, New York, pp. 168-181.

*Received: 3 January 2013; Accepted: 27 May 2014*

## APÉNDICE

### PAUTA DE LA ENTREVISTA SEMI-ESTRUCTURADA PARA INFORMANTE CLAVE

#### Objetivos de la entrevista

1. Evaluar la capacidad del Sindicato/O. Funcional de resistencia/preparación ante un desastre natural (terremoto-tsunami).
2. Evaluar la capacidad del Sindicato/O. Funcional de resistencia/preparación ante el efecto de las patentes por hectárea y el efecto de los robos/contrabando.

#### 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 pertenecientes al Sindicato ó la O. Funcional. Su participación tomará aproximadamente 3/4 h. Aunque se le pedirán datos personales, sólo se usarán para fines de ordenar la información recopilada. Los resultados serán anónimos.

Los resultados ayudarán a comprender con qué capacidades cuenta el Sindicato/O. Funcional para el proceso de recuperación del terremoto-tsunami, y cómo están preparados para afrontar los efectos del pago de patentes por hectárea y robos/contrabando.

Durante la entrevista se le pedirá opinión sobre ciertas afirmaciones relacionadas a la capacidad de resistencia/preparación del Sindicato/O. Funcional ante desastres naturales, así como se le harán preguntas relacionadas a la problemática del pago de patentes por hectárea, y los robos/contrabando.

Nombre: \_\_\_\_\_; Edad: \_\_\_\_\_;

Organización: \_\_\_\_\_; Cargo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_; Hora: \_\_\_\_\_; Parcela/Lote: \_\_\_\_\_; Reubicado: \_\_\_\_\_; F. cosecha AM: \_\_\_\_\_

1. Con las siguientes afirmaciones indique si está: (1) muy en desacuerdo; (2) en desacuerdo; (3) de acuerdo; (4) muy de acuerdo
  - a. El Sindicato/O. Funcional tiene la intención de seguir trabajando las AM's.
  - b. Las cosechas de 'loco', son la única forma que tiene el Sindicato/O. Funcional de conseguir plata para mantener las AM's.
  - c. Prefiero ver de cerca el manejo de las platas que hace el Sindicato/O. Funcional cuando se cosecha 'loco' de las AM's
  - d. Prefiero ver de cerca el manejo de las platas que hace el Sindicato/O. Funcional a lo largo del año.
  - e. Los socios van a apoyar al Sindicato/O. Funcional para superar los problemas de plata de las AM's.
  - f. Los socios van a apoyar al Sindicato/O. Funcional para superar los problemas de funcionamiento de las AM's.
  - g. Al Sindicato/O. Funcional le importan mis ideas sobre las AM's.
  - h. Estoy de acuerdo con la mayoría de decisiones de la directiva del Sindicato/O. Funcional sobre las AM's.
  - i. El 'comité de manejo' (o equivalente) conoce bien cómo manejar el recurso 'loco' en las AM's.
  - j. La plata que se gana con la venta del 'loco' es super importante como fuente de ingresos económicos para mi familia.
  - k. Le hago caso al reglamento del Sindicato/O. Funcional relacionado a las fechas de cosecha, cuotas y límites de tamaño de captura del 'loco'.
  - l. El Sindicato/O. Funcional piensa que es vital para continuar el trabajo con las AM's recibir ayuda de afuera (ej. botes, motores, plata del Gobierno).
  - m. El Sindicato/O. Funcional es un buen intermediario para pedir y repartir platas/materiales de ayuda.
  - n. El Sindicato/O. Funcional puede darse cuenta de cuáles son los socios más necesitados para darles primero a ellos la ayuda.
  - o. Como la producción de 'loco' en las AM's del Sindicato/O. Funcional cambia mucho, no se puede estimar cuánto se podrá cosechar el próximo año.
  - p. Las AM's del Sindicato/O. Funcional tienen suficiente hectáreas de fondo (son suficientemente grandes)
  - q. La cantidad de loco que se cosecha en las AM's del Sindicato/O. Funcional no producen suficiente cantidad de 'loco' para lo que necesito
  - r. Hay demasiados socios participando en las AM's del Sindicato/O. Funcional.
  - s. Me irá bien si decido retirarme de las AM's pero continúo en el Sindicato/O. Funcional
  - t. Me irá bien si decido retirarme de las AM's y también del Sindicato/O. Funcional.
  - u. Me irá bien si decido retirarme de las AM's, del Sindicato/O. Funcional y también de la pesca.
2. ¿Con qué actividad se está ganando la vida actualmente? si son varias, ordénelas por su importancia para Ud. (actividades agropecuarias o pesca para comercio local o para subsistencia, turismo/alojamiento, comercio, empleado público o particular, etc.)

3. ¿Qué tipo de pesca realiza? Si son varios, ordénelos por su importancia para Ud.? (recolección de algas, marisqueo por buceo, captura de crustáceos con trampa, pesca con anzuelos, pesca con redes, etc.). Liste las especies capturadas.
4. ¿Qué pérdidas sufrió a causa del pasado terremoto-tsunami? (personal, vivienda, embarcación, artes/aparejos, servicios sanitarios, servicios de salud, empleo, etc.)
5. ¿Cómo se han organizado en la isla para enfrentar los efectos del terremoto-tsunami? (cada familia por separado, junta de vecinos, sindicato/O. Funcional de pescadores, etc.) incluir filiación religiosa.
6. ¿Con qué instituciones/organizaciones tienen más coordinación hoy? Si son varias ¿las puede ordenar por su importancia para Ud.? (Carabineros, Armada, INDAP, Delegación Municipal, etc.)
7. ¿Qué institución cree que debe dirigir la reconstrucción de lo que afectó el terremoto-tsunami en la Isla? ¿por qué?
8. Apozamiento de 'loco' ¿Dónde se hace? ¿cuánto trabajo en mar se necesita?

Año	# embarcns	# buzos / embarcn	# días de faena	# prom. h / faena
2008	_____	_____	_____	_____
2007	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

¿quién lo costea? ¿Cuánto trabajo se necesita para re-embarcar el producto desde donde esta apozado?

9. ¿Ha observado robo de 'loco' en sus AM's? ¿quiénes lo realizan? ¿en qué época y cuántas veces al año? ¿cuándo empeora?
10. ¿Ha observado contrabando de 'loco' en sus AM's? ¿en qué época y cuántas veces al año? ¿cuándo empeora?
11. ¿Por qué cree que se produce el robo de 'loco' en sus AM's y cómo cree que se puede solucionar?
12. ¿Por qué cree que se produce el contrabando de 'loco' en sus AM's y cómo cree que se puede solucionar?
13. ¿Cómo han sido los robos y el contrabando de 'loco' en sus AM's en los últimos años?

ROBO en AM: _____				CONTRABANDO en AM: _____				
Unids.	Kg	Calibre (ó tallas)	%	Unids.	Kg	Calibre tallas)	(ó	%
2010	_____	____/____/____	____/____/____	2010	_____	____/____/____	____/____/____	____/____/____
2009	_____	____/____/____	____/____/____	2009	_____	____/____/____	____/____/____	____/____/____
2008	_____	____/____/____	____/____/____	2008	_____	____/____/____	____/____/____	____/____/____

14. ¿Sabe aprox. cuánto adeuda su Sindicato/O. Funcional por las patentes por hectárea que se cobran a las AM's?
15. ¿Cómo cree que le afectan las deudas por patentes por hectárea a la economía del Sindicato/O. Funcional?:
16. ¿Cómo cree que se puede solucionar el problema de las patentes por hectárea?
17. Si el Gobierno elimina las el pago de patente por hectárea ¿que deberían hacer ustedes con respecto a las AM's para sacarle más provecho?



18. Indique cuál es su nivel de ingresos mensual por estaciones (verano: ene-mar, otoño: abr-jun, invierno: jul-sep, primavera: oct-dic) de acuerdo a la siguiente escala en dólares norteamericanos:

- (A) menos de 195      (B) 195 - 389      (C) 390 - 584      (D) 585 - 778      (E) sobre 778

19. Después del terremoto-tsunami ¿qué cambios en la costa ha observado que puedan afectar al 'loco' (en la orilla visible y bajo el agua)?

20. ¿Le parece que la entrevista apunta bien a responder los objetivos de la investigación? ¿Qué sugiere para mejorarla?

Mapa de la isla que se muestra al entrevistado para que indique lugares y fechas (mes del año y en qué años) de varazones de jibia.

