



**“Programa para la consolidación de la Estrategia Pesquero  
Acuícola (EPA) del camarón de río del norte (*Cryphiops  
caementarius*) en la cuenca hidrográfica del Río Choapa”**

---

**Instituto de Fomento Pesquero  
Región de Coquimbo**



INSTITUTO DE  
FOMENTO  
PESQUERO



**Febrero / 2021 / 9no. Informe de Avance  
Incluye meses Noviembre, Diciembre 2020, Enero 2021**

---



INFORME DE AVANCE PROGRAMA			Fecha de emisión:
			18/02/2021
Fecha de inicio: 07/11/2018	Fecha de término: 06/04/2021	Nº de informe: 9	Duración: 29 meses
Nombre del Programa:	"Programa para la consolidación de la Estrategia Pesquero Acuícola (EPA) del camarón de río del norte ( <i>Cryphiops caementarius</i> ) en la cuenca hidrográfica del Río Choapa"		
Financiamiento:	Monto Total del programa:	M\$517.331	
	Aporte GORE:	Año 2018: M\$517.331	
	Aporte institución:	M\$36.502	
Institución Ejecutora:	Instituto de Fomento Pesquero		
Responsable del Programa:	Alejandro Dal Santo Cid		
Cargo:	Jefe Zonal III y IV Regiones - IFOP		
E-mail:	alejandrodalsanto@ifop.cl		
Fono:	+56 323311240		
Equipo del Programa:	Función Principal		
Alejandro Dal Santo Cid	Jefe de proyecto, encargado coordinación general y seguimiento de las actividades comprometidas		
Francisco Cárcamo Vargas	Jefe alterno de proyecto, encargado de coordinación y evaluación técnica general del proyecto		
Denisse Torres Avilés	Monitoreo y evaluación de la repoblación, recopilación de conocimiento tradicional o del sistema local		
Carlos Velásquez Gallardo	Caracterización ambiental cuenca, selección de sitios para la repoblación		
Álvaro Wilson Montecino	Modelación bio-económica y desarrollo plan de manejo pesquero		
Luis Henríquez Antipa	Selección de sitios para la repoblación, modelación de acciones de manejo integrado		
Yeriko Alanís Villalobos	Levantamiento de información de terreno, apoyo en actividades de siembra y monitoreo de la repoblación		
Edison Maureira Rojas	Contabilidad		
Rodrigo Leiva Arruez	Administración y Finanzas		

<b>Materia</b>	<b>ÍNDICE</b>	<b>Página</b>
1. Resumen del programa		3
2. Resumen del periodo		5
3. Actividades programadas y ejecutadas		6
4. Razones que explican las discrepancias entre actividades programadas y las efectivamente realizadas		10
5. Carta Gantt		11
6. Cuadro de antecedentes financieros		13
7. Gráfico Curva de avance físico v/s lo programado por trimestre		13
8. Metodología		14
8.2 Componente 1, actividad 2		14
8.4 Componente 1, actividad 4		16
8.5 Componente 1, actividad 5		18
8.6 Componente 1, actividad 6		19
8.7 Componente 2, actividad 7		23
8.8 Componente 2, actividad 8		27
8.13 Componente 4, actividad 13		29
8.15 Componente 4, actividad 15		43
8.19 Otras actividades, actividad 19		44
8.20 Otras actividades, actividad 20		44
9. Resultados e hitos		45
9.2 Componente 1, actividad 2		45
9.4 Componente 1, actividad 4		52
9.5 Componente 1, actividad 5		56
9.6 Componente 1, actividad 6		56
9.7 Componente 2, actividad 7		68
9.8 Componente 2, actividad 8		76
9.13 Componente 4, actividad 13		86
9.15 Componente 4, actividad 15		102
9.19 Otras actividades, actividad 19		102
9.20 Otras actividades, actividad 20		103
10. Impactos logrados a la fecha		103
11. Problemas enfrentados		103
12. Avance cumplimiento de Indicadores establecidos en Matriz de Marco Lógico		105
13. Programa del próximo periodo		115
14. Conclusiones y recomendaciones		116
15. Anexos		116

## 1. Resumen del programa:

Antecedentes del Programa: La pesca del camarón de río es una actividad extractiva ancestral del norte chico, no obstante, esta especie no es considerada recurso pesquero y los camaroneros no están incorporados en el Registro Pesquero Artesanal, no contando con una definición clara de su situación extractiva. Ríos como el Choapa, donde existe permanente extracción del recurso, corresponden a cuerpos de aguas donde la multiplicidad de usos, actores y las condiciones climáticas actuales (incluyendo el cambio climático) configuran un escenario complejo para la conservación, sustentabilidad del recurso y la actividad camaronera. Por otro lado, existen fundamentados antecedentes científicos y desarrollos tecnológicos que permiten consolidar una Estrategia Pesquero Acuícola (EPA) para disminuir la incerteza asociada a la sustentabilidad del recurso.

El programa se lleva a cabo principalmente en la Comuna de Illapel, Provincia del Choapa, región de Coquimbo. Se trabaja con dos organizaciones, el Sindicato de Trabajadores Independientes Camaroneros del Choapa y la Asociación de Productores y Extractores de Recursos Dulceacuícolas del Choapa A. G. La institución encargada de desarrollar el programa es el Instituto de Fomento Pesquero, que cuenta con el apoyo técnico del Laboratorio de Cultivo de Crustáceos del Departamento de Acuicultura de la UCN, quienes tienen una vasta experiencia en el cultivo y producción de camarón. Cuenta con una asesoría de apoyo a la implementación de un programa de capacitación y fortalecimiento organizacional para mejorar la gestión de los camaroneros y el manejo del recurso, apoyado, además, por una propuesta para el reconocimiento del camarón de río del norte como recurso pesquero por parte de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA).

Objetivo general del Programa: Consolidar la propuesta de EPA para el camarón de río del norte, considerando un enfoque ecosistémico, participativo e incorporando la transferencia tecnológica a nivel piloto para su cultivo y repoblación en la cuenca hidrográfica del río Choapa.

### Objetivos específicos del Programa:

Objetivo específico 1. Producir juveniles de camarón de río en laboratorio, considerando la obtención de hembras con huevos y la evaluación de la reproducción natural en el río Choapa.

Objetivo específico 2. Realizar acciones de repoblación en el río Choapa, con juveniles de camarón de río producidos en laboratorio, considerando su marcaje y seguimiento y la selección de sitios aptos en el río Choapa.

Objetivo específico 3. Implementar una base de datos genéticos que contenga información del camarón de río del norte, como referencia para la identificación de los juveniles liberados en el río Choapa.

Objetivo específico 4. Desarrollar un plan de transferencia tecnológica que considere la etapa de engorda de camarón de río en sistemas integrados de cultivo y la repoblación en el río Choapa.

Objetivo específico 5. Desarrollar un programa de capacitación para las organizaciones de camaroneros del Río Chopapa, que considere aspectos organizacionales, administrativos de la pesquería, acuicultura de pequeña escala en sistema integrados y de conservación de recursos naturales, entre otros temas prioritarios.

Objetivo específico 6. Proponer un programa de manejo integrado para el camarón de río del norte en el río Choapa, que considere como elementos clave la acuicultura de

pequeña escala, la pesquería y el repoblamiento bajo un enfoque ecosistémico y participativo.

Enfoque de trabajo e investigación: Se ha demostrado que el trabajo colectivo y participativo entre entidades privadas y públicas orientado al aumento de la productividad del sector pesquero artesanal es posible y, puede ser replicable en recursos hidrobiológicos continentales como el camarón de río. De igual forma, la integración entre conocimiento científico y el empírico o tradicional es vital para la consolidación de una estrategia que permitiría alcanzar objetivos económicos, de sustentabilidad del recurso y la actividad, así como, del desarrollo social de los usuarios directos.

El trabajo a realizar se basa en los principios precautorios del manejo y en el enfoque ecosistémico, que considera las diversas dimensiones y variables que afectan al recurso. Dicho enfoque es fuertemente sugerido para abordar la complejidad ambiental asociada a la explotación y manejo de recursos naturales.

Etapas y principales actividades del Programa: Para el logro del objetivo general del programa, su desarrollo se ha configurado en 4 etapas que se describen brevemente a continuación.

**Etapas 1. Cultivo y Repoblación del camarón de río.** Considera la producción de juveniles de camarón en laboratorio, los que serán marcados y sembrados en sitios aptos previamente definidos, para luego ser monitoreados y evaluados en cuanto al éxito de la repoblación. Los sitios serán seleccionados, considerando tanto la información existente (áreas de explotación, hidrodinámica, fluviometría del río, protección de los sectores, conocimiento tradicional del sistema local, y sitios de liberación utilizados en proyectos de repoblación anteriores) como la información ambiental y productiva levantada en el presente estudio (caracterización del río). Los potenciales sitios de repoblación serán evaluados en cuanto a su idoneidad de uso considerando factibilidad técnica y legal. Adicionalmente, se implementará una base de datos genéticos que contenga información del camarón, como referencia para la identificación de los juveniles liberados en el río Choapa

**Etapas 2. Transferencia Tecnológica del Cultivo y Repoblación del camarón de río.** Considera la transferencia de tecnologías mediante la participación y capacitación de los camaroneros en los diversos aspectos y fases del cultivo y repoblación del camarón, y mediante la implementación de módulos de cultivo de engorda del camarón en un sistema con recirculación de agua y la integración del cultivo con hortalizas. Se considera definir la viabilidad técnica, comercial y económica para este sistema de cultivo.

**Etapas 3. Capacitación y Fortalecimiento Organizacional.** Considera el diseño y ejecución de un programa de capacitación y fortalecimiento organizacional para los camaroneros del río Choapa que apunte a mejorar las competencias y capacidades para fortalecer la gestión organizacional y el manejo de sus recursos, así como también, facilitar la incorporación de innovaciones como son las tecnologías de cultivo y repoblación. El programa se enmarca en un enfoque socio-constructivista, por lo tanto, el perfil de competencias no es una plantilla preestablecida que corresponde a la naturaleza del quehacer de los camaroneros, sino que es un perfil que se construye y ajusta en base a las particularidades de los participantes, el contexto, lo que se desea lograr y las condiciones iniciales en que se parte el programa. Tentativamente se consideran los siguientes módulos, cuyos contenidos serán trabajados y consensuados con el equipo de trabajo y con los propios camaroneros: Fortalecimiento Organizacional (incluyendo un taller sobre certificación de competencias laborales), Liderazgo, Administración (registros y archivo), Formalización empresarial, Comercialización, Contabilidad y finanzas, Planificación y Formulación de proyectos productivos.

**Etapas 4. Plan de manejo integrado para el camarón en la cuenca del río Choapa.** Considera la elaboración de un plan de manejo integrado para el camarón en la cuenca del río Choapa que dé cuenta de la complejidad ambiental, de actores y presiones sobre el río y el recurso. Para su logro se contemplan las siguientes actividades, todas con un fuerte énfasis participativo en su desarrollo: a) Modelación conceptual participativa para el camarón de río; b) Recopilación de conocimiento tradicional sobre la pesquería y ecología del camarón; c) Modelación bio-económica de la pesquería y repoblación del camarón; d) Recopilación de antecedentes para formalizar pesquería; e) Plan de manejo pesquero para el camarón de río en el río Choapa; y f) Modelación de acciones y escenarios de manejo integrado para el camarón.

Gobernanza del Programa: Se propone la formación de un comité o mesa multisectorial (regional-provincial) que otorgue facilidades para el desarrollo y autorizaciones de las diversas actividades propuestas, su control y seguimiento. Se proponen reuniones cada 3 o 4 meses con el Comité para presentar los avances del programa, así como también resolver problemáticas asociadas a su desarrollo. Es importante indicar que la periodicidad de las reuniones será coordinada con el Gobierno Provincial del Choapa.

## **2. Resumen del período:**

En este noveno trimestre se ha continuado con diversas gestiones administrativas para la obtención de permisos, y de este modo dar operatividad a las actividades planificadas del programa. Entre los hitos más relevantes este trimestre se encuentra la finalización de las actividades de registro pesquero, implementación de base de datos genéticos del camarón de río, modelación bio-económica de la pesquería y repoblación del camarón en el río Choapa, página web programa y realización video programa.

Se ha continuado sin problemas con la ejecución de las actividades de terreno con las organizaciones camaroneras, a pesar de las restricciones sanitarias derivadas de la pandemia COVID-19. También se ha avanzado significativamente con los trabajos del desarrollo del tercer ciclo de cultivo larval para repoblación, capacitación y trabajo participativo en cultivo y repoblación del camarón de río, e Implementación de módulos de cultivo integrado para el camarón de río, a cargo de la Universidad Católica del Norte. El resto de las actividades se encuentran en plena ejecución de acuerdo al cronograma.

Es importante mencionar que a la fecha aún persisten problemas de coordinación y ejecución de actividades con uno de los beneficiarios directos del programa, el Sindicato de Trabajadores Independientes Camaroneros del Choapa, debido a conflictos internos en el funcionamiento de la Organización que comprometen el avance de actividades como jornadas de capacitación. Por otra parte, se ha continuado con las gestiones atinentes al comodato de terreno para la implementación de sistemas de cultivo integrados y piletas de engorda para la Asociación Gremial de Camaroneros. Las actividades comprometidas para ambas organizaciones son claves en la gestión y manejo del recurso camarón en el Choapa por parte de los usuarios directos. Respecto a la gira tecnológica a Perú, esta no podrá ser realizada debido a las restricciones sanitarias de las autoridades peruanas, por lo que se buscará una actividad alternativa la cual será consensuada con los beneficiarios e informada a la contraparte técnica del Gobierno Regional de Coquimbo.

En este contexto y en el marco de la solicitud del Consejo Regional de Coquimbo sobre el estado de avance del Programa en enero 2021, se informa que en general, el programa se ha ejecutado de manera satisfactoria y acorde al plan y cronograma de actividades, pese a los conflictos arriba mencionados (ver **Anexo 1**).

### 3. Actividades programadas y ejecutadas:

Componente	N° Actividad	Actividades Programadas	Actividades Ejecutadas	Discrepancias	% de avance Físico
<b>1. Cultivo y Repoblación del camarón de río</b>	1. Obtención y caracterización de reproductores de camarón de río	1. Solicitud de Pesca de Investigación 1	Ejecutada	No	100%
		2. Contratación Consultoría Universidad Católica del Norte	Ejecutada	No	100%
		3. Obtención de reproductores del río Choapa para cultivos	Ejecutada	No	100%
	2. Producción de larvas y juveniles de camarón de río en laboratorio	1. Contratación Consultoría Universidad Católica del Norte	Ejecutada	No	100%
		2. Habilitación de laboratorios de cultivo de crustáceos	Ejecutada	No	100%
		3. Desarrollo de tres ciclos de cultivo larval de camarón de río del norte	En ejecución	No	85%
		4. Obtención de juveniles y desarrollo de la etapa de pre-cría	En ejecución	No	75%
	3. Selección de sitios aptos para la repoblación del camarón de río en el río Choapa	1. Caracterización ambiental del río	Ejecutada	No	100%
		2. Selección de sitios para repoblación	Ejecutada	No	100%
		3. Desarrollo de indicador de aptitud de hábitat para selección sitios	Ejecutada	No	100%
	4. Marcaje y siembra de juveniles de camarón de río producidos en laboratorio	1. Marcaje de juveniles	Ejecutada	No	100%
		2. Cosecha y transporte de los juveniles marcados al río	En ejecución	No	70%
		3. Siembra de juveniles en sitios seleccionados	En ejecución	No	70%
	5. Monitoreo y evaluación de la repoblación de camarón de río	1. Solicitud de Pesca de Investigación 2	Ejecutada	No	100%
		2. Solicitud de permiso de repoblación	Ejecutada	No	100%

		3. Evaluación directa de la población de camarón de río en el río Choapa	En ejecución	No	90%
		4. Marcaje y recaptura	En ejecución	No	90%
		5. Monitoreo de la repoblación de juveniles de camarón de río	Ejecutada	No	90%
		6. Generar registro pesquero	Ejecutada	No	100%
	6. Implementación de una base de datos genéticos del camarón de río	1. Generación de librería genómica	Ejecutada	No	100%
		2. Validación de la base de datos genéticos	Ejecutada	No	100%
<b>2. Transferencia tecnológica del Cultivo y Repoblación del camarón de río</b>	7. Capacitación y trabajo participativo en cultivo y repoblación del camarón de río	1. Primer ciclo de capacitación en temáticas básicas sobre técnicas sobre cultivo de camarón y cultivos integrados	En ejecución	No	85%
		2. Segundo ciclo de capacitación en temáticas básicas sobre técnicas sobre cultivo de camarón y cultivos integrados	En ejecución	No	30%
	8. Implementación de módulos de cultivo integrado para el camarón de río	1. Implementación de módulos demostrativos de cultivo integrado	En ejecución	No	55%
		2. Estudio de pre-factibilidad técnico, económico y legal para la instalación de estanques de cultivo engorda	En ejecución	No	50%
		3. Desarrollo plan para la transferencia tecnológica vinculada a la actividad de producción de camarón de río, engorda y cultivos integrados	En ejecución	No	45%
<b>3. Capacitación y Fortalecimiento</b>	9. Diseño del programa de capacitación	1. Contratación Consultoría en Desarrollo Capacitación	Ejecutada	No	100%



<b>to Organizacion al</b>		Organizacional (Centro de Estudios de Sistemas Sociales- CESSO) 1			
		2. Reuniones de trabajo y coordinación con IFOP	Ejecutada	No	100%
		3. Coordinación con organizaciones de camaroneros	Ejecutada	No	100%
		4. Diseño de Programa de Capacitación	Ejecutada	No	100%
	10. Ejecución del programa de capacitación	1. Ejecución del Programa de Capacitación	Ejecutada	No	100%
		2. Evaluación de Aprendizajes	Ejecutada	No	100%
<b>4. Plan de manejo integrado para el camarón de río del norte en la cuenca del río Choapa</b>	11. Desarrollo modelo conceptual participativo para el camarón	1. Revisión de literatura	Ejecutada	No	100%
		2. Recopilación de información primaria	Ejecutada	No	100%
		3. Modelo ecosistémico conceptual para el camarón en el río Choapa	Ejecutada	No	100%
	12. Recopilación de conocimiento tradicional sobre la pesquería y ecología del camarón de río	1. Diseño y validación de instrumento de recolección de datos	Ejecutada	No	100%
		2. Aplicación del instrumento	Ejecutada	No	100%
		3. Análisis de la información	Ejecutada	No	100%
	13. Modelación bio- económica de la pesquería y repoblación del camarón en el río Choapa	1. Recopilación y análisis de información	Ejecutada	No	100%
		2. Contratación consultoría modelación bio- económica	Ejecutada	No	100%
		3. Construcción del sub-modelo de población natural	Ejecutada	No	100%
		4. Parametrización y trabajo cuantitativo 1	Ejecutada	No	100%
		5. Construcción del sub-modelo productivo	Ejecutada	No	100%

		(hatchery/Piscina/acuaponía)			
		6. Parametrización y trabajo cuantitativo II	Ejecutada	No	100%
		7. Construcción del modelo bio-económico integrado	Ejecutada	No	100%
		8. Evaluación de escenarios y estrategias de explotación y manejo	Ejecutada	No	100%
	14. Recopilación de antecedentes para formalizar pesquería camarón en el río Choapa	1. Presentación de programa a autoridades sectoriales regionales y nacionales	En ejecución	No	50%
		2. Generación de portafolio con documentación	Ejecutada	No	100%
		3. Propuesta para el reconocimiento y formalización del recurso camarón y su actividad extractiva	Ejecutada	No	100%
		4. Taller de trabajo sobre el ordenamiento de la pesquería	No ejecutada	Si	0%
	15. Desarrollo de un plan de manejo pesquero para el camarón de río en el río Choapa, validando la estrategia Pesquero Acuícola sobre la que se desarrolla el presente proyecto	1. Contratación consultoría en apoyo en elaboración Plan de manejo (Centro de Estudios de Sistemas Sociales-CESSO) 2.	Ejecutada	No	100%
		2. Describir con participación de los usuarios la pesquería del camarón en el Río Choapa.	Ejecutada	No	100%
		3. Realizar un análisis de actores del sistema relacionado con la actividad camaronera del Río Choapa.	Ejecutada	No	100%
		4. Diseñar una estrategia y plan de trabajo, para la formulación del plan de manejo.	Ejecutada	No	100%

		5.Describir las cadenas productivas y la formalidad de la actividad pesquera extractiva.	Ejecutada	No	100%
		6.Evaluación de riesgos ecológicos	Ejecutada	No	100%
		7. Talleres participativos con los usuarios para la elaboración del plan de manejo	En ejecución	No	80%
		8.Gira tecnológica Arequipa**	No ejecución	Si	0%
	16. Modelación de acciones y escenarios de manejo integrado para el camarón en el río Choapa	1. Construcción del modelo	Ejecutada	No	0%
		2. Modelación de escenarios y acciones de manejo	En ejecución	No	0%
	17. Propuesta de plan de manejo integrado para el camarón en la cuenca del río Choapa	1. Generación de propuesta de plan de manejo integrado	No ejecutada	No	0%
		2. Presentación y socialización de propuesta a actores relevantes	No ejecutada	No	0%
<b>Otras Actividades</b>	18. Reuniones de Comité técnico-operativo Programa	1. Formación del Comité	Ejecutada	No	100%
		2. Reuniones del Comité multisectorial	En ejecución	No	30%
	19. Reuniones del Equipo Técnico	1. Reuniones equipo técnico ejecutor	En ejecución	No	100%
	20. Talleres de difusión	1. Talleres de difusión	En ejecución	No	60%
		2. Página web programa	En ejecución	No	100%
		3. Realización video programa	En ejecución	No	100%

\*\* Esta actividad no podrá ser realizada debido a las restricciones sanitarias de las autoridades peruanas.

- 4. Razones que explican las discrepancias entre actividades programadas y las efectivamente realizadas:** Se solicita justificar aquellas actividades que sí presenten discrepancias, según lo indicado en cuadro del punto 3.

Componente	N° Actividad	Actividades Programadas	Razones discrepancias
<b>4. Plan de manejo integrado para el camarón de río del norte en la cuenca del río Choapa</b>	14. Recopilación de antecedentes para formalizar pesquería camarón en el río Choapa	4. Taller de trabajo sobre el ordenamiento de la pesquería	A pesar de los esfuerzos coordinados entre el ejecutor, la Gobernación provincial y los propios beneficiarios, no ha sido posible realizar, durante este periodo, los talleres de difusión del plan de ordenamiento y manejo del recurso, con los grupos faltantes de cada organización beneficiaria. Lo anterior por la falta de disponibilidad temporal de salones o locales adecuados de reunión que cumplan los requerimientos sanitarios y administrativos del propio proyecto. Se espera desarrollar estos talleres durante el mes de marzo.
	15. Desarrollo de un plan de manejo pesquero para el camarón de río en el río Choapa, validando la estrategia Pesquero Acuicola sobre la que se desarrolla el presente proyecto	8. Gira tecnológica Arequipa	<p>-No es posible realizar esta actividad, debido a las medidas sanitarias restrictivas y prórroga del estado de emergencia decretada por las autoridades peruanas (nivel de Alerta extremo), producto de la Pandemia COVID-19. (ver <b>Anexo 2</b>).</p> <p>Si bien es posible viajar e ingresar al país vecino vía aérea, la actividad se hace inviable debido a que se impone una cuarentena obligatoria por 14 días para las personas que ingresan al país, a lo que se suma las restricciones de movilización, actividades permitidas y horarias establecidos, entre otras.</p> <p>Por otro lado, la presidenta de una de las organizaciones beneficiarias, (El sindicato de camaroneros de Illapel) nos comunicó vía telefónica, que su organización no participará de esta actividad dado el contexto de pandemia.</p>

## 5. Carta Gantt

- ❖ Verde (actividades finalizadas, con aprobación de informe técnico de avance por el Gobierno Regional).
- ❖ Amarillo (actividades realizadas en el periodo a informar).
- ❖ Rojo (actividades retrasadas, según carta Gantt presentada en el programa aprobado).

### 5.1. Nueva Carta Gantt aprobada hasta abril 2021 (ver Anexo 1).

ACTIVIDAD	N	D	E	3	4	2018												2019												2020												21	22		23	24
	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A																
Etapa 1. Cultivo y Repoblación del camarón de río																																														
1. Obtención y caracterización de reproductores																																														
2. Producción de larvas y juveniles en laboratorio																																														
3. Selección de sitios aptos para repoblación																																														
4. Marcaje y siembra de juveniles producidos en laboratorio																																														
5. Monitoreo y evaluación de la repoblación																																														
6. Implementación base de datos genéticos del camarón de río																																														
Etapa 2. Transferencia Tecnológica del Cultivo y Repoblación del camarón de río																																														
7. Capacitación y trabajo participativo cultivo y repoblación																																														
8. Implementación de módulos de cultivo integrado																																														
Etapa 3. Capacitación y Fortalecimiento Organizacional																																														
9. Diseño del programa de capacitación																																														
10. Ejecución del programa de capacitación																																														
Etapa 4. Plan de manejo integrado para el camarón en la cuenca del río Choapa																																														
11. Desarrollo modelo conceptual participativo para el camarón																																														
12. Recopilación de conocimiento tradicional camarón																																														

[illegible]

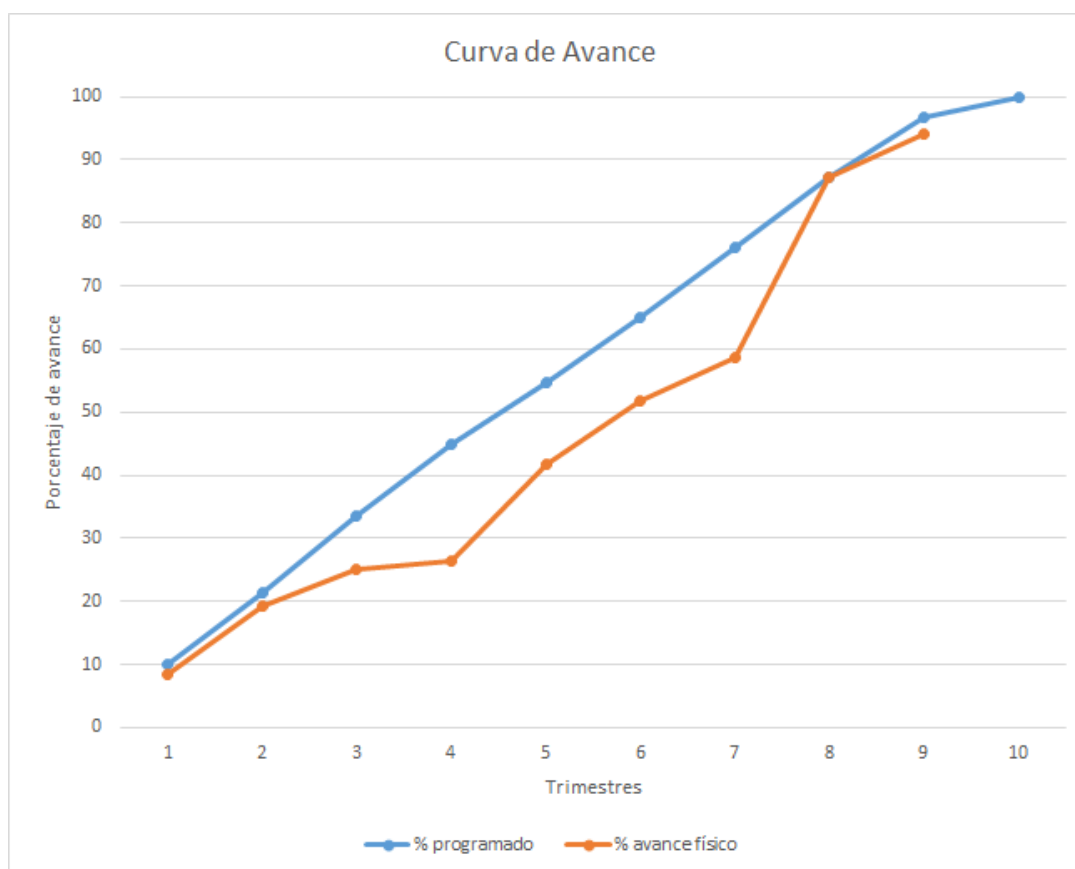
## 6. Cuadro de antecedentes financieros:

Actividades realizadas*	Ítem al cual corresponde la actividad	Gasto realizado en el periodo	Gasto acumulado a la fecha	Presupuesto de la actividad**	% de ejecución financiera
3, 5, 11, 12, 13, 14, 15	Contratación del programa	\$15.475.328	\$130.105.637	\$135.946.600	95,7
1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 15	Consultorías	\$1.575.000	\$276.864.800	\$298.514.000	92,7
1, 3, 5, 11, 12, 14, 15	Gastos Generales	\$6.406.198	\$53.790.060	\$66.642.600	80,7
N/A	Gastos administrativos	\$600.668	\$13.107.214	\$16.227.800	80,8

\* Se indican las actividades en ejecución asociadas a gastos en los diferentes ítems presupuestarios. Numeración de actividades corresponde a las actividades principales indicadas en Sección 3 y Cronograma de Actividades.

\*\*Se indica presupuesto por ítem, dado que el presupuesto inicial no fue calculado por actividad.

## 7. Gráfico Curva de avance físico v/s lo programado por trimestre:



## 8. Metodología

### Componente 1.- Cultivo y repoblación del camarón de río

#### 8.2. Actividad 2. Producción de larvas y juveniles de camarón de río en laboratorio

##### Actividad 2.3. Desarrollo de tres ciclos de cultivo larval de camarón de río del norte

Porcentaje de avance: 85%

Fecha de Inicio-Término: marzo 2019 - marzo 2021

Metodología: Los cultivos larvarios se han desarrollado en base a la captura de hembras con huevos del río. Con la clasificación de las hembras, de acuerdo al estado de desarrollo embrionario de sus huevos, se inicia la programación del cultivo, en espera de la eclosión de los huevos y cosecha de larvas zoea 1, que es el primer estadio de desarrollo.

El protocolo para la mantención de hembras con huevos indica las siguientes actividades que han sido llevadas a cabo en el tercer ciclo de cultivo:

1. Verificación de la condición de las hembras, en que se evidencie que no existe pérdida de apéndices, daños corporales y pérdida de huevos por desprendimiento.
2. Registro de peso y talla de las hembras.
3. Determinación y clasificación de las hembras según estadio de desarrollo embrionario de los huevos.
4. Para este ciclo de cultivo, al igual que en los anteriores, la mantención de las hembras con huevos en estanques individualizados: Estadio de desarrollo embrionario 1-2, estadio 3 y estadio 4 (**Fig. 1**). Puede que en algunos casos existe estadios intermedios. Los estadios de desarrollo de los huevos se evalúan cada dos días para revisar su evolución.
5. Diariamente, en la mañana, se observa la presencia o no de larvas en los estanques de mantención de las hembras. En caso de ser positivo, las larvas son cosechadas con tamiz de 200 micrones y son traspasadas desde el agua dulce de mantención de las hembras y son sembradas en los estanques de cultivo para larvas a una salinidad de 20 psu.



**Figura 1.** Estanques para la mantención de hembras con huevos (año 2020-2021) destinadas al tercer cultivo de larvas de camarón de río.



Las capturas de las hembras con huevo fueron realizadas considerando la autorización de pesca de investigación obtenida por la UCN, Res. Ex. N° 3674 de diciembre de 2019. Para ello, el trabajo se realizó con el apoyo de las dos organizaciones de camaroneros, las que, a través de sus respectivas presidentas, se organizó los grupos de 5 a 6 personas, quienes con su trabajo de captura de las hembras con huevos en el río apoyaron la actividad. Los camaroneros trabajan aproximadamente unas dos a cuatro horas en el río y capturan las hembras con huevos, las cuales son revisadas en su condición, se toma una muestra para pesaje en terreno y luego se embalan en contenedores acondicionados con un ambiente húmedo, con esponja y hierbas acuáticas para conformar una cama donde se mantienen las hembras en un ambiente húmedo y frío. De esta manera son trasladadas a la universidad, en un viaje de 3,5 horas.

Una vez en la universidad, las hembras son revisadas cada una y evaluada su condición y supervivencia al transporte. Luego son mantenidas en un estanque común de recepción, para al día siguiente revisar si hubo procesos de muda. Las hembras son clasificadas según el estado de desarrollo de los huevos en 4 categorías, tomando una muestra de huevos del abdomen de cada ejemplar y observándolos al microscopio. En la muestra se evalúa la integridad de la masa ovígera, la coloración de los huevos, la presencia del embrión, el nivel de desarrollo embrionario, la observación del grado de desarrollo de los ojos, los latidos del corazón y los movimientos de la larva, así como la cantidad de vitelo, entre otros indicadores.

Este trabajo implica una coordinación específica, ya que la captura debe realizarse considerando que el tiempo de extracción de los camarones del agua más el tiempo de transporte no se prolongue más de lo necesario para resguardar la integridad de las hembras con huevos y su supervivencia (**Fig. 2**).



**Figura 2.** Captura de hembras con huevos. Actividad realizada con los camaroneros

De manera previa a la captura, se gestionó la guía de despacho por parte de la UCN que se informa al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura para su visación. Con ello, se procede a desarrollar la actividad considerando la normativa asociada, debido a que la captura de hembras con huevos debe realizarse solo con una autorización de pesca de investigación. Estos ejemplares ingresan así a la estadística de camarones existentes en la UCN, la cual debe ser actualizada cada mes.

Para la implementación del tercer ciclo de cultivo, se utilizaron 12 estanques de cultivo de color negro y forma cilindro cónico de 250 L. Se utiliza agua filtrada a un micrón absoluto a una temperatura constante de 25° C y una salinidad de 20 psu. Además de una densidad de siembra de 80 a 100 larvas L<sup>-1</sup> y una dieta conformada por alimento vivo consistente en nauplios de *Artemia franciscana*. Adicionalmente, se utiliza una dieta formulada consistente en flan preparado con huevos, leche, carne de jibia y langostinos, proporcionada a partir del estado de zoea 4. La cantidad de alimento está especificada para cada estado de desarrollo, según tabla de alimentación especificada para todos los ciclos de cultivo del proyecto (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Alimentación de referencia entregada a las larvas

Tipo de alimento	Cantidad promedio	Raciones
<i>Artemia franciscana</i> (Según estadio de desarrollo larvario y consumo de alimento)	5 a 20 nauplios /mL	3 raciones al día
Flan (Según estadio de desarrollo larvario, se ajusta según consumo de alimento y plan de recambios de agua, 50 o 100%)	2,6 a 6,0 gr. por estanque	2 raciones al día

#### **Actividad 2.4. Obtención de juveniles y desarrollo de la etapa de pre-cría**

Porcentaje de avance: 75%

Fecha de Inicio-Término: marzo 2019 - marzo 2021

Metodología: Los juveniles se alimentan solo con una dieta constitutiva de flan y alimento pelletizado para trucha (45% de proteínas). Las raciones van desde 5 a 10 % de la biomasa de camarones. Por lo cual el plan de alimentación se va ajustando de acuerdo al crecimiento, supervivencia y consumo de alimento.

La mantención de los juveniles, producidos en el tercer ciclo de cultivo se realizará en 4 estanques rectangulares de 1,5 m<sup>2</sup>, debido a que en esta etapa se requiere disponer de una superficie adecuada para mantenerlos y generar la reducción de la salinidad del agua hasta alcanzar un valor de agua dulce. En esta condición ambiental, podrán ser liberados en el río. Esta etapa conlleva el plan de alimentación, recambio de agua, control de los parámetros físicos (temperatura) y químicos del agua (pH, Oxígeno disuelto). Es importante considerar que estos ejemplares no serán marcados, debido a que no será posible desarrollar la etapa de pre-cría, que permite su crecimiento para marcaje (10 mm de LC). No obstante, si se llevará a cabo el proceso de aclimatación al agua. Esta aclimatación implica la reducción gradual de la salinidad desde 20 psu hasta 2 psu y luego 0 psu.

Los camarones obtenidos en el tercer ciclo, deberán cubrir la diferencia de camarones comprometidos originalmente, más aquellos destinados para los sistemas de cultivo, según lo comprometido (8.000). Además, se agregaría una cantidad adicional de 5.000 ejemplares destinados a un nuevo evento de repoblación, a realizarse en marzo de 2021.

#### **8.4. Actividad 4. Marcaje y siembra de juveniles de camarón de río producidos en laboratorio.**

##### **Actividad 4.1. Marcaje de juveniles.**

Porcentaje de avance: 100%

Fecha de Inicio-Término: octubre 2019 – octubre 2020

Metodología: Los juveniles producidos en este tercer cultivo, no serán marcados, debido a que serán de pequeño tamaño para el implante utilizado, el cual requiere de un tamaño de 10 mm de LC, para poder utilizar el implante de elastómero visible.

#### **Actividad 4.2. Cosecha y transporte de los juveniles marcados al río.**

Porcentaje de avance: 70%

Fecha de Inicio-Término: octubre 2020 – marzo 2021

Metodología: La actividad de cosecha y transporte se realizará en marzo del 2021 y de acuerdo a los protocolos ya establecidos. La actividad será coordinada con los camaroneros ya que ellos son los encargados de realizar la siembra en el río. Mientras que la autorización para repoblar es la que cuenta IFOP. Para ello se solicita una guía para visar el traslado de los camarones al río. Desde las instalaciones de la UCN. También se informa la estadística de existencia de camarones al Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura.

#### **Actividad 4.3. Siembra de juveniles en sitios seleccionados.**

Porcentaje de avance: 70%

Fecha de Inicio-Término: octubre 2020 – marzo 2021

Metodología: La siguiente actividad de siembra se realizará en marzo del 2021 y de acuerdo a los protocolos ya establecidos y aplicado en el evento de repoblación de octubre del 2020.

Esta actividad será programada de acuerdo a los sitios seleccionados por IFOP, considerando además la situación hídrica de la cuenca. Se contará con la participación de los camaroneros de ambas organizaciones quienes realizan la siembra en el río.

Se sugiere que los sitios seleccionados puedan contar con un nivel mayor de resguardo, debido a que deben contar con una cierta protección por el tránsito de personas y vehículos por el sector, como ocurre en Puente Negro.

De acuerdo a la experiencia para el repoblamiento, considerando la buena adaptación al medio natural que presentan los juveniles producidos en laboratorio, se sugiere que un lugar y el repoblamiento propiamente tal, debiera considerar los siguientes aspectos que se consideran validados en cuanto a que son la base de un programa aplicado al camarón de río:

1. El Sitio o zona de para el repoblamiento debe ser de preferencia cercana al sitio dese donde se obtuvieron las hembras con huevos. Al menos diferenciar zona alta, media y baja del río, tomando como área total la distribución de los camarones en la cuenca seleccionada.
2. En el lugar seleccionado debe asegurar la permanencia del agua en un flujo constante y permanente, asegurando que haya un recambio y oxigenación producto del caudal de agua. Con una profundidad media de al menos unos 30 a 50 cm. Si fuera necesario, se podrá tomar muestras de agua para determinar su calidad. La normativa asociada es la referida a la vida acuática.
3. Disponibilidad de un ambiente rico en plantas acuáticas, que sirven de refugios y como fuente directa e indirecta de alimentación. Con presencia de piedras en el fondo que sirven también de refugios y de superficie para la adhesión de materia orgánica y presencia abundante de micro invertebrados y plancton que es la base alimenticia de los camarones juveniles en crecimiento.

4. El lugar debe tener un acceso restringido a turistas, vehículos y trabajos ribereños que puedan alterar la condición natural del sector.
5. Lugar que permita ser monitoreado en diversas épocas, para realizar el seguimiento de los camarones marcados y su desplazamiento río arriba o río abajo del lugar de liberación.
6. Considerar que el sitio de la liberación debe considerar su entorno cercano y entorno mediano. Se recomienda una distancia de resguardo de unos 2 a 3 km alrededor del sitio de liberación.
7. De preferencia contar con una línea base previa de la población natural existente en la zona, principalmente para determinar las diferencias de tamaño entre los juveniles sembrados y la población residente.
8. Considerar la posibilidad de realizar siembras más específicas considerando una proporción de machos y hembras de 1:1 hasta de 1:3, teniendo en cuenta que un macho puede reproducirse con más de una hembra en la temporada y que una hembra puede ser portadora de huevos al menos unas dos veces en la temporada. Para ello, es necesario determinar el sexo de los camarones y generar la proporción requerida de la producción total obtenida. La determinación del sexo es factible determinarlo en ejemplares de un tamaño mayor a 1,5 cm de LC.
9. Considerar que los camarones sembrados alcanzarán la primera madurez sexual en el primer año de vida en el río.
10. Una vez liberados los juveniles de camarón en el río, a la siguiente estación de primavera y verano, se podrá observar hembras con huevos marcadas, que es la evidencia primaria del aporte de la repoblación al stock de camarones en el río. La evaluación en una segunda instancia, es identificar hembras con huevos que hayan sido fecundadas por machos marcados. Para ello, la información genética de las madres que dieron origen a los camarones sembrados (lo que constituye una familia), es relevante para hacer este seguimiento.

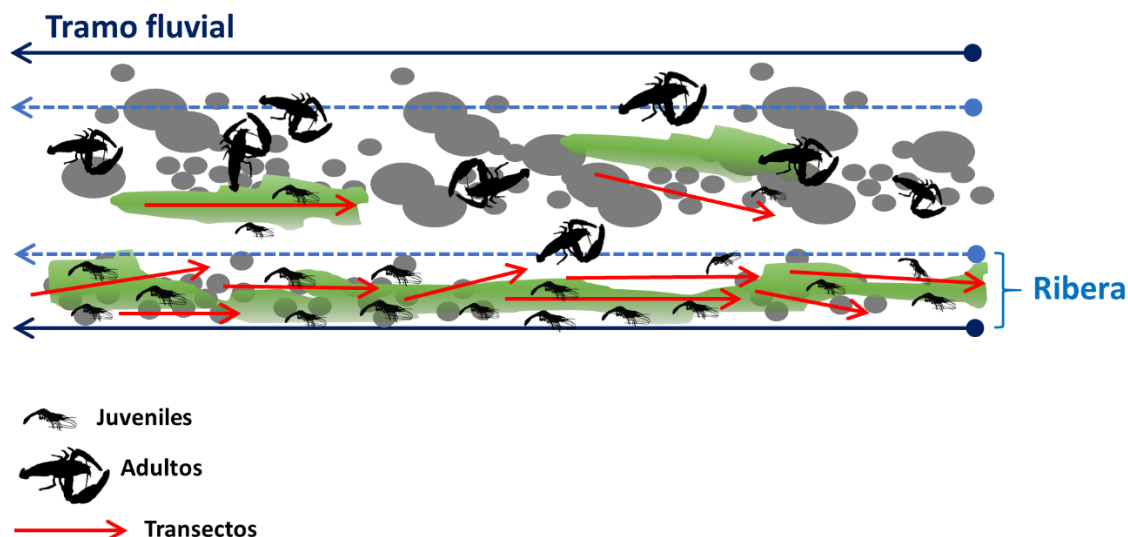
## **8.5. Actividad 5. Monitoreo y evaluación de la repoblación de camarón de río.**

### **Actividad 5.5. Monitoreo de la repoblación de juveniles de camarón de río**

Porcentaje de avance: 100%

Fecha de Inicio-Término: abril 2019 - enero 2021

Metodología: El seguimiento de los ejemplares repoblados es clave para la determinación de la sobrevivencia de los juveniles en el medio natural. Una experiencia previa realizada por la UCN en 2012, indicó que en un mes hubo un desplazamiento de 1200 m río abajo desde el punto de liberación. Por otra parte, a la hora, se observó que el 92 % de los individuos liberados permaneció en la zona de liberación, de los cuales un 77 % estaban asociadas a plantas acuáticas, en otras palabras, la conducta innata de los juveniles consistió en la búsqueda inmediata de refugio. Replicando el procedimiento arriba mencionado, se monitorearon los juveniles a la hora, día, semana y mes de liberación. La extracción de individuos se realizó mediante barrido de red en tramos paralelos al eje fluvial (**Fig. 3**). Esta metodología consistió en recorrer el fondo de las orillas ribereñas con una red semicuantitativa de mano (250  $\mu$ m de abertura de malla), removiendo sitios con presencia de estructuras bio-físicas como macrófitas acuáticas y bolones; refugio predilecto de camarones juveniles. La recolección de los individuos fue ejecutada desde aguas abajo hacia aguas arriba del tramo de río seleccionado, situando la red en contra de la corriente. Una vez recolectado los individuos, se cuantificaron y se examinaron con linternas UV incluidas en el kit del VIE (Marca de elastómero) para identificar y registrar las marcas. Esta actividad fue realizada en horas del atardecer, en conjunto con las organizaciones camaroneras del lugar.



**Figura 3.** Representación esquemática de barrido por transectos para cuantificación de camarones.

### Actividad 5.5. Generar registro pesquero

Porcentaje de avance: 100%

Fecha de Inicio-Término: junio 2019 - enero 2021

Metodología: El plan de monitoreo y seguimiento pesquero debe considerar al menos captura, biomasa, esfuerzo de pesca, zona de pesca, información biológica, precio y destino de la captura. Se capacitó a un representante por organización para registrar estas variables, se le entregaron los instrumentos de medición y remuneración por esta labor. En esta actividad se registró: longitud total y longitud cefalotorácica (mm), peso (g), sexo, zona de pesca, nombre camaronero, tiempo de pesca (garceo efectivo), número de individuos capturados e identificación de marcas.

### 8.6. Actividad 6. Implementación de una base de datos genéticos del camarón de río

#### Actividad 6.1. Generación de librería genómica

Porcentaje de avance: 100%

Fecha de Inicio-Término: enero 2019 – octubre 2020

Metodología: Dentro del proyecto subyacen dos objetivos desde el punto vista genético. Uno de ellos es realizar un análisis de la variabilidad genética del camarón de río presente en la cuenca, y segundo objetivo será realizar un análisis de parentesco a los individuos que serán sembrados, durante la etapa de apareamiento post-siembra, y así determinar el éxito del repoblamiento.

Las evaluaciones de las poblaciones de camarón de río del norte a nivel genético, no se han realizado de manera sistemática y solo se tienen antecedentes preliminares que definen la existencia o no de diferencias genéticas entre poblaciones en las diversas cuencas hidrográficas de su distribución. Los marcadores genéticos son características heredables de los organismos que pueden ser identificadas mediante distintas técnicas. Los marcadores genéticos más usados en la actualidad son los marcadores moleculares, correspondientes a secuencias del ADN de las especies que manifiestan variabilidad, la que puede hacerse evidentes con métodos especializados. Los atributos que hace atractivos

estos marcadores para apoyar programas de cría, es que ellos son transmitidos a lo largo de las generaciones, de padres a hijos, por lo que pueden ser usados para identificación individual ("huella dactilar molecular"), análisis de paternidad, caracterización genética de las poblaciones, trazabilidad, estudios de cambios genéticos en las poblaciones, entre otras muchas aplicaciones.

La UCN ha generado una librería genómica enriquecida con secuencias SSR y sus respectivos posibles partidores específicos. En el marco del presente proyecto se propone desarrollar un total de 20 marcadores SSR específicos para el camarón a partir de esta librería, los que serán usados en estudios de estructura genética de las poblaciones, análisis de paternidad durante los desoves artificiales y estimación del impacto de las siembras con juveniles producidos en laboratorio sobre la abundancia y estructura genética de las poblaciones silvestres.

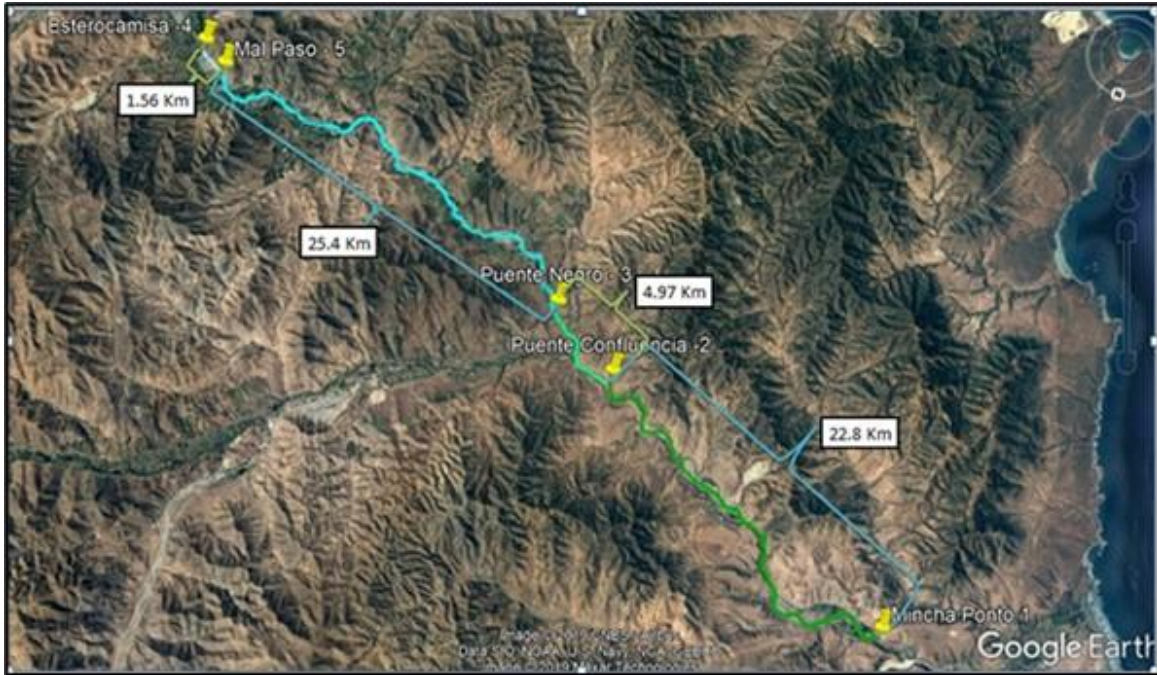
Para la ejecución de esta actividad se requieren distintas etapas: Desarrollo de marcadores Moleculares, la construcción de librería genómica, definir criterios de selección de microsatélites, generación de protocolo de amplificación, la separación de los productos de PCR, el análisis genético de camarones silvestres, el análisis genético de poblaciones cultivadas y finalmente, análisis de la información.

Obtención de muestras biológicas para extracción de ADN: Entre el 25 y 28 de junio del 2019 se realizaron varios muestreos en 5 localidades (**Fig. 4**) del río Choapa. La distancia total cubierta durante el muestreo del río constituyó un total de 54 km. A partir de los 5 sitios seleccionados para el muestreo, se recolectaron un total 100 individuos adultos. De cada uno de ellos se extrajo uno de los pereiópodos, que fueron transportados en tubos eppendorf de 1,5 mL que contenía etanol absoluto y preservados a  $-20^{\circ}\text{C}$ , para ser posteriormente procesadas en el laboratorio.

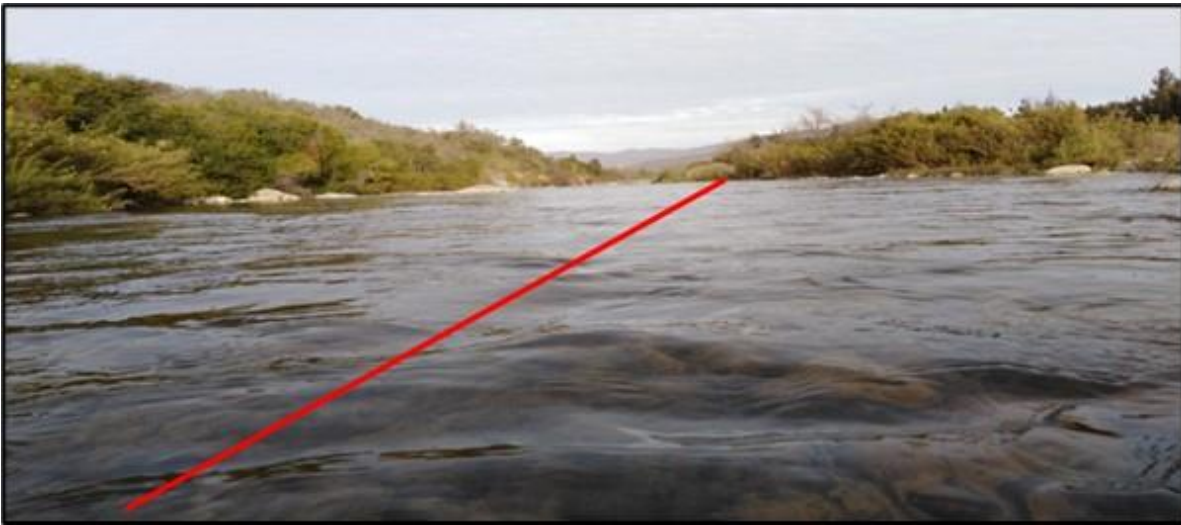
Para la recolección de los individuos se estableció una serie de transectos paralelos al cauce del río en los distintos sitios seleccionados (**Fig. 5**). Cada transecto tuvo una distancia de 200 metros, sobre la cual se realizó la captura y colecta de los individuos encontrados. Para la captura se empleó 2 buzos apnea, la colecta se realizó durante el anochecer, debido a que estos organismos tienen conducta nocturna, por lo cual se hace conveniente realizar el muestreo en la noche. Los camarones fueron almacenados en bolsas tipo "chinguillo" para su posterior procesamiento. El período de captura varió entre 25 a 45 minutos, dependiendo de cada sitio.

Después de la captura, los camarones se transfirieron a cajas de plástico de 5 L para el procesamiento de las muestras. Para ello cada individuo capturado por localidad fue dispuesto en un mesón para determinar medidas morfométricas, las cuales son de longitud total (LT) y longitud del cefalotórax (LC) que realizaron utilizando un vernier con precisión de  $\pm 0,01$  mm, y por último, el peso de los individuos mediante el uso de una balanza semi-analítica ( $\pm 0,1$  g).





**Figura 4.** Puntos de muestreo para la obtención de individuos adultos de *Cryphiops caementarius*.



**Figura 5.** Transecto de muestreo en cauce del río.

Protocolo de extracción, cuantificación e integridad de ADN: A partir de los pereiópodos de camarón, se realizó la extracción de ADN. El proceso de extracción de ADN, resumidamente consiste en la realización de una lisis celular (rompimiento de los tejidos) para exponer el ADN. Los siguientes pasos consistieron en separar el material hereditario de los restantes componentes celulares de tal manera, de limpiar y lavar la muestra de los ácidos grasos y las proteínas que forman la membrana celular y citoplasma, para finalmente precipitar el ADN. El ADN se cuantificó en un equipo Epoch a través de espectrofotometría y además se obtuvo la relación de 260/280 nm que permitió verificar la limpieza o pureza de la misma muestra. La integridad del ADN se realizó mediante electroforesis en gel de agarosa. Esta técnica permite verificar la integridad de la muestra a través de la observación de la presencia o ausencia de un barrido o "dripping" de la

muestra desde el origen hacia abajo abarcando la mayor parte de recorrido comparado con el marcador de peso molecular. En este caso se utilizó un marcador de peso molecular de 1 kb.

A partir de muestras de hembras capturadas en el periodo de primavera 2020 y verano de 2021, se obtuvo muestras para la librería genómica. De esta misma forma se han tomado muestras de las hembras de un nuevo grupo, que en este momento dan origen a los juveniles destinados al repoblamiento en marzo, y las herramientas desarrolladas permitirán realizar el seguimiento de ser necesario, tanto de la variabilidad genética de las poblaciones presentes en el río Choapa como analizar el parentesco de los individuos resembrados y cuantificar el éxito del repoblamiento. Ahora bien, si se desea desarrollar el cultivo a pequeña escala y con la información recabada desde el presente estudio genético, se cuenta con la herramienta que permitiría desarrollar un plan de cruzamiento dentro de un plantel de reproductores, de tal manera de evitar problemas con el aumento en la consanguinidad, y finalmente, de la librería enriquecida en microsatélites quedan 3.000 marcadores que potencialmente pueden ser correlacionados con caracteres de efecto mayor para la implementación de un programa de manejo genético.

Adicionalmente, se debe considerar, la incorporación del alumno José Mateus Vilanculo (Alumno de intercambio becado por el Gobierno de Mozambique a través del sistema de becas Nelson Mandela), del programa de Magister en Ciencias de Mar de la UCN, quien de manera paralela está desarrollando su trabajo de tesis como un complemento a la información genética. Así su trabajo titulado: "Estudio comparativo de la estructura genética poblacional y el desempeño fisiológico de *C. caementarius* a lo largo del río Choapa: una herramienta para la planificación de su repoblamiento". Este trabajo permitirá apoyar con información nueva respecto del desempeño fisiológico de los camarones, considerando las zonas alta, media y baja del río Choapa. A través de este proyecto, se aportó con muestras de camarones obtenidas de la zona alta, media y baja del río y también se tuvo la oportunidad de acompañar en la prospección en el río obteniendo la información de base generada en las salidas a terreno realizadas con personal de IFOP. Asimismo, ya se cuenta con los ejemplares de camarón para las pruebas de laboratorio.

## **Actividad 6.2. Validación de la base de datos genéticos**

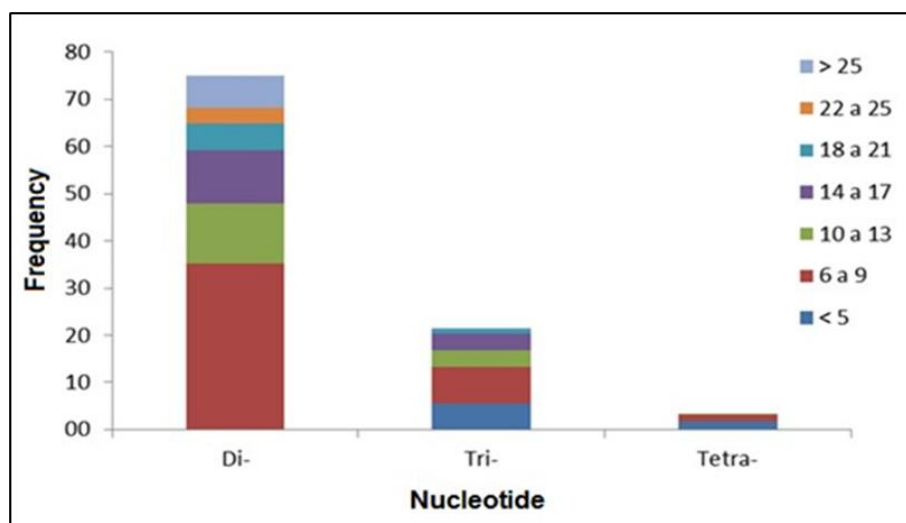
Porcentaje de avance: 100%

Fecha de Inicio-Término: enero 2020 – octubre 2020

Metodología: El trabajo de esta etapa, se basa en el material biológico (camarones y su ADN) obtenidos a partir de las muestras colectadas en terreno. La validación considera el obtener información genética que permita poder reconocer parentesco entre los camarones producidos en laboratorio, que serán repoblados y posteriormente, poder reconocer en la población de camarones en el río, descendientes de aquellos que se liberaron. Importante es comprender que este trabajo es de larga data y que se debiera considerar un seguimiento de más de una generación. Con el procedimiento de marcaje y de bases de datos genéticos, se incrementan las posibilidades de reconocer parentesco. Este es un primer paso en esta ruta de estudios para el camarón de río. Contar con una base de datos genéticos es un importante logro para generar planes de repoblamiento, conservación y manejo del recurso en la cuenca del río Choapa. Debido a que no se contaba con la autorización para repoblación, esta actividad solo se podrá desarrollar una vez que los camarones sembrados en el río, logren una reproducción efectiva con camarones del río. Posteriormente capturadas hembras con huevos se podrán determinar si corresponden a cruces con camarones sembrados de laboratorio.



La validación de la información, consideró el uso de material genético obtenido a partir de 6 individuos, 3 machos y 3 hembras, que permitió conseguir una librería genómica enriquecida en microsatélites, en la que se obtuvieron 17.094 lecturas redundantes y, de estas, 3.039 son lecturas de microsatélites. De ellas, el 75.06% tiene un motivo dinucleotídico, el 35.28% con menos de 10 repeticiones. Del resto, solo el 3.29% es tetranucleótido, y el 3.13% correspondía a secuencias con menos de 10 repeticiones (**Fig. 6**).



**Figura 6.** Frecuencia de diferentes microsatélites de acuerdo al tamaño de las unidades (dinucleótido a tetranucleótido).

Esta actividad, consiste en obtener hembras con huevos del río y evaluar si su descendencia tiene parentesco con los camarones sembrados. Debido a que la actividad de repoblamiento se realizará en octubre de 2020, no se tendrá la certeza de capturar hembras con huevos que se hayan reproducido con camarones sembrados. Si bien es posible obtener muestras de hembras con huevos capturadas, en fecha posterior a la liberación, no se asegura que se logre capturas que verifiquen aspectos de heredabilidad producto de la reproducción efectiva de los juveniles marcados con camarones del río (ya sea encontrando hembras con huevos marcadas o hembras con huevos que se hayan reproducido con machos marcados).

No obstante, teniendo en conocimiento el genotipo de las hembras, y el análisis realizado durante el trabajo de tesis de Magister (Sr. José Vilanculos) que se asoció a esta actividad de manera complementaria por la UCN en favor de los objetivos del proyecto, ha sido posible generar una validación de la variabilidad genética de los camarones en el río.

Este hecho es fundamental debido a que los resultados preliminares, indican una posible variación de aquellas poblaciones de la zona alta del río respecto de aquellos camarones que se ubican en la zona media y baja. Esta información es relevante para las actividades de repoblamiento y de cultivo, ya que entregará información que definirá de mejor manera las estrategias para la realización de un adecuado plan de repoblamiento considerando variables ambientales, caracterización de los sitios, y ahora información sobre variabilidad genética local en zonas del río y heredabilidad o parentesco, cuando puedan ser capturadas hembras con huevos marcadas. Esta es una información crítica para los fines de la estrategia pesquero acuícola para el camarón de río para la cuenca del Choapa que contará con esta información inédita y posible de ser replicada para todas las poblaciones de camarón de río en la zona de distribución en el norte del país.

## Componente 2.- Transferencia tecnológica del cultivo y repoblación del camarón de río

## **8.7. Actividad 7. Capacitación y trabajo participativo en cultivo y repoblación del camarón de río**

### **Actividad 7.1. Primer ciclo de capacitación en temáticas básicas sobre técnicas sobre cultivo de camarón y cultivos integrados**

Porcentaje de avance: 85%

Fecha de Inicio-Término: junio 2019 - marzo 2021

Metodología: El primer ciclo de capacitación comprende los siguientes cursos, considerando actividades teóricas y prácticas en su desarrollo.

1. Curso Cultivo de Camarón. A realizarse en los laboratorios de cultivo de crustáceos de la UCN y con la participación de los camaroneros de ambas organizaciones.

Esta actividad ya fue realizada para los camaroneros de la Asociación Gremial. Se mantiene en espera de poder concretar la participación de los camaroneros del Sindicato, para que puedan asistir a las actividades programadas para ellos en la UCN. Se esperaba que en el mes de marzo de 2020 se pudiera retomar el trabajo. No obstante, debido a la situación sanitaria, se consideró una fecha próxima, hasta que las condiciones de seguridad lo permitan y se autorice a realizar actividades presenciales en la UCN o en otro lugar como alternativa. Importante es mencionar que el laboratorio de cultivo de crustáceos, funciona todo el año considerando las diferentes etapas del desarrollo del camarón de río por lo que la actividad de capacitación en las temáticas de: manejo de la reproducción, alimento vivo, alimento formulado, marcaje de camarones, normativa, trabajo con juveniles, procesos de muda y operación de los sistemas de agua y aire, pueden ser desarrolladas en cualquier fecha. La única restricción está con el cultivo de larvas, que se realiza entre los meses de diciembre a mayo de cada año, ya que hay dependencia de la reproducción natural en el río. La capacitación en esta temática específica es posible realizarla con la metodología de laboratorio demostrativo. Para todas las actividades de capacitación se cuenta con guías de trabajo y materiales de laboratorio para el trabajo individual y en grupo. Para ello se cuenta no solo con el laboratorio de cultivo, sino con los laboratorios de docencia de la UCN.

Un tercer cultivo permitiría contar con una alternativa de trabajar el cultivo de larvas. Importante en este contexto, es que la UCN ha dispuesto, el inicio de actividades del primer semestre de 2021, en modalidad virtual y aun no hay autorización para el desarrollo de actividades presenciales. Por ello, las actividades estarán sujetas a los lineamientos Nacionales e institucionales sobre la situación de pandemia - Covid-19, que permita con seguridad y protocolos actividades en laboratorios de cultivo y docencia en la UCN.

Una alternativa para la actividad de capacitación en el cultivo de camarones, para los camaroneros del Sindicato, podrá realizarse de la siguiente manera:

1. Implementar la actividad en Illapel. Llevando los implementos necesarios desde la UCN para los camaroneros. Esta alternativa, restringe algunas actividades vinculadas a la cosecha de larvas y funcionamiento de los sistemas de filtración del agua de mar y agua dulce.
2. Es posible llevar larvas y aplicar las técnicas para contabilizar los ejemplares, según volumen del ambiente de cultivo. Se aplicará protocolos de transporte de larvas.
3. Se podrá realizar cálculos para la alimentación. Preparación y contabilización de alimento vivo (*Artemia*). Formulación y preparación de alimento formulado con los ingredientes utilizados en el laboratorio.

4. Realización de cálculos para preparar agua a la salinidad requerida para larvas, uso de instrumentos para análisis básico de parámetros físico y químicos del agua.
5. Observación de ejemplares reproductores para revisión de caracteres sexuales primarios y secundarios.
6. Uso de tamices y cálculo de mallas a utilizar según el tamaño de las larvas.
7. Se requiere adecuar el material didáctico preparado para la actividad a realizar en Illapel.
8. Se programará una fecha con el Sindicato de camaroneros. Fecha sugerida: jueves 18 o viernes 19 de febrero de 2021.

2. Curso Cultivos acuícolas integrados. A realizarse en los laboratorios de cultivo de crustáceos de la UCN y en una granja de acuicultura integrada, y con la participación de los camaroneros de ambas organizaciones.

Actividad realizada para ambos grupos de camaroneros en una etapa inicial. Desarrollada en la localidad de Canela.

3. Curso de Capacitación abierta. El que estará destinado a los camaroneros de la Cuenca del Río Choapa, bajo la modalidad de Seminario y con una duración de 4 horas. Se incluirán tópicos de cultivos de camarón de río, aspectos ambientales y cultivos integrados. Esta actividad se realizará en la ciudad de Illapel. Importante destacar, que en esta actividad los camaroneros deberán tener una participación relevante, debido a que se considera que ellos deben dar a conocer su participación y experiencia en este proyecto.

Esta actividad se considera realizarla en formato seminario web. Para ello se ha programado un plan de trabajo destinado a la difusión del proyecto considerando la participación de los camaroneros, para que muestren su quehacer y participación en el proyecto. En este aspecto se requiere de un gran apoyo, debido a que no tienen experiencia para la preparación de presentaciones o hablar en público vía plataformas on line. No obstante, se podrá apoyar con la preparación de presentaciones en que ellos muestren sus actividades a través de videos y un diálogo o parlamento asociado que relate lo que se observa y apoyado con entrevistas.

1. Presentación del proyecto
2. Historia de vida del recurso camarón de río
3. Antecedentes del cultivo de camarón
4. Aspectos de conservación y trabajo con especies nativas
5. Trabajo de los camaroneros

Fecha propuesta: 26 de febrero de 2021

## **Actividad 7.2 Segundo ciclo de capacitación en temáticas básicas sobre técnicas sobre cultivo de camarón y cultivos integrados**

Porcentaje de avance: 30%

Fecha de Inicio-Término: mayo 2020 – marzo 2021

Metodología: El segundo ciclo de capacitación considera la participación de los camaroneros para exponer a la comunidad su participación en el proyecto.

Por ello, el taller de capacitación abierta, está pendiente de realizar, debido a que se espera contar con las condiciones adecuadas para hacer una convocatoria a la comunidad de la Comuna de Illapel, en condiciones sanitarias seguras. Se espera poder iniciar la convocatoria en el mes de marzo del año 2021. No obstante, se deberá proponer

una fecha, que se sugiere el 12 o 19 de marzo de 2021. Se proyecta una participación activa de los camaroneros, debido a que es importante que ellos sean los protagonistas centrales quienes muestren a la comunidad el proyecto.

La planificación considera que el foco estará en los temas de difusión del proyecto y alcances, conservación del recurso camarón de río, la protección y buen uso del agua (cultivos integrados), y las proyecciones de cultivos considerando los aspectos de la acuicultura de pequeña escala en zonas áridas.

Se está avanzando en la preparación del material didáctico para la difusión del trabajo realizado.

La propuesta considera un seminario en que se aborden los avances del proyecto.

1. Resultados del proyecto
2. Actividad de repoblamiento
3. Resultados del estudio genético con vínculos para el manejo de la reproducción y repoblamiento.
4. Actividad de acuicultura continental e integración de los camaroneros con asociaciones a nivel nacional de acuíponía.
5. Trabajo desarrollado por los camaroneros.

### **Curso adicional sobre formulación de proyectos**

Se incorporó un curso adicional al segundo ciclo de capacitación, vinculado a la formulación de proyectos, ya que se ha evidenciado interés en poder desarrollar propuestas nuevas por los mismos camaroneros que complementen y potencien sus propias capacidades para formular, postular y ejecutar proyectos.

Esta capacitación considera: levantamiento de ideas de proyectos con el uso de fichas de iniciativas de proyectos, identificación de problemas u oportunidades, generar solución, objetivos, etapas y actividades, aportes propios valorizados o pecuniarios, autorizaciones, entre otros.

Esta actividad se desarrolló para los camaroneros de la Asociación Gremial, con fecha 28 de enero de 2021. Para ello, se realizó un encuentro en la zona de Choapa Viejo, en un local correspondiente a la Junta de vecinos de la zona.

Para la actividad se consideró la siguiente metodología.

Exposición la temática de desarrollo de proyectos a partir de 6 puntos básicos. Estos puntos fueron trabajados con los asistentes, considerando los aspectos más sencillos para que ellos pudieran desarrollar sus ideas de proyectos con una base formal y en un documento que pudiera presentarse de manera concreta a algún inversionista, interesado o entidad competente según la idea de proyecto desarrollada.

Esta necesidad surge debido a que los camaroneros, desean poder presentar sus ideas de proyectos que permitan dar continuidad a sus actividades pesqueras y de acuicultura. Para ello se confeccionó una ficha para las iniciativas de proyectos, que contempló las siguientes 6 etapas para la generación de la idea de proyecto:

- a) Proporcionar los antecedentes generales del proponente
- b) Descripción de la propuesta o idea de proyecto, que considera: el Planteamiento del problema a resolver y el Desarrollo de una solución
- c) Los objetivos
- d) La validación de la idea, considerando Las actividades asociadas a cada objetivo, los resultados esperados y el tiempo requerido

- e) El financiamiento
- f) Los aportes individuales y/o colaborativos

El trabajo también consideró la entrega de todo el material de forma digital en tres pendrives, para que todos pudieran contar con la posibilidad de copiar los documentos para ser trabajados personalmente. La información también consideró la entrega de un documento que contenía los programas de financiamiento para proyectos concursables de todos los Ministerios, los cuales podrán ser postulados en el año 2021, según un formato y programación de cada fondo concursable, de los cuales algunos pueden ajustarse al perfil de postulantes como la Asociación Gremial.

## **8.8. Actividad 8. Implementación de módulos de cultivo integrado para el camarón de río**

### **Actividad 8.1 Implementación de módulos demostrativos de cultivo integrado**

Porcentaje de avance: 55%

Fecha de Inicio-Término: enero 2020 – febrero 2021

Metodología: La propuesta plantea el desarrollo de un modelo productivo que permita la implementación de dos sistemas de cultivo acuipónico demostrativo ubicados en Illapel, provincia de Choapa, Región de Coquimbo. Un sistema destinado para el Sindicato de Camaroneros del Choapa y un segundo para la Asociación Gremial de camaroneros de Illapel.

Tiene como objetivo la construcción de sistemas de cultivo con recirculación de las aguas, que permita cultivar especies hidrobiológicas principalmente camarón de río del norte (*C. caementarius*), correspondiendo a un módulo demostrativo. Se considera una etapa proyectada, para un futuro crecimiento que está en la propuesta técnica, en que los camaroneros podrán proyectar a futuro y con financiamiento generado por ellos, la posibilidad de trabajar también con trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), con hidroponía (hortalizas), con una capacidad máxima de 4000 kilogramos anuales de especies hidrobiológicas y 5000 kilogramos de hortalizas (biomasa de etapa proyectada, en sistemas integrados e integral).

Para el sistema modular, se requiere realizar obras del tipo modular en 50 a 100 m<sup>2</sup>, que permitan emplazar e instalar un sistema de cultivo en estanques circulares de 1m<sup>3</sup> o similar (para el cultivo de camarones y truchas-proyectada) y estanques rectangulares de 1,3 m<sup>3</sup> (para el cultivo de camarones y hortalizas), todo conectado a través de tuberías hidráulicas a un sistema de recirculación que permita reutilizar las aguas.

El abastecimiento será realizado con aguas provenientes de las acciones de Canal, y/o pozo autorizado y/o agua potable clorada por el método de aeración, dependiendo de la disponibilidad y acceso al recurso hídrico, que los camaroneros de la AG, están gestionando.

Una vez instalado el sistema en el terreno, se procederá a la puesta en marcha (prueba hidráulica-sin especies hidrobiológicas), de tal forma que los operadores del sistema se habitúen al funcionamiento y operación de este.

Este paquete tecnológico en base a un sistema demostrativo de recirculación y reutilización de las aguas es una contribución a la producción principalmente del cultivo integrado de camarón de río del norte, a las condiciones técnicas necesarias para permitir a los beneficiarios conocer y manejar adecuadamente los procesos asociados al desarrollo de cultivos acuícolas, tanto desde el punto biológico, como del manejo de equipos e

infraestructura asociada, a fin de calificarlos para su ingreso al ámbito productivo, con las herramientas y competencias necesarias.

### **Actividad 8.2 Estudio de pre-factibilidad técnico, económico y legal para la instalación de estanques de cultivo engorda**

Porcentaje de avance: 50%

Fecha de Inicio-Término: enero 2020 - marzo 2021

Metodología: En conjunto con las organizaciones de camaroneros beneficiarias se realizará un estudio de pre-factibilidad técnico, económico y legal para la instalación de estanques de cultivo en tierra (piscinas), destinados a la engorda de camarón. Se considera una prospección de la cuenca del Choapa y evaluar dos alternativas de sitios, considerando uno para cada grupo organizacional. Para ello, se evaluarán condiciones de terrenos (topografía, pendientes, permeabilidad del suelo, composición gravimétrica, etc.), derechos y propiedad del agua, condiciones físicas, biológicas y químicas del agua, solicitudes y permisos de acuicultura y ambientales, entre otros aspectos.

Se apoyará en la tramitación de las autorizaciones correspondientes a la AG. El tamaño de los estanques o piscinas, se definirá en terreno según disponibilidad de área y agua. No obstante, se sugiere, al menos dos unidades que constituyan un sistema de cultivo, cuyas dimensiones oscilen entre 30 a 50 m<sup>2</sup>, considerando una densidad de siembra inicial de 20 ind m<sup>2</sup>.

Se considerará el sistema tradicional de cultivo de engorda, que incluye piscinas construidas en tierra, con o sin disposición de una superficie impermeable, debido a que, primero es necesario evaluar la permeabilidad del suelo. También se considerará fuente de abastecimiento de agua, la que puede ser continua o parcelada, según disposición y autorización de uso del agua. Los efluentes de agua del cultivo pueden ser devueltos a su cauce de origen, previo tratamiento o confirmación de la calidad del agua evacuada. Se incluirá la instalación de sistemas de aeración o sistema de recambio de agua, si fuese necesario, y refugios para mantener los camarones protegidos durante los procesos de muda.

Importante señalar que la propuesta, eventualmente, deberá ser ajustada, considerando la selección de sitios, autorizaciones y a las condiciones del terreno y disponibilidad y fuente de agua, condiciones que se evaluará con la AG de camaroneros, para la toma de decisiones y solicitudes de permisos y autorizaciones, cuyos tiempos de respuesta dependerá de las autoridades y organismos competentes. Por ello el estudio es de prefactibilidad, debido a que se requiere contar con todas las condiciones que los terrenos requieran, principalmente el tema legal de propiedad y disponibilidad de agua.

### **Actividad 8.3 Desarrollo plan para la transferencia tecnológica vinculada a la actividad de producción de camarón de río, engorda y cultivos integrados**

Porcentaje de avance: 45%

Fecha de Inicio-Término: mayo 2020 – marzo 2021

Metodología: Se trabajará en conjunto con los camaroneros en las actividades de transferencia tecnológica para el cultivo integrado de camarón de río, considerando el principio de “aprender haciendo”. Por lo que se establecerá un procedimiento que permita la habilitación de los camaroneros como receptores de las tecnologías de cultivo de camarón. Por ello, la cronología de las capacitaciones es relevante, así como la evaluación de las capacidades de los participantes, debido a que es importante considerar la forma

en que el grupo recibe los conocimientos y se habilita en las competencias necesarias y requeridas para desarrollar acuicultura de pequeña escala.

Se considera, que esta actividad estará vinculada también con las capacidades, desarrollo y fortalecimiento de ambas organizaciones de camaroneros. Por ello, se establecerá vínculos con el trabajo en esa área, para fortalecer la transferencia tecnológica, según el modelo que se señala a continuación.

Se hará entrega del Programa de la actividad y plan de trabajo para la transferencia. Corresponde a un Trabajo para la producción de juveniles, engorda y operación del módulo de cultivo integrado. Trabajo a desarrollar en conjunto con los camaroneros. Se entregará informe de estas actividades. Así como un Informe de evaluación de la Transferencia de la Tecnología y retroalimentación del proceso.

#### **Componente 4.- Plan de manejo integrado para el camarón de río del norte en la cuenca del río Choapa.**

##### **8.13. Actividad 13. Modelación bio-económica de la pesquería y repoblación del camarón en el río Choapa.**

###### **Actividad 13.3. Construcción del sub-modelo de población natural.**

Porcentaje de avance: 100%

Fecha de Inicio-Término: noviembre 2018 – diciembre 2020

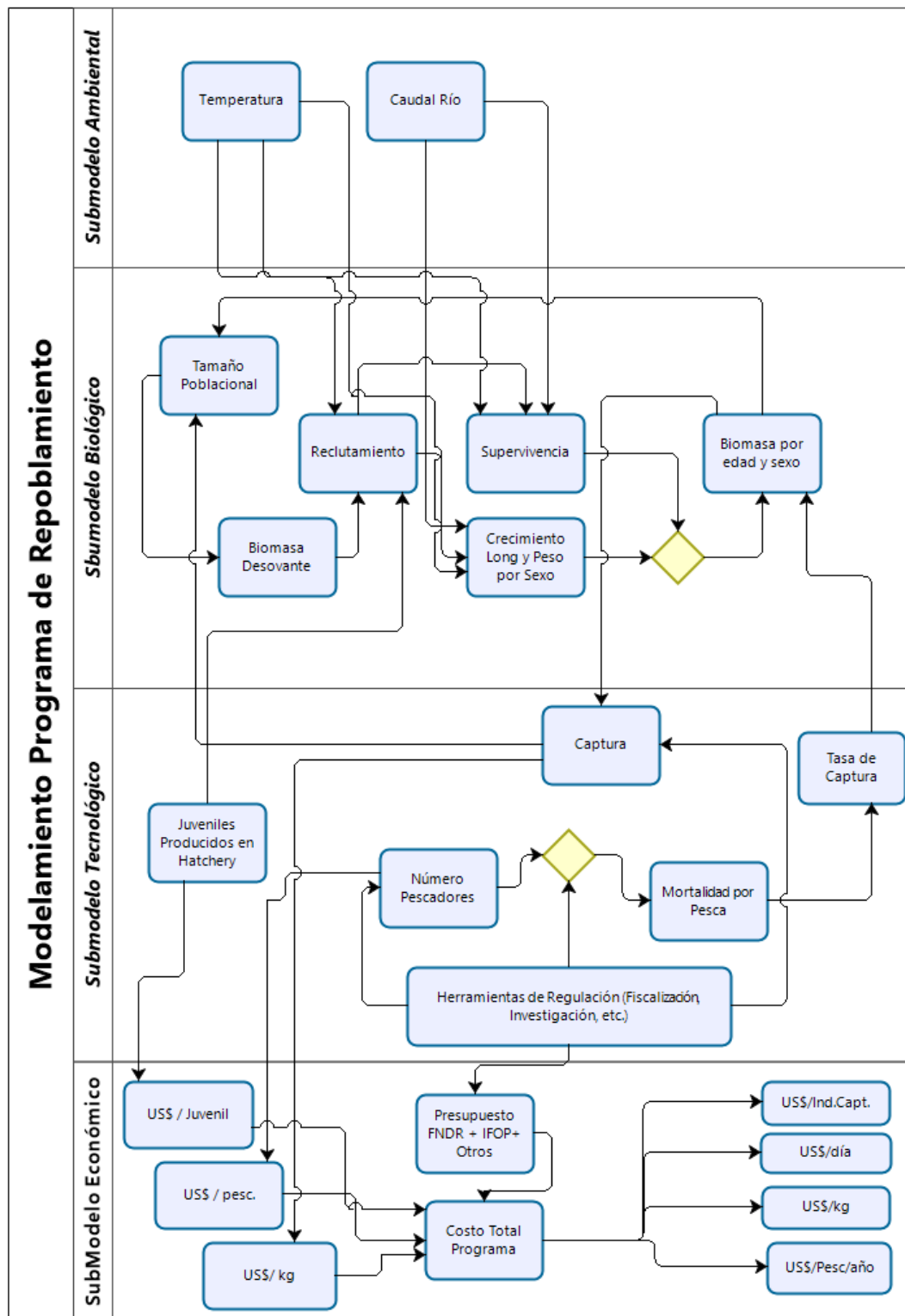
Metodología: Bajo el enfoque de ciencia de sistemas, se desarrolló un modelo que representa la dinámica poblacional del stock natural del recurso camarón, incorporando en él, las principales funciones matemáticas que la describen, tales como el crecimiento, el reclutamiento, la sobrevivencia, entre otros.

**A.- Modelo Programa de Repoblamiento:** El modelo conceptual que describe las relaciones insumo – producto de las variables involucradas se presenta en la **Figura 7**. Las líneas y su dirección implican un flujo de cierta información específica que es un insumo en el cálculo del paso siguiente. Este modelo constituye así la base sobre la cual fue desarrollada la modelación bioeconómico matemática.

En términos generales destacan en el submodelo biológico - productivo las relaciones entre variables productivas críticas tales como crecimiento, reclutamiento y mortalidad con las variables ambientales físico – químicas que caracterizan la cuenca del río Choapa. Incorpora también la eventualidad que, en el largo plazo, los camarones “sembrados” sobrevivientes aporten a la biomasa desovante, contribuyendo así al repoblamiento natural. En el submodelo tecnológico destaca la generación de juveniles de camarón obtenidos en hatchery y que son “sembrados” en el río, generando así un repoblamiento artificial. Se incluye en este submodelo a los pescadores y otros conceptos pesqueros tales como mortalidad por pesca, tasa de captura y captura esperada.

Cabe hacer presente que, aunque el submodelo ambiental se considera en términos teóricos, en la práctica y para el ejercicio de simulación realizado no fue considerado.

Un supuesto importante es que se considera una población hipotética inicial de tamaño suficiente para explicar una captura anual de 40 t., valor que se supone se estaría extrayendo dado el número de camaroneros activos estimados (100 ind), el esfuerzo pesquero empleado por ellos y sus rendimientos de pesca promedios.



**Figura 7.** Modelo conceptual del programa de repoblamiento

#### Actividad 13.4. Parametrización y trabajo cuantitativo I.

Porcentaje de avance: 100%

Fecha de Inicio-Término: noviembre 2018 – diciembre 2020



El proceso de parametrización se realizó en aquellas funciones donde se levantaron datos in situ (ej. relación talla-peso), aunque en la mayoría de ellas, se trabajó con información secundaria disponible obtenida de estudios anteriores de la especie en la cuenca o de otras cuencas donde el recurso está presente.

**Construcción de modelos cuantitativos:** Para cada uno de los submodelos establecidos en la modelación, se están identificando las funciones matemáticas apropiadas.

**a.- Submodelo Biológico:** El submodelo biológico inicializa con una población de tamaño conocido P, estructurada por sexo (hembras y machos) y edad (juveniles y adultos). Las hembras adultas de la población contribuyen al reclutamiento de juveniles de acuerdo con la función de reclutamiento

Ecuación 1 
$$R_y = a \cdot HA_y \cdot e^{-b \cdot HA_y}$$

Donde  $R_y$  es el reclutamiento de juveniles en el año  $y$ ;  $HA_y$  es la biomasa de hembras adultas en el año  $y$ ;  $a$ ,  $b$  son los parámetros de la ecuación de Ricker. Así el reclutamiento es función de la biomasa de hembras tanto de la población natural como de las hembras que son introducidas en el río y que fueron generadas en el hatchery de la UCN. En este caso se asumió una proporción sexual 1:1 de machos y hembras de hatchery y que además en la medida que las hembras crecen y sobreviven alcanzan su madurez sexual y contribuyen al reclutamiento a la población.

El crecimiento por sexo fue modelado mediante la conocida ecuación de von Bertalanffy, esto debido a la disponibilidad de datos en la literatura para modelar esta función

Ecuación 2 
$$L_{t,s} = L_{\infty,s} * (1 - e^{-k_s(t - t_{0,s})})$$

donde  $L_{t,s}$  es la longitud de un individuo de sexo  $s$  y de edad  $t$ ;  $L_{\infty}$  es la longitud asíntótica promedio;  $k$  es el coeficiente de Brody y  $t_{0,s}$  es la edad teórica a la cual el individuo de sexo  $s$  tuvo longitud cero.

La supervivencia de los individuos a distintos años y edades ( $N_{t,s,y}$ ) fue modelada a través de la ecuación de extinción exponencial

Ecuación 3 
$$N_{t,s} = N_{t-1,y} \cdot e^{-M_{s,t}}$$

donde  $M_{s,t}$  es la mortalidad estimada por sexo y edad.

Las ecuaciones anteriores permiten calcular la biomasa por sexo, edad y año a través de

Ecuación 4 
$$B_{s,t,y} = N_{t,s,y} \cdot w_{s,t}$$

donde  $w_{s,t}$  es el peso promedio de un individuo de sexo  $s$  y edad  $t$ . esta relación de peso se puede describir como

Ecuación 5 
$$w_{s,t} = a_w \cdot L_{s,t}^{b_w}$$

De esta manera la biomasa total puede ser estimada como

Ecuación 6 
$$B_{s,y} = \sum_{t=0}^{t=\max} N_{s,y} \cdot w_{s,t}$$

donde  $t$  es la edad.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** permite ser usada como insumo en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** cuando sólo la biomasa de hembras maduras o adultas son estimadas.

El efecto de la incorporación de juveniles de edad  $t$  en el año  $y$ , asumiendo 50% de hembras y machos en este subsidio a la población natural, fue evaluado midiendo el impacto sobre el tamaño de la población total, generando dos escenarios posibles a ser simulados: con y sin subsidio de juveniles producidos en hatchery.

En esta versión del modelo no se incluyeron los efectos de variables ambientales sobre el reclutamiento dado que no se dispuso de datos. Por lo tanto, se desconoce el impacto que dichas variables podrían tener sobre esta variable. La **Tabla 2** contiene los valores de los parámetros usados en este submodelo.

**Tabla 2.** Variables y parámetros utilizados en el modelo de evaluación bioeconómico del Programa de Repoblamiento de camarón de río del norte en la cuenca del río Choapa.

Submodelo	Parámetro	Acrónimo	Hembras	Machos	Unidades
BIOLÓGICO - PESQUERO	Longitud máxima promedio	Linf	53	70	mm
	Coefficiente de Brody	K	0,768	0,576	año <sup>-1</sup>
	Edad a longitud cero	to	-0,225	-0,393	años
	Mortalidad natural	M	1,25	0,96	año <sup>-1</sup>
	Intercepto relación Long - Peso	a	1,10E-03	6,70E-04	gr
	Pendiente relación Long - Peso	b	2,69	2,87	gr/mm
	Intercepto relación Stock - Recluta	$\alpha$	3,8		recl / hembra desovante
	Pendiente relación Stock - Recluta	$\beta$	0,00000022		recl / hembra desovante
	Proporción sexual	Ps	50	50	%
TECNOLOGICO	Número de pescadores	NP	100		Número Pesc.
	Número de juveniles sembrados (hatchery)	NJH	25.000		Número Ind.
ECONÓMICO	Costo unitario juvenil producido en hatchery	cu <sub>j</sub>	198		\$ / ind
	Costo unitario asociado a la captura	cu <sub>c</sub>	165.000		\$ / mes
	Precio de Venta		15.000		\$ / kg

**b.- Submodelo Tecnológico:** El submodelo tecnológico incluye a los juveniles que fueron producidos en hatchery y su incorporación a la población natural, los que son sumados al reclutamiento "natural" estimado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

La captura estimada guarda relación con una medida de ordenamiento pesquero que fija una tasa de captura o explotación (TE), esto es, un porcentaje aceptado de captura respecto de la población comercialmente explotada.

Ecuación 7

$$TE_y = \frac{F_y}{F_y + M_s} (1 - e^{-(F_y + M_s)})$$

donde  $F_y$  es la mortalidad por pesca anual que satisface el criterio de una tasa de explotación aceptable para el administrador pesquero. En este caso la tasa de explotación fue calculada usando como  $F_y = M$ .

Este criterio de ordenación permite calcular una captura total anual a través de la siguiente expresión

Ecuación 8

$$C_y = \frac{F_y}{F_y + M_s} (1 - e^{-(F_y + M_s)}) * B_y$$

Esta captura anual puede ser dividida por el número de pescadores involucrados en la actividad con el fin de estimar la captura individual anual, asumiendo una distribución equitativa de la captura anual disponible para la pesca. Este resultado por pescador será utilizado posteriormente como un insumo para estimar el ingreso potencial anual por pescador como resultado de la herramienta de ordenación usada (la tasa de explotación). En acuerdo con la contraparte técnica se fijó una mortalidad por pesca de referencia de  $1,11 \text{ año}^{-1}$  que equivale a la mortalidad natural promedio entre ambos sexos.

En cuanto al esfuerzo de pesca nominal se consideró la presencia de 100 camaroneros que ejercen su esfuerzo de pesca en la cuenca del Choapa 15 días al mes durante 7 meses.

**c.- Submodelo Económico:** Este submodelo incluye tanto los costos asociados al Programa de Repoblamiento, así como los beneficios obtenidos de la pesca, entre otros. La Tabla resume la información económica relevante para el modelo de simulación.

### **Estimación de los Costos**

Hay un costo asociado a la producción de juveniles en laboratorio, individuos que son transferidos a la población natural. Este costo puede ser estimado como

$$\text{Ecuación 9} \quad C_{JH_y} = cu_j \cdot NJH_y$$

donde  $C_{JH_y}$  es el costo de los juveniles producidos en hatchery en el año y e ingresados a la población natural;  $cu_j$  es el costo unitario del juvenil y  $NJH_y$  es el número de juveniles transferidos al río en el año y eventualmente, se puede incorporar los costos asociados a la captura

$$\text{Ecuación 10} \quad C_{Hv,y} = N_{SP,y} \cdot cu_{SP}$$

donde  $C_{Hv,y}$  es el costo asociado a la cosecha o captura;  $N_{SP,y}$  es el número de salidas de pesca en el año y  $cu_{SP}$  es el costo unitario de la salida de pesca.

### **d.- Indicadores de Desempeño**

- **Biomasa Total**

Se calcula como la sumatoria de la biomasa de: hembras y machos de ambiente natural; hembras y machos introducidos en el río a partir de juveniles producidos en el hatchery de la UCN; hembras y machos nacidos en el ambiente natural, pero que son descendientes de individuos introducidos en el río.

- **Reclutamiento**

El reclutamiento, calculado a partir de la ecuación de Ricker, mide la contribución de las hembras desovantes en términos de nuevos individuos que se incorporan a la población. En esta variable se incorpora el efecto que tiene la sobrevivencia de hembras generadas en el hatchery de la UCN y que al sobrevivir y crecer a edades reproductivas generarán nuevos ingresos de juveniles a la población, lo que no ocurriría en ausencia de un programa de repoblamiento.

- **Valor de la Captura**

El valor total de la captura puede ser calculada a partir de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** multiplicada por el peso de venta por kilo de camarón ( $\$ \text{ kg}^{-1}$ ). Dado que la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** también puede ser expresada en términos de número de individuos un indicador de desempeño adicional puede ser establecido en términos del ingreso promedio por individuo capturado.

- **Costos Totales del Programa**

El costo total anual puede entonces ser calculado mediante la suma de los costos parciales

Ecuación 11  $CT_y = \text{¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.} + \text{¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.} + \text{Otros Costos}$

A partir de la cantidad estimada por esta ecuación pueden calcularse otros indicadores de desempeño tales como el costo total por kilo capturado, sencillamente dividiendo el resultado de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** por la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

Algo similar es posible con el costo del kilo de camarón capturado cuyo origen estuvo en el hatchery. Para ello primero se calcula la sobrevivencia de los individuos que fueron "sembrados" en el río y que tuvieron su origen en el hatchery, usando para ello la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** utilizando para ello en número de individuos del hatchery puestos en el río. Luego se calcula la captura esperada a través de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

Luego el costo asociado a cada camarón adulto pero que proviene de hatchery (CINDH<sub>y</sub>) será

Ecuación 12  $CINDH_y = \frac{\text{¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. y ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.}}{cu_j}$

Finalmente, se puede estimar el indicador de ingreso *per cápita* anual por pescador IPP<sub>y</sub>

Ecuación 13  $IPP_y = \frac{VC_y}{N_{pesc_y}}$

y el ingreso neto, una vez descontado sus costos (INPP<sub>y</sub>)

Ecuación 14  $INPP_y = IPP_y - Cpesc_y$

### **Actividad 13.5. Construcción del submodelo productivo (piscinas/acuiponía).**

Porcentaje de avance: 100%

Fecha de Inicio-Término: noviembre 2018 - diciembre 2020

Metodología: Bajo el enfoque de ciencia de sistemas, se construyó un modelo tecnológico que contiene las variables y parámetros que permitieron describir las diversas condiciones de cultivo, tales como, sistemas de cultivo, insumos de cultivo, volumen cultivado, estrategias de cultivo y cosecha, entre otros.

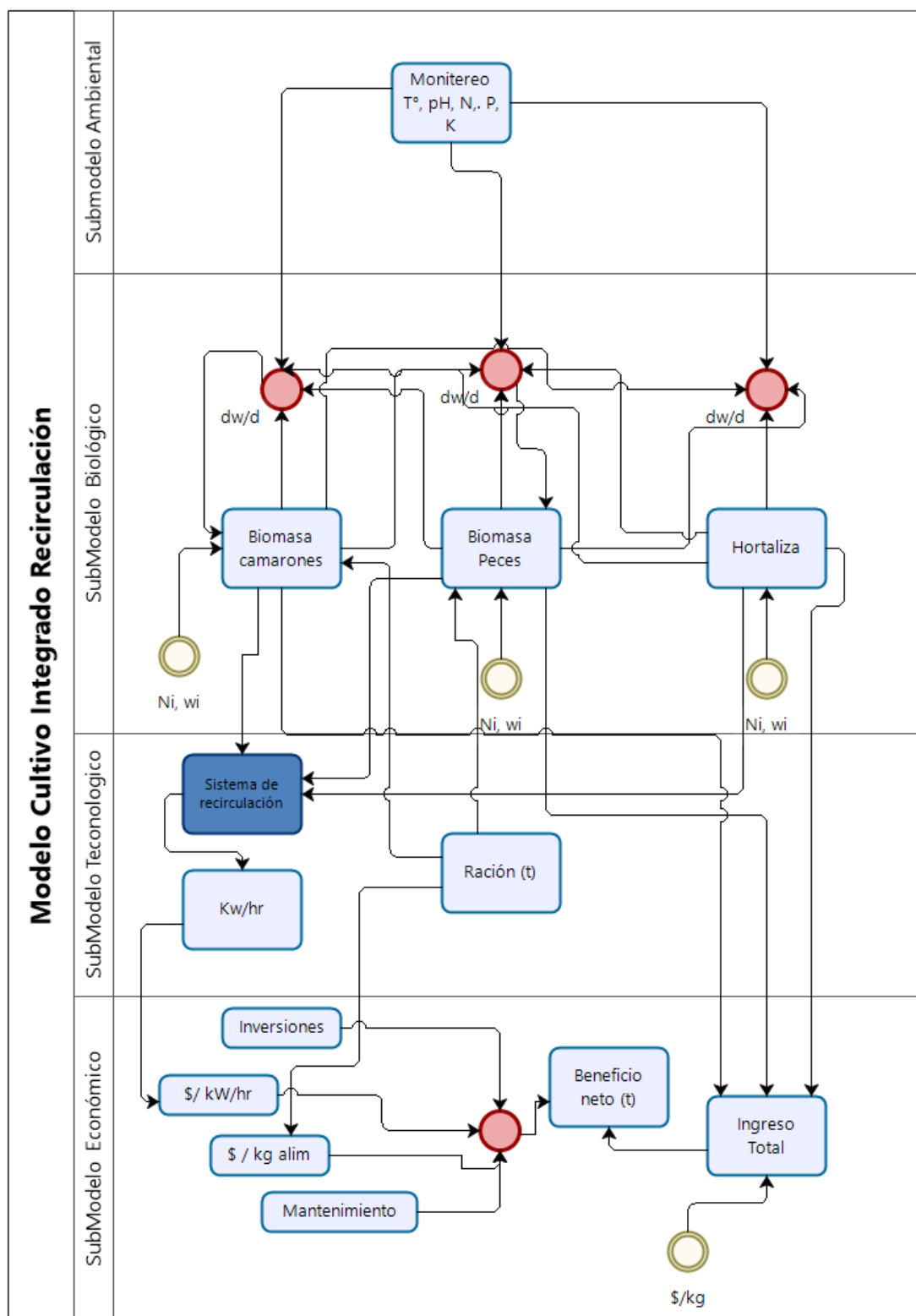
El modelo de acuiponía supone un sistema de recirculación donde se cultivan simultáneamente trucha arco iris, camarón de río del norte y albahaca. Esta última especie fue incluida ya que análisis preliminares indicaron un nivel de ingreso más alto con esta hortaliza que con las especies alternativas lechuga y cebollín.

La unidad de negocio que implica este modelo productivo acuipónico asume un precio de venta y un costo de producción ex estanque, esto es, que es el comprador quien asume el costo de extraer el producto de los estanques y de transportarlo al destino final.

Por su parte, el modelo de estanques de engorda, consiste básicamente en dos estanques bajo un sistema de flujo abierto. Uno de ellos destinado al cultivo de engorda y el otro utilizado para el mantenimiento de la cosecha.

Finalmente se incorporó, una evaluación extra donde se determinó el desempeño económico – productivo de un sistema de engorda basada en la utilización de 2 piletas o tranques preexistentes que tienen una dimensión de 40 x 20 m y que estarían disponibles para este efecto para una de las organizaciones.

**A.- Modulo de Cultivo Integrado (Acuaponía).** Este modelo conceptual se presenta en la **Figura 8**. Destaca en el submodelo ambiental que las variables involucradas son monitoreadas de forma permanente y se puede evaluar apropiadamente el efecto de ellas sobre la tasa de crecimiento de cada una de las especies en cultivo, las que son incorporadas en el submodelo biológico - productivo. Estas especies afectan las tasas de crecimiento de las otras, lo que es modelado a través de la disponibilidad de biomasa a través del tiempo, la que es inicializada mediante la siembra de una densidad de camarones y peces y una cierta cantidad de hortalizas. El submodelo tecnológico incorpora el diseño ingenieril el que incluye el consumo permanente de energía ( $\text{Kw h}^{-1}$ ) y el alimento requerido ( $\text{kg día}^{-1}$ ).



**Figura 8.** Modelo conceptual del cultivo integrado en un sistema de recirculación (Acuaponía).

### Actividad 13.6. Parametrización y trabajo cuantitativo II

Porcentaje de avance: 100%

Fecha de Inicio-Término: noviembre 2018 - diciembre 2020

Metodología: Los parámetros de las funciones del modelo productivo fueron tomados de estudios anteriores y/o consultados de fuentes bibliográficas pertinentes de acuerdo con los requerimientos técnicos involucrados.

**a.- Submodelo biológico:** El crecimiento de la trucha arco iris en el sistema de recirculación fue modelado usando la siguiente ecuación diferencial conocida como el modelo de crecimiento de Gompertz.

Ecuación 15 
$$g(w) = a \cdot w - b \cdot w \cdot \ln(w)$$

donde  $g(w)$  es la tasa de crecimiento en función del peso;  $a$  y  $b$  son parámetros. Así el crecimiento en peso puede expresarse como

Ecuación 16 
$$w(t) = w_0 + \int_0^t g_i(w(t),) dt$$

Los datos utilizados para parametrizar este modelo provinieron de Merino y von Brand (2014) en el cual se reportan datos contenidos en gráficos sobre el peso de cohortes de truchas (2013 - 2014) producidas en Diaguitas Granja Agro – Acuícola en la región de Coquimbo. Estos gráficos fueron digitalizados y los valores numéricos reconstruidos usando la escala original contenido en las figuras del citado documento. Sobre la base de esas parejas de datos edad – peso se ajustaron los parámetros de la Ecuación 15 y Ecuación 16.

En el caso del camarón de río no se pudo seguir el mismo protocolo por la ausencia de datos acerca del crecimiento de camarón en sistemas de recirculación que correspondan simultáneamente a cultivos con truchas y hortalizas. Según Merino (com. pers.) sólo existen datos referenciales que indican que en piletas excavadas en tierra el camarón de río del norte crecería a razón de 0,31 gr día<sup>-1</sup>.

El peso de cosecha, para ambas especies, fue fijado en conjunto con la contraparte técnica. En el caso de la trucha se fijó un peso promedio de cosecha aprox. de 260 gr, lo cual ocurre alrededor del día 300 de cultivo, lo que permite generar solo un ciclo anual. En el caso de los camarones el peso de cosecha se fijó en 38 gr, lo que ocurre aprox. al día 120 de cultivo. De esta forma se pueden generar tres ciclos anuales de producción. En este sentido, el cultivo acuípónico funcionaría en paralelo a la extracción de camarones silvestres desde el río. Estos criterios difieren de lo reportado por Merino y von Brand (2019) quienes sugieren un peso de cosecha de 500 gr para la trucha, sin embargo, los datos disponibles indican que este peso no sería alcanzado por los peces en cultivo dentro de un ciclo anual. También en el caso del camarón los mismos autores sugieren un peso de cosecha de 45 gr ind<sup>-1</sup>, pero este peso objetivo fue disminuido para permitir la producción de tres ciclos dentro de un año calendario.

Con relación a la densidad inicial de cultivo esta fue de 240 ind en estanques de 7 m<sup>3</sup> para truchas (peso individual promedio de 10 gr) y 184 individuos de camarón de río del norte por estanque de 1,8 m<sup>3</sup> con un peso promedio individual de 0,31 gr. El mantener las truchas y camarones en estanques separados evita el efecto de la depredación y en este sentido los camarones se cultivan en los estanques donde se cultivarán las hortalizas, en este caso la albahaca.

- **Cultivo de hortalizas**

Análisis preliminares indicaron que la mejor opción de cultivo de hortaliza fue la albahaca, fundamentalmente dado por el mayor precio de venta y cero mermas en el cultivo. Así,

esta especie constituyó la mejor opción para contribuir a aumentar los ingresos del sistema de acuaponía. La albahaca tiene un ciclo de producción de 35 días y es posible generar 10 ciclos anuales de producción.

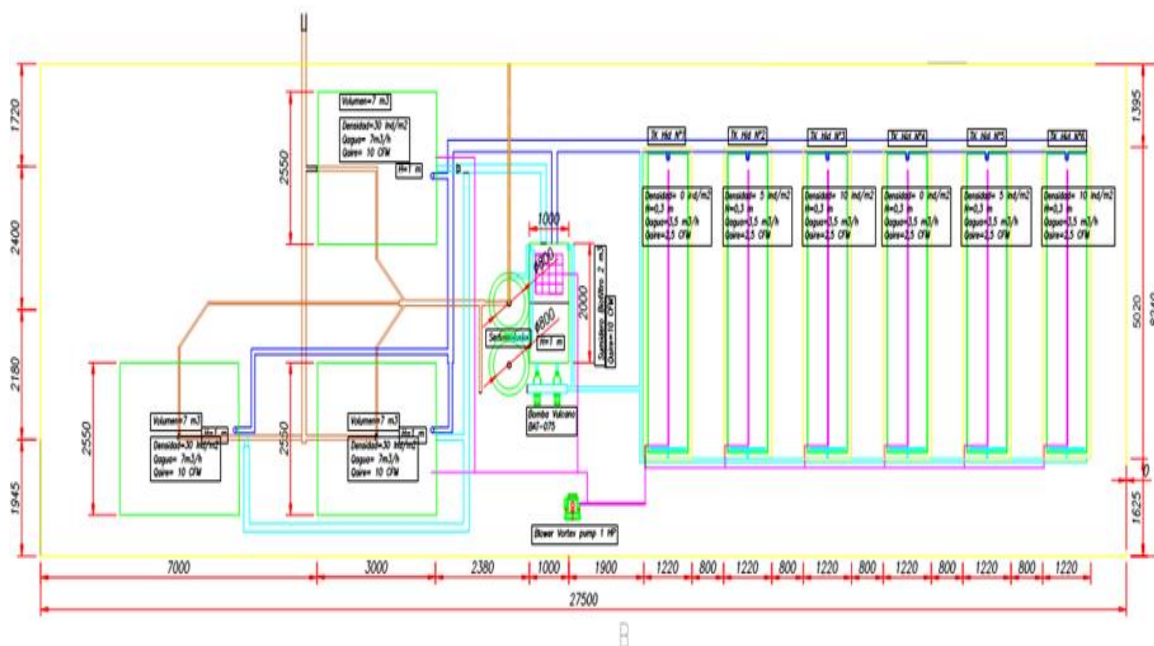
El detalle de valores de entrada para el modelo biológico – productivo se entregan en la **Tabla 3**. Los precios indicados en dicha Tabla fueron tomados de Díaz et al. (2013) actualizados según inflación.

**Tabla 3.** Parámetros usados en el modelo bioeconómico diseñado para la evaluación económica productiva del sistema de acuaponía

Peces :			
Condiciones Iniciales	Nr. estanques 7 m3	12	nr
	Peces por estanque	240	nr
Mortalidad	M	0,0001	% año-1
Crecimiento	a	0,0740	parámetro anabolismo
	b	0,0000	Parámetro T°
	c	0,0131	Parámetro Catabolismo
Alimentación	Mes 2	4	% Peso Corp.
	Mes 3	3	% Peso Corp.
	Mes 4	3	% Peso Corp.
	Mes 5	2	% Peso Corp.
	Mes 6	2	% Peso Corp.
	Mes 7	1	% Peso Corp.
	Mes 8	1	% Peso Corp.
Camarones :			
Condiciones Iniciales	Nr. raceways 1,8 m3	24	nr
	Camarones por estanque	184	nr
Crecimiento	Mortalidad	0,001	ind día-1
	Crecimiento diario	0,31	gr día-1
Hortalizas :			
Condiciones Iniciales	Nr. raceways 1,8 m3	24	nr
	Hortalizas por estanque	150	nr ind
	Lechugas (1)	150	nr ind
	Albahaca (2)	96	nr ind
	Cebollín (3)	480	nr ind
Ciclo de Producción	Mortalidad	0	ind día-1
	Albahaca (2)	35	días
Económicos :			
Energía	Costo	\$ 152	\$ kWh
	Mantenim. red húmeda	\$ 30.000	\$ / mes
Costo semilla	peces	\$ 12	\$ / gr
	Camarones	\$ 198	\$ / ind.
	Lechugas	\$ 43	5% precio de venta
	Albahaca	\$ 124	5% precio de venta
	Cebollín	\$ 12	5% precio de venta
Precio venta	Trucha	\$ 6.569	\$ / kg muerto
	Camarón	\$ 15.000	\$ / kg vivo
	Lechuga	\$ 866	\$ / unidad
	Albahaca	\$ 2.474	\$ / unidad
	Cebollín	\$ 247	\$ / unidad
Alimento	Truchas	\$ 876	\$ / kg
	Camarones	\$ 876	\$ / kg
Semillas	Smolt	\$ 7	\$ / gr
	Camarones	\$ 200	\$ / ind
Otros			
Personal	Sueldo Técnico	\$ 600.000	\$ / mes
	Sueldo Operario	\$ 400.000	\$ / mes
	Nr. Técnicos	1	nr.
	Nr. Operarios	1	nr.
	Altura manométrica	3	m
	Cuadal Bomba	75	L/m



**b.- Submodelo Tecnológico:** El sistema de recirculación utilizado fue el propuesto por Merino (com. pers.) y que en términos de estructura se muestra en la **Figura 9**. A esta estructura se le denominó “full” y consiste en tres estanques de 7 m<sup>3</sup> cada uno, donde se cultivan las truchas y seis estanques de 1,8 m<sup>3</sup> denominados raceways.



**Figura 9.** Sistema de acuaponía diseñado e implementado según Merino (com. pers.), Figura aportada por Germán Merino.

Una configuración alternativa, denominada básica en este Informe, consiste en una versión acotada de la configuración “full” y consiste en dos estanques de 7 m<sup>3</sup> y cuatro raceways de 1,8 m<sup>3</sup>. Esta configuración básica tiene como objetivo fundamental la docencia y es un módulo más bien demostrativo, pero al cual no se le ha hecho una evaluación económica de su potencial productivo.

Aunque en el marco del Proyecto el compromiso es instalar el módulo básico en el modelamiento económico – productivo se evaluaron distintas escalas de producción a partir ya sea de la configuración básica o full del sistema de acuaponía. En este sentido se evaluó amplificar por 2, 3 y 4 veces su tamaño original, en términos de cantidad de estanques involucrados en el escalamiento, esto con el fin de evaluar qué tamaño productivo es el más idóneo en términos de obtener un rendimiento económico.

En el módulo básico, el sistema consiste básicamente de un estanque acumulador de agua de 1,4 m<sup>3</sup>, una bomba de 1 HP, 1 blower, una serie de biofiltros, 1 bio mineralizador de 1,3 m<sup>3</sup>, un estanque circular de 7 m<sup>3</sup> para el cultivo de peces y cuatro estanques rectangulares (raceways) de 1,8 m<sup>3</sup> de capacidad para el cultivo de camarones y albahaca.

El recambio de agua se hace completamente cada 1 hora, tanto en los raceway, que contienen camarones y lechugas, como en los estanques circulares que contienen a los peces.

Hasta donde se ha conversado con la contraparte técnica, el subsistema tecnológico es un paquete completo, que se instalará *in situ*. Una vez instalado es necesario inicializar el sistema por partes, a saber (Merino y von Brand, 2019):

- a) Inicialización del sistema de biofiltro
- b) Inicialización del sistema plantas (lechugas)
- c) Inicialización del sistema peces (truchas)
- d) Inicialización del sistema camarones

Los requerimientos técnicos específicos se modelaron siguiendo las indicaciones contenidas en Merino y von Brand (2019).

Se modelaron específicamente las funciones de alimentación, en el caso de los peces y camarones; consumo de energía en el caso del recambio de agua de los sistemas acuipónicos (raceways y estanques circulares) y blowers. Así, el consumo de energía mensual ( $cE_m$ ) será

$$\text{Ecuación 17} \quad cE_m = \sum(E_{\text{agua}_m} + E_{\text{blow}_m})$$

donde  $E_{\text{agua}_m}$  es el consumo eléctrico mensual debido al movimiento de agua;  $E_{\text{blow}_m}$  es el consumo eléctrico mensual debido a los blowers.

El consumo de alimento se estimó, en general, de acuerdo con lo pautado por Merino y von Brand (2019), lo cual se detalla con otros indicadores en la **Tabla 4**.

**Tabla 4.** Detalles del proceso de alimentación y otros indicadores del cultivo

ITEM	MESES							
	0	1	2	3	4	5	6	7
% peso corporal		4	3	3	2	2	1	1
Alimento (kg / día)		x	x	x	x	x	x	x
Alimento (kg / mes)		x	x	x	x	x	x	x
Total alimento ciclo (kg)								x
FCRb		x	x	x	x	x	x	x
FCRe		x	x	x	x	x	x	x
FCRb Ac								x
FCRe Ac								x
GF3 Ac								x
Prod / pez								x

### c.- Submodelo Económico

El módulo de producción básico de acuiponía tiene un costo de inversión de \$7.524.726 + IVA y es asumido por privados el Proyecto FNDR como parte de la transferencia a la organización de camaroneros. El modelo bioeconómico no incorpora las depreciaciones de los equipos ya que se asume que las reposiciones también serán vía donaciones de privados.

El costo de producción es ex estanque, o sea, es el comprador quien asume el costo de extracción y proceso. En este sentido, la trucha se vende viva, lo mismo que el camarón. En términos del tamaño de la organización de camaroneros el modelo evalúa tres posibles tamaños, a saber: 12, 18 y 24 socios. Para cada uno de estos tamaños se evalúa mediante un análisis de riesgo, la probabilidad de obtener un ingreso *per cápita* anual de \$ 3.500.000, asumiendo que el sistema acuipónico permite a cada socio obtener un ingreso de \$700.000 durante los cinco meses que el recurso camarón está en veda en la cuenca del río.

En el análisis de riesgo se asumió una variabilidad del +/- 15% en los siguientes ítems:

- a. Crecimiento de truchas y camarones
- b. Mortalidad de truchas y camarones
- c. Precio de venta de truchas, camarones y albahaca

La razón para trabajar un porcentaje fijo de variación, acordado con la contraparte técnica, deriva del hecho de no tener observaciones de variabilidad en los ciclos biológicos ni contar con datos de mercado potencial para los recursos producidos.

En este submodelo la inversión inicial ( $I_0$ ) se entiende como el valor comercial de la unidad productiva que es construida por la UCN y cuyo costo de construcción, instalación y los costos de materiales ( $cMAT_0$ ) de monitoreo (pHmetros, etc).es asumido por el Proyecto FNDR. El capital de trabajo ( $KT_0$ ) requerido para iniciar la unidad, involucra los costos de mano de obra para el primer año puesto que inicialmente no habrá ingresos por ventas.

Los principales costos de operación ( $Cop_m$ ) incluyen

- i. Costos de Capital
- ii. Amortizaciones
- iii. Costos de energía eléctrica
- iv. Costos de mantenimiento
- v. Costos de mano de obra
- vi. Costos de alimentación
- vii. Costos de juveniles de camarón y trucha
- viii. Costos de almacigos de albahaca

Los costos totales anuales de operación ( $CTOp_y$ ) es la suma horizontal de dichos costos. Los ingresos totales anuales ( $IT_y$ ) serán la sumatoria de los ingresos calculados al momento de las cosechas ( $IT_m$ ). Estos se estiman como el producto entre el nivel de producción mensual al cierre de ciclo de cada especie por el precio de venta, ya sea por unidad (albahaca) o peso (camarón y trucha).

#### **B.- Modelo Cultivo en Estanque de Engorda**

Este submodelo se considera un complemento al modelo de acuaponía en el sentido que viene a complementar el ingreso generado por el cultivo mixto de peces, truchas y hortalizas. Consiste básicamente en dos estanques para el cultivo de camarón de río bajo un sistema de flujo abierto. Uno de estos estanques está destinado al cultivo de engorda y un segundo para el mantenimiento de la cosecha. No requiere un sistema de bombeo de agua, pero sí de una aireación constante a través de una bomba de 2 hp. El costo de inversión de un módulo de engorda es de \$ 3.987.410 más IVA.

Alternativamente, se evaluó el desempeño económico – productivo de un sistema de engorda basada en la utilización de 2 piletas o tranques preexistentes que tienen una dimensión de 40 x 20 m y que estarían disponibles para este efecto para una de las organizaciones.

Se incluyeron dos análisis de riesgo, basado en iteraciones de Monte Carlo, utilizando como fuentes de incertidumbre la mortalidad y el precio de venta del camarón, en cada caso con una variación de +/- 15% del valor de referencia.

**Tabla 5.** Parámetros del modelo del cultivo de engorda. Se incluye la inversión inicial, aunque este costo será asumido por el Proyecto FNDR.

Ítem	Cantidad	Unidades
Escalamiento	1	-
Nr. Estanques	1	nr.
Vol. Estanque	54	m <sup>3</sup>
Superficie estanque	50	m <sup>2</sup>
Densidad de siembra	30	ind / m <sup>2</sup>
L asintótico hembras	95	mm
Coef. Brody hembras	0,77	1 / año
to hembras	0	años
a L/P hembras	0,0011	gr
b L/P hembras	2,69	gr / mm
L asintótico machos	123	mm
Coef. Brody machos	0,57	1 / año
to machos	0	años
a L/Pm machos	0,00067	gr
b L/P machos	2,87	gr / mm
M hembras	0,00327479	día <sup>-1</sup>
M machos	0,00245609	día-1
Caudal Q	40	m <sup>3</sup> / h
Aireación	120	CFM
Alimento camarón	5	% peso corporal diario
Personal	2	persona
Sueldos	326.500	\$ / mes / persona
Costo juvenil	198,0	\$ / camarón
Energía	152	\$ / kW
Alimento	876	\$ / kg
Precio camarón	15.000	\$ / kg
Inversión	4.745.018	\$ IVA incluido

### Actividad 13.7. Construcción del modelo bio-económico integrado.

Porcentaje de avance: 100%

Fecha de Inicio-Término: noviembre 2018 - diciembre 2020

Metodología: El modelo bioeconómico integrado da cuenta de las variables de desempeño y parámetros relacionados con los costos, ingresos, rentabilidad, entre otros. El modelo construido fue la herramienta con la que se realizaron ellos análisis de los distintos escenarios de simulación.

### Actividad 13.8. Evaluación de escenarios y estrategias de explotación y manejo

Porcentaje de avance: 100%

Fecha de Inicio-Término: noviembre 2018 - diciembre 2020

#### a.- Evaluación del programa de repoblamiento

El objetivo fundamental de este ejercicio es mostrar el efecto que tiene la introducción en el río de juveniles generados en hatchery sobre variables de desempeño tales como biomasa, reclutamiento, captura, ingreso *per cápita* anual, costo medio por kilo capturado y costo medio de individuos generados en el marco del Programa de Repoblamiento.

Se compararon los resultados en las variables de desempeño evaluando tres escenarios: a) sin repoblamiento; b) con Programa de Repoblamiento introduciendo 25.000 juveniles en forma anual en un horizonte de seis años y c) introduciendo una cantidad de juveniles

suficiente como para generar un ingreso per cápita de MM\$ 4,5 durante el periodo que se permite efectuar faenas de explotación del camarón (siete meses al año), valor tomado como referencia equivalente a los dos sueldos mínimos mensuales.

#### **b.- Evaluación del módulo de acuaponía**

El modelo de acuaponía supone un sistema de recirculación donde se cultivan simultáneamente trucha arco iris, camarón de río del norte y albahaca. Esta última especie fue incluida ya que análisis preliminares indicaron un nivel de ingresos más alto con esta hortaliza que con las especies alternativas lechuga y cebollín.

La unidad de negocios que implica este modelo productivo acuípónico asume un precio de venta y un costo de producción ex estanque, esto es, que es el comprador quien asume el costo de extraer el producto de los estanques y de transportarlo al destino final.

El trabajo se orientó a determinar el nivel de producción necesario para satisfacer un ingreso per cápita durante cinco meses al año (en los que rige una veda extractiva del camarón) equivalente al ingreso generado por la actividad de pesca.

Los escenarios de simulación incluyeron dos configuraciones distintas del módulo productivo (básico y full); cuatro escalamientos de cada uno de ellos (1, 2, 3 o 4 veces su tamaño original) y tres tamaños de grupos de socios dedicados a actividades acuícolas (12, 18 y 24 socios).

#### **c.- Evaluación de módulos de estanques de engorda**

Este submodelo se considera un complemento al modelo de acuaponía en el sentido que viene a complementar el ingreso generado por el cultivo mixto de peces, truchas y hortalizas. Consiste básicamente en dos estanques para el cultivo de camarón de río bajo un sistema de flujo abierto. Uno de estos estanques está destinado al cultivo de engorda y un segundo para el mantenimiento de la cosecha. No requiere un sistema de bombeo de agua, pero sí de una aireación constante a través de una bomba de 2 hp. El costo de inversión de un módulo de engorda es de \$ 3.987.410 más IVA.

Se incluyeron dos análisis de riesgo, basado en iteraciones de Monte Carlo, utilizando como fuentes de incertidumbre la mortalidad y el precio de venta del camarón, en cada caso con una variación de +/- 15% del valor de referencia.

Tanto el modelo como los escenarios de simulación presentados fueron finalmente contruidos y trabajados en el programa Excel (Microsoft Corporation 1995-2019), mientras que los análisis de riesgo se implementaron en el programa Cristal ball.

### **8.15. Actividad 15. Desarrollo de un plan de manejo pesquero para camarón de río en el río Choapa, validando la estrategia pesquero acuícola sobre la que se desarrolla el presente proyecto.**

#### **Actividad 15.7. Talleres participativos para la elaboración del plan de manejo.**

Porcentaje de avance: 80%

Fecha de Inicio-Término: noviembre 2018 – diciembre 2020

Metodología: La realización de estos talleres están centrados en recoger los intereses y expectativas de los usuarios, así como sus sugerencias de cómo administrar el recurso, discutiendo e intercambiando alternativas de medidas de administración y manejo posibles

de implementar. Las técnicas utilizadas para el desarrollo de estas actividades corresponden a las del Sistema de análisis social (SAS2).

### **Actividad 15.8. Gira tecnológica al Perú.**

Porcentaje de avance: 0%

Fecha de Inicio-Término: noviembre 2018 – abril 2021

Esta actividad, finalmente no será desarrollada, por los motivos explicados con anterioridad.

### **Componente: Otras actividades**

### **8.19. Actividad 19. Reuniones del equipo técnico del programa.**

#### **Actividad 19.1. Reuniones del equipo técnico ejecutor.**

Porcentaje de avance: 100%

Fecha de Inicio-Término: diciembre 2018 - marzo 2021

Metodología: Según lo indicado en la propuesta técnica del programa, se mantendrían reuniones mensuales con los miembros del equipo ejecutor (IFOP, UCN y CESSO) para planificar, coordinar y resolver aspectos técnicos y de gobernanza del programa. A la fecha se ha ejecutado un total de 28 reuniones durante los meses de enero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, octubre, noviembre y diciembre 2019; enero, febrero, marzo, abril, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre 2020; febrero 2021 (ver verificadores **Anexo 3**).

### **8.20. Actividad 20. Talleres de difusión**

#### **Actividad 20.2. Página web programa.**

Porcentaje de avance: 100%

Fecha de Inicio-Término: diciembre 2018 - octubre 2020

Metodología: Según propuesto en el programa, personal técnico de IFOP elaboró la plataforma virtual (ver sección Resultados).

#### **Actividad 20.3. Realización video programa.**

Porcentaje de avance: 100%

Fecha de Inicio-Término: diciembre 2018 - octubre 2020

Metodología: Durante la realización del programa, se realizaron grabaciones audiovisuales de actividades relevantes de participación en conjunto con organizaciones camaroneras, entidades ejecutoras y gubernamentales, tales como campañas de terreno, capacitaciones técnicas, reuniones y el reciente evento de repoblación de camarones (ver sección Resultados).

## 9. Resultados e hitos:

### Componente 1.- Cultivo y repoblación del camarón de río

#### 9.2. Actividad 2. Producción de larvas y juveniles de camarón de río en laboratorio

##### Actividad 2.3. Desarrollo de dos ciclos de cultivo larval de camarón de río del norte

El primer ciclo de producción de larvas se inició en el mes de abril de 2019. Estas se sembraron en estanques independientes, considerando su procedencia. De esta manera es posible mantener la individualidad correspondiente a las hembras que dan origen a las larvas, para su posterior estudio genético. Para este primer ciclo de cultivo está constituido por 12 estanques de cultivo, cuyos juveniles producidos están destinados a la primera actividad de repoblamiento a ser desarrollada en el río Choapa (**Fig. 10**).



**Figura 10.** Laboratorio de producción de larvas y juveniles de camarón de río.

Procedimiento de cultivo: Se llevó a cabo un procedimiento estándar de cultivo. Se utilizó 12 estanques cilindro cónico de 250 L, los cuales son mantenidos con 150 L de agua salobre (20 psu) y a una temperatura de 25 ° C, un pH entre 7,2 a 7,5, oxígeno disuelto de 6,75 a 7,55 mg/L y un contenido de Amonio total de 0,1 a 0,66 mg/L. Estos valores corresponden a cifras promedio obtenidas en el cultivo, parámetros ambientales que son medidos diariamente. El agua de cultivo es preparada con agua de mar y agua dulce, mezclada en proporción para obtener 20 psu de salinidad. Posteriormente cuando los juveniles son obtenidos, la salinidad se va reduciendo hasta alcanzar el valor de 0 psu, agua dulce en que se mantienen los camarones hasta el proceso de marcaje.

La alimentación consiste en la entrega de 5 a 15 nauplios/mL de *Artemia franciscana*. El plan de alimentación se ajusta según el estadio de desarrollo de las larvas, el porcentaje diario de recambio de agua de los estanques (0 - 50 y 100%). También a partir del estadio de zoea 4, se entrega tres raciones de alimento formulado (flan a base de jibia), el cual es elaborado en el laboratorio. El promedio diario de alimento formulado por estanque es de 2 a 5 gr. Este alimento se entrega tamizado y de un tamaño que va desde los 300 a 50 micrones, considerando el estado de desarrollo de las larvas.

Durante el mes de abril del año 2020, en que se pudo trabajar con una autorización de pesca de investigación para la obtención de hembras con huevos del medio natural, fue posible iniciar la producción de larvas provenientes de hembras con huevos capturadas en el río Choapa. De esta manera, en la actualidad se cuenta con 10 estanques con larvas

provenientes de hembras del río. Considerando que un ciclo de cultivo larvario desde el estadio de zoea 1 hasta la obtención de juveniles dura 4 meses, se considera que los primeros juveniles se obtendrán en el mes de mayo y el siguiente grupo en el mes de agosto de 2019. Estos juveniles permitirán desarrollar la actividad de marcaje y posterior repoblamiento. No obstante, se debe considerar que, de acuerdo a los antecedentes reportados en un estudio genético, desarrollado durante al año 2018, se ha definido la existencia de diferencias genéticas en la población del río Choapa, que establece características diferenciadas entre camarones de las zonas altas, medias y baja del río. De estas hembras se ha recopilado material genético y se realizará el mismo procedimiento de los juveniles obtenidos para ser usados para la actividad de repoblamiento. Se deberá considerar la procedencia geográfica de las hembras para realizar la selección de sitios donde se llevará a cabo el repoblamiento.

El abastecimiento de agua dulce y de agua de mar, es un proceso de operación diario en que se debe considerar agua con alta calidad y pureza, filtrada hasta un micrón absoluto y pasada por un sistema de filtros UV. Además, se dispuso de un sistema de aeración para cada estanque que considera una red principal y una de emergencia, que provee del oxígeno requerido en el agua, el cual no debe ser inferior a los 5 mg L<sup>-1</sup>. A las larvas se provee de alimento vivo consistente en nauplios de *Artemia franciscana* y alimento formulado, correspondiente a un flan elaborado en el mismo laboratorio (**Tabla 6**).

**Tabla 6.** Plan de alimentación para larvas de camarón de río, según el estadio de desarrollo larvario.

Tipo de alimento	Zoea 1 a 7	Zoea 8 a 15	Zoea 16 a 18	Primer juvenil a juvenil de 10 mm de LC
<i>Artemia franciscana</i>	5 a 8 ind mL <sup>-1</sup>	10 a 15 ind mL <sup>-1</sup>	15 a 20 ind mL <sup>-1</sup>	-
Alimento formulado	Desde zoea 4 3,0 gr por estanque	4-5 gr. por estanque	6 gr por estanque	10 a 15 % biomasa

La composición del flan entregado a las larvas y que es de fácil formulación y elaboración, considerando que los propios camaroneros puedan elaborarlo, se formula en base a ingredientes ricos en proteínas y complementado con vitaminas y minerales (**Tabla 7**).

El segundo ciclo de desarrollo larvario para la obtención de juveniles, a partir de las hembras con huevos obtenidas del río Choapa, se inició en diciembre de 2019 y en mayo de 2020 se dio por finalizado el ciclo, obteniendo una cantidad de 9.465 ejemplares. Los juveniles que ahora pasan a etapa de pre-cría hasta alcanzar un tamaño de 10 mm de LC, para poder ser marcados a partir del mes de agosto de 2020.

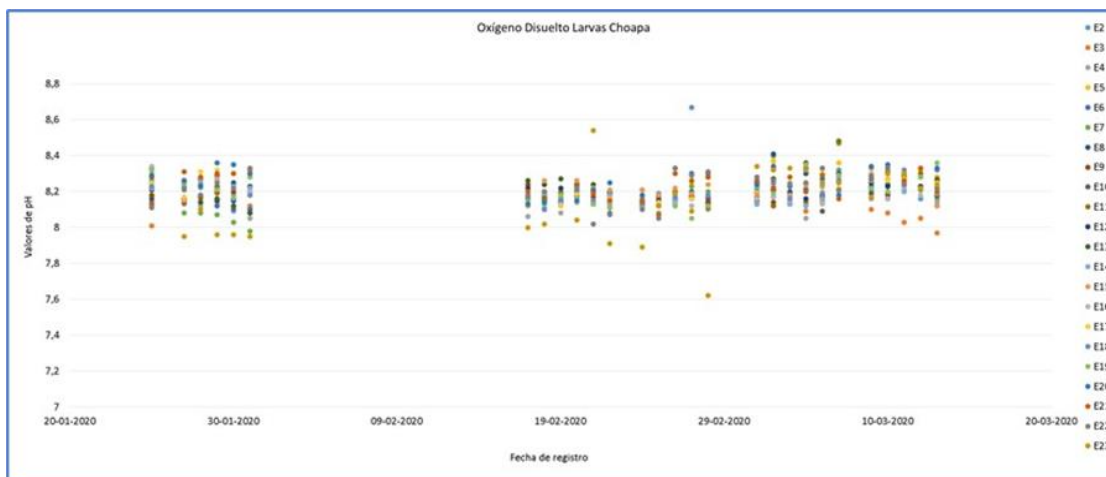
Los parámetros del ambiente de cultivo, como referencia se consideran estables y se mantienen dentro del rango aceptable por la especie. La temperatura del cultivo larvario se mantuvo en 25±1 °C (**Fig. 11**), el pH, cercano a 8,0 (**Fig. 12**) y el oxígeno disuelto sobre los 5 mgL<sup>-1</sup> (**Fig. 13**). Las mediciones de calidad de agua se realizan diariamente para cada estanque de cultivo y se priorizan de acuerdo al programa de recambio de agua que se establece con cambios del 100% cada semana y del 50% diariamente.

La etapa de pre-cría se realiza en los estanques señalados en la metodología y considera para estos camarones también una dotación de 4 estanques de 250 L, para disponer de los ejemplares de ambos ciclos.

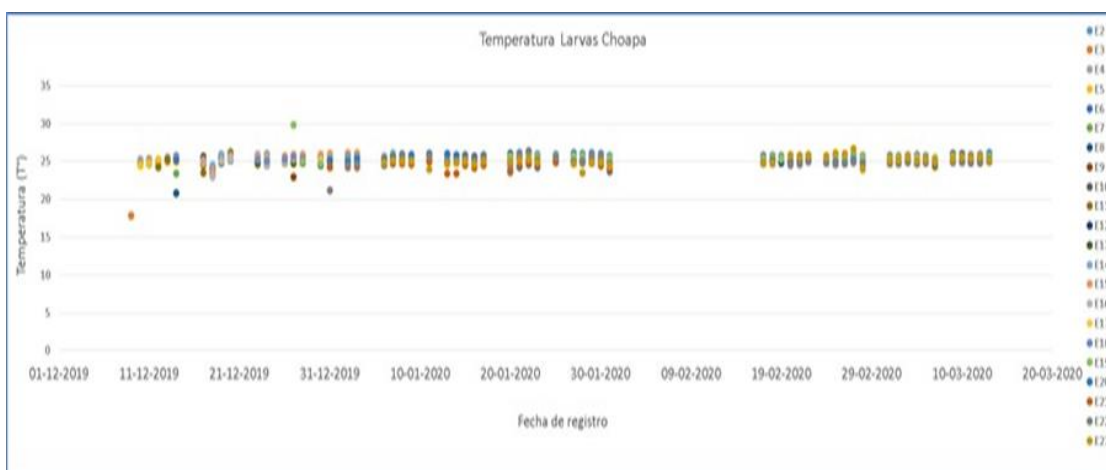


**Tabla 7.** Formulación del alimento tipo flan, constituyente de la dieta formulada entregada a las larvas y primeros juveniles de cultivo.

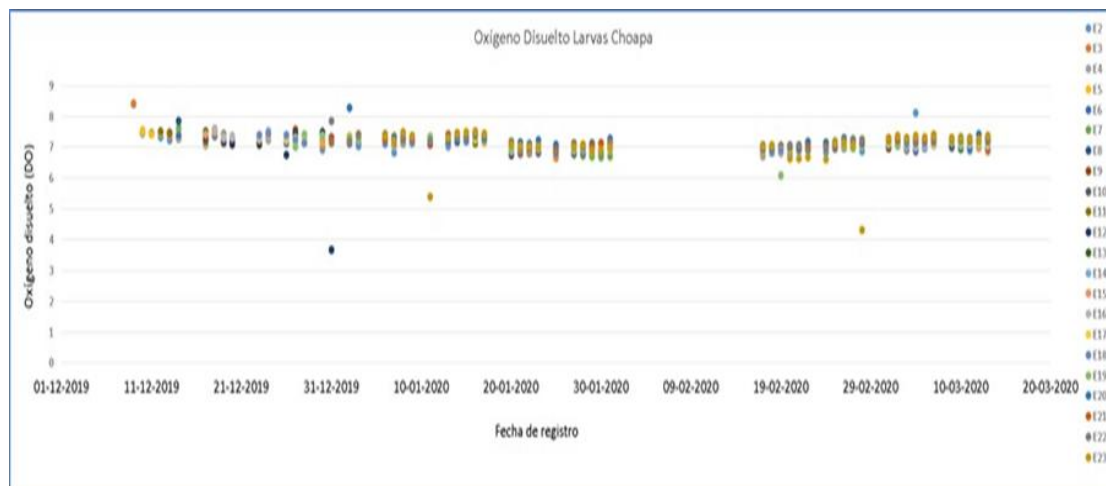
<b>Ingredientes/Composición</b>	<b>100 g</b>	<b>1 porción</b>
<b>Leche</b>		
Energía (Kcal)	400	100
Proteínas	21,6	5,4
Grasa total	9,7	2,4
Colesterol	15	3,8
H. de Carbono	56,5	14,1
Azúcares totales (g)	32,5	8,1
Fibra dietética	1,2	0,3
Vitamina A (µg ER)	800	200
Vitamina C (mg)	180	135
Vitamina D (µg)	16	12,8
Vitamina E (mg ET)	32	12,8
Vitamina B1 (mg)	0,8	0,112
Vitamina B2 (mg)	1,6	0,4
Niacina (mg EN)	10	1,4
Vitamina B6(mg)	1,6	0,32
Folato (µg EFA)	80	8
Vitamina B12 (µg)	2,8	1,96
Calcio (mg)	1000	310
Fósforo (mg)	800	200
Magnesio (mg)	300	75
Hierro (mg)	5,6	0,56
Zinc (mg)	12	2,4
<b>Aceite (Omega 3)</b>	<b>100g</b>	
Energía (Kcal)	820	24,6
Proteínas (g)	0	0
Grasa total (g)	99,8	3
Omega 3 total (g)	35	1,05
EPA (mg)	18000	540
DHA (mg)	12000	360
H. de Carbono disponible (g)	0	0
Azúcar (g)	0	0
Sodio (mg)	0	0
<b>Huevos Sta. Isabel</b>		<b>porcion de 51 g</b>
Energía (Kcal)		66
Grasa total (g)		4,1
Sodio (mg)		73
<b>Jibia en tarro (200g efectivos)</b>		<b>porcion de 50 g</b>
Energía (Kcal)	69	35
Proteína (g)	13,1	6,6
H. de Carbono disponible (g)	0	0
Azúcares totales (g)	0	0
Grasas totales (g)	1,9	1
Omega 3(mg)	253	127
Colesterol (mg)	177	89
Sodio (mg)	368	184



**Figura 11.** Temperatura del agua de cultivo de larvas de camarón de río.



**Figura 12.** Valores de pH del agua de cultivo de larvas de camarón de río.



**Figura 13.** Valores de pH del agua de cultivo de larvas de camarón de río.

## Resumen de las capturas de hembras con huevos del Río Choapa- período 2020-2021.

Se realizó capturas en 4 localidades, considerando abarcar una extensión de terreno, de acuerdo a la resolución de pesca de investigación, pero también considerando sectores donde trabajan los camaroneros y que presentan características distintivas en cuanto al tamaño de las hembras. La cantidad total de hembras obtenidas fue de 170 ejemplares de un total de 238 ejemplares capturados. La supervivencia al transporte fue de 71,4%. El resumen de la información considerando los lugares, cantidad y peso promedio, se indica en la **Tabla 8**. Las hembras con huevos capturadas y mantenidas en el laboratorio sobrevivieron en un 99 %, considerando algunos ejemplares que mudan espontáneamente producto del cambio de ambiente o estrés del transporte.

Los camaroneros manifestaron durante el periodo de captura de hembras con huevos, la reducción notable del nivel de agua del río. No obstante, se mantiene la diferenciación de tamaño de los ejemplares capturados, en que en la zona más alta del río es posible capturar ejemplares de mayor talla y peso.

**Tabla 8.** Resumen de la captura de hembras con huevos – periodo 2020-2021.

Lugar de captura	Coordenadas	Cantidad de hembras capturadas	Cantidad de hembras muertas durante el transporte	Cantidad de hembras con huevos en el laboratorio	Peso promedio (g)	Observaciones
Sector Coyuntagua	S- 31° 39' 38,8"; W- 71° 18' 50,7"	46	23	23	16,85	Hembras que peresnetan estrés al transporte. Pierden los huevos cuando están en estado avanzado de desarrollo, a los días siguientes mudan y no sobreviven.
Sector Confluencia	S- 31° 40' 23"; W- 71° 16' 56"	146	35	111	31,3	Hembras con huevos de color naranja, que se observan sin embrión activo. Al perder los huevos se genera el proceso de muda
Sector Puente Negro	S-31°.69'34"; W-71°26'76"	32	10	22	32,2	Hembras de menor tamaño que quedaron atrapadas en la parte inferior de la caja y se aplastaron.
Sector Los Loros	S-31°.46'47"; W- 70°57'59"	14	0	14	35,5	
Total ejemplares		238	68	170	28,963	

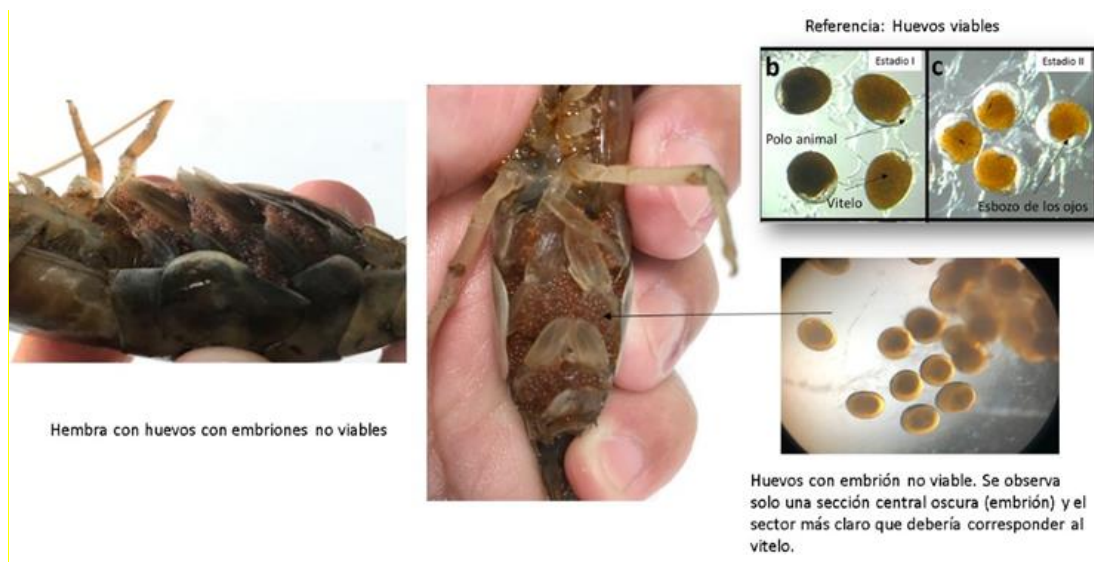
### Observaciones sobre la condición de las hembras con huevos capturadas

Se hace mención a dos observaciones referidas a las hembras con huevos capturadas. Situación que se ha observado anteriormente. No obstante, en esta oportunidad fue mucho más en proporción respecto del total de ejemplares capturados.

1. Huevos en malas condiciones, con embriones deteriorados y no viables. La observación inicial de las hembras con huevos, debe considerar las siguientes características: hembra sin daños corporales, con masa de huevos homogénea, huevos con color característico según grado de desarrollo embrionario y sin desprendimientos de huevos desde el embón de la hembra. Estos ejemplares en el laboratorio, son observados con mayor detención para determinar el estado de desarrollo del embrión, según una escala de estados que se usa como referencia.

En este caso se observó hembras con una masa de huevos abundante, pero con coloración más rojiza y que puede confundirse con huevos en estado avanzado de desarrollo embrionario. Ya que los camaroneros no alcanzan a distinguir la condición de los huevos a simple vista, ya que la masa de huevos puede ser abundante. Pero cuando se observan al microscopio los huevos presentan un embrión que está deteriorado, lo que corresponde a huevos no fecundados o a huevos en que el embrión no se desarrolló

adecuadamente (**Fig. 14**). Esta situación se observó principalmente en los ejemplares capturados en el sector de Puente Negro y Confluencia. Todas las hembras con dicha condición de los huevos fueron descartadas y mantenidas en un estanque hasta que los huevos se desprenden y la hembra genere un proceso de muda post periodo de portación de huevos. Estas hembras pueden estar en condiciones de reproducción con machos en laboratorio una vez que la gónada vuelve a estar en estado de madurez.



**Figura 14.** Observación de hembras con huevos no viables.

2. Presencia de hembras con huevos con alteraciones en el color corporal. Se pudo observar ejemplares que presentaban un comportamiento normal, sin daños corporales (ej. Deterioro del caparazón o de la quitina) pero con una coloración inusual del caparazón. Se presenta con manchas de color más claro, similar a un signo de despigmentación en zonas bien localizadas. El color de los camarones generalmente se vincula a la alimentación y también con las características del ambiente. Los ejemplares en el río y que se mantienen en zonas con vegetación abundante, presentan colores muy vivos y con tonos café, azul y naranja. Así mismo, cuando se les mantiene en estanques de cultivo, tienden a adquirir un tono más pálido en estanques claros y más oscuros en estanques negros. Esto se genera luego de varios procesos de muda. También se observa cambios en la coloración general, cuando hay procesos de muda, principalmente en las hembras que cuando se genera el proceso de muda reproductiva, su coloración general es más clara, manteniendo los rasgos de distribución de la pigmentación original (**Fig. 15**).

En el caso de las hembras indicadas con despigmentación, corresponde a ejemplares de un color café uniforme, pero con sectores del caparazón, tanto en el cefalotórax como abdomen, con manchas de color blanquecino. No se observa agujeros o que el tegumento esté deteriorado o blando en las zonas afectadas. Este signo deberá seguir observándose hasta que las hembras pasen por un nuevo proceso de muda y evaluar si la despigmentación permanece en la siguiente muda o desaparece.



**Figura 15.** Observaciones de hembras con huevos

#### **Actividad 2.4. Obtención de juveniles y desarrollo de la etapa de pre-cría**

A la fecha se han producido dos generaciones de juveniles producidos. Los del primer ciclo, que ya han permanecido aproximadamente 11 meses en condiciones de laboratorio, con una temperatura de 20°C y una dieta consistente en alimento formulado, con recambios de agua semanal. Estos son ejemplares que se encuentran en etapa de crecimiento y algunos ejemplares ya pasaron por su primer periodo de madurez sexual, durante la primavera y verano de 2019-2020. Esto implica un marcado comportamiento territorial de los machos, lo que conlleva a que se genere una dispersión de tamaños y la aparición de machos dominantes dentro del grupo. También se observa mortalidad en el proceso de muda de algunos machos que adoptan el morfotipo reproductor (crecimiento del segundo par de pereiópodos). En el caso de las hembras, se observa que ya han alcanzado la madurez sexual y es posible observar algunas hembras de pequeño tamaño con huevos. Se debe considerar la mortalidad natural, que podría alcanzar al 50% debido al confinamiento por largos periodos en espacios reducidos. Juveniles del primer ciclo de cultivo, ya están marcados y en espera de la siembra.

En mayo de 2020, el segundo ciclo larvario culminó y los juveniles (9.465) iniciaron su fase de pre-cría hasta que alcancen un tamaño de 10 mm de LC, para ser marcados. De esta manera en dependencias de la UCN se han mantenido dos generaciones de camarones destinados a repoblamiento. Esto implica, el cuidado de los camarones, alimentación, mantención de la calidad del agua, operación de sistemas eléctricos para el flujo de agua, flujo de aire y temperatura del agua, equipos de respaldo (uso generador y petróleo), personal (servicio de cuidado y de asistencia de emergencias con disponibilidad de 24 horas). En situación de contingencia sanitaria, no se ha suspendido la mantención de los camarones, sin embargo, se debió ajustar el trabajo en turnos, según los lineamientos del Gobierno de Chile y de la UCN para el trabajo presencial, resguardando la salud de las personas. En situación de cuarentena total, la actividad se realiza con mayores resguardos y con permisos colectivos solo para algunos trabajadores. En vista de esta situación, se sugirió considerar un evento de repoblación, sumando los juveniles del primer y segundo ciclo de cultivo.



De los parentales de estos juveniles, se generó la base de datos genéticos de las hembras que originaron a los juveniles del Ciclo 1 y Ciclo 2, considerandos para el estudio de parentesco o herencia de los genes en la descendencia de los camarones repoblados. Del ciclo de cultivo 3, también se obtendrá nuevo material genético de las hembras con huevos obtenidas del río. Para el ciclo 3 de cultivo, también se ha obtenido material genético de las madres, lo que se suma a la librería genética de camarones del Río Choapa, única en el país y que es referencia para estudios en otras cuencas.

El tercer ciclo de cultivo iniciado el día 20 de diciembre de 2020, se mantiene bajo las mismas condiciones ambientales que los otros dos ciclos anteriores. La metodología es similar, solo se ajusta algunos aspectos de la operación para el recambio de agua de los estanques en un 50 y 100 %, debido a que es necesario ajustar el llenado del estanque acumulador de agua, considerando los recambios específicos de fin de semana, de acuerdo a las restricciones de turnos y permisos especiales para trabajar en la fase sanitaria, según los lineamientos para la zona, actualmente en fase 2, del MINSAL.

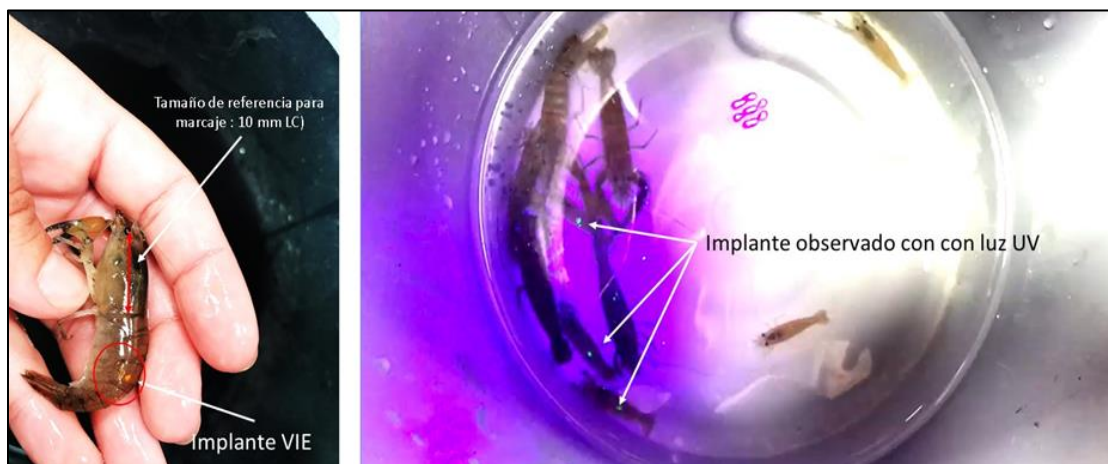
Se trabaja con cuadernos de laboratorio en que se lleva registro de los parámetros físicos y químicos del agua, alimentación, estado de condición de las larvas, supervivencia y operación de los sistemas de agua dulce y de mar y del sistema de aeración. Se instaló un total de 14 estanques de cultivo. El estado de desarrollo actual es de zoea 12 a 14.

Las hembras que ya no tienen huevos, son mantenidas en estanques acondicionado para ello, realizándose recambios de agua cada dos días y alimentación en dos raciones diarias. Estas hembras formarán parte del stock de reproductores de camarones del Choapa para una siguiente generación. Sólo se requerirá una cantidad de machos que podrán capturarse del río una vez que no exista la restricción de la veda. De esta manera será posible mantener los reproductores y hacer selección por tamaño para generar juveniles seleccionados a través de sus parentales.

#### **9.4. Actividad 4. Marcaje y siembra de juveniles de camarón de río producidos en laboratorio**

##### **Actividad 4.1. Marcaje de juveniles**

El proceso de marcaje para los juveniles está en ejecución y será con la utilización del Implante Visible de Elastómero (VIE), el cual diferencia a los ejemplares por un color y el sector derecho o izquierdo de la ubicación en el sector muscular del abdomen (**Fig. 16**).



**Figura 16.** Ejemplar juvenil marcado con implante de elastómero visible (VIE) y observación de camarones marcados con luz UV.

A partir de agosto, se ha iniciado el marcaje de los juveniles del segundo cultivo. La autorización para repoblamiento tiene fecha límite diciembre de 2020. La actividad de repoblamiento está condicionada por las condiciones del río, la temperatura del agua y la selección del sitio (mismo lugar en que se obtuvo las hembras), por lo que se sugiere su realización en octubre, cuando la temperatura del agua del río sea favorable para su adaptación y supervivencia. Juveniles del ciclo de cultivo 3, no se marcarán por no tener el tamaño adecuado para marcaje.

#### **Actividad 4.2. Cosecha y transporte de los juveniles marcados al río**

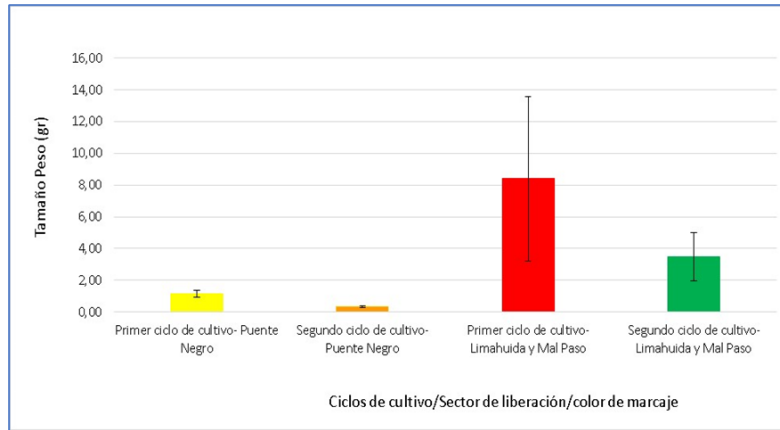
La actividad de cosecha de los camarones del cultivo 1 y 2, se ejecutó de acuerdo a lo planificado, considerando que la actividad completa hasta la liberación en el río demoró entre 11 a 11,5 horas. El procedimiento completo se llevó a cabo según el protocolo de transporte, obteniéndose un 100 % de supervivencia al transporte. La cantidad de camarones cosechados fue de 6.634 camarones. Si bien estaban considerados un número mayor, la mortalidad se establece debido a la prolongada permanencia de los camarones en las dependencias de la UCN, principalmente los del primer ciclo de cultivo, los cuales estuvieron a la espera la autorización para el repoblamiento. Los camarones del segundo ciclo de cultivo, se mantuvieron por dos meses extras debido a que se debió esperar condiciones apropiadas para la actividad de repoblamiento, considerando la situación del avance paso a paso de la pandemia.

El tamaño y peso de los camarones del primer ciclo de cultivo, reveló que el mayor tamaño sembrado fue camarones machos de 22,27 y 26,44 gr, considerando una longitud cefalotorácica de 29,45 y 33,59 mm de LC, tamaños muy cercanos a la talla de captura reglamentaria. Para el segundo ciclo de cultivo, las mayores tallas fueron de 18,12 y 19,04 gr con una longitud cefalotorácica de 30,18 y 30,32mm de LC, respectivamente. Estos ejemplares de mayor tamaño también eran machos.

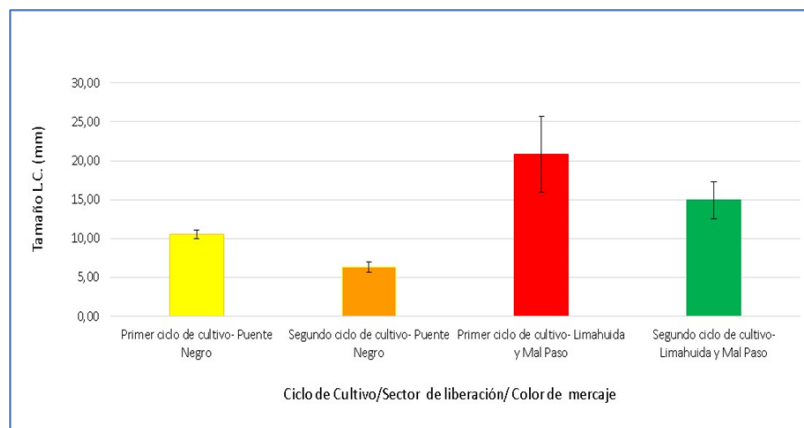
Por su parte los ejemplares de menor tamaño, fueron de 0,7 gr y 6,16 mm de LC para el primer cultivo y de 0,03 gr y 1,32 mm de LC, ambos dentro del rango de camarones factibles de marcar con el implante visible de elastómero (**Fig. 17 y 18**).

La mayor dispersión de tamaños se observa en los camarones de mayor tamaño, debido a que estos ya comienzan a diferenciarse luego de la primera madurez sexual, principalmente los machos que adquieren el morfotipo de macho reproductor, en que comienza el desarrollo del segundo par de pereiópodos (**Fig. 19**).

La proporción de sexos de los camarones liberados, corresponde para los ejemplares del primer ciclo de cultivo a una proporción de 1:4 machos y hembras para los camarones pequeños menores de 1,5 a 2 gr. Y de 1:1 para los camarones de mayor tamaño, incluidos los que ya muestran condiciones de madurez sexual y morfotipo de machos reproductores. Para los camarones del segundo cultivo la proporción de sexos para los camarones pequeños es de 1:5 para machos y hembras. Para los camarones de mayor tamaño, corresponde a una proporción de 1:2 machos y hembras. Esta proporción indicaría que en el cultivo se generaría una mayor cantidad de hembras. No obstante, a medida que los camarones crecen y se desarrollan un comportamiento más territorial y un crecimiento mayor de los machos, la proporción se equipara observándose una menor cantidad de hembras, probablemente afectadas por mortalidad por canibalismo.



**Figura 17.** Peso promedio  $\pm$  DS de los camarones liberados en los sitios seleccionados en el río.



**Figura 18.** Longitud promedio  $\pm$  DS de los camarones liberados en los sitios seleccionados en el río.



**Figura 19.** Macho del primer ciclo de cultivo, con características sexuales secundarias que lo definen como reproductor.



### Actividad 4.3 Siembra de juveniles en sitios seleccionados

Los camarones del cultivo 1 y 2 fueron liberados en los dos lugares seleccionados. Considerando del total una cantidad de 1.400 ejemplares para el sector de Limahuida-Malpaso y de 5.234 ejemplares para el sector de Puente Negro La actividad de liberación consideró la participación de los camaroneros, según el procedimiento entregado como programa de la actividad (**Fig. 20**).

La actividad considera el protocolo para la siembra con las siguientes actividades y resultados:

1. Llegada al sitio de la liberación
2. Descarga de las cajas y disposición de ellas a la orilla del río. Actividad realizada por los camaroneros de ambas organizaciones.
3. Apertura de las cajas y observación de la condición de los camarones. Supervivencia al transporte 100%. Los camarones estaban activos, reaccionando a la actividad natatoria, no se observó pérdida de apéndices.
4. Se procede a abrir las cajas para que se ambienten a la temperatura del sector. La temperatura del agua fue de 20,1 °C y el oxígeno disuelto de 10,21 mg/L, en el sector de Puente Negro. En el sector de Limahuida-Mal Paso la temperatura fue de 21,0°C.
5. Las bolsas se trasladan al río en el sector central del cauce y se dejan unos 15 minutos para que se genere una igualdad de temperatura entre el agua de las bolsas y del río.
6. Se hizo una demostración, por parte del personal de la UCN, de cómo abrir las bolsas y liberar los camarones para que luego los camaroneros repitieran la acción con todas las bolsas. Del Sindicato de camaroneros participaron 5 personas y de la Asociación gremial 3 personas quienes fueron los encargados de la liberación propiamente tal, ya que trabajaron con sus trajes de buceo y material de trabajo. El resto de los participantes observó desde la orilla del río.
7. Se hizo una pequeña reseña de la actividad de repoblamiento, para la ceremonia que se realizó en el sector de Puente Negro, debido a la presencia de las autoridades. Se mostró los camarones y las marcas con elastómero para visualizar los colores.
8. Una vez concluida la liberación, se procedió a recoger el material plástico y cajas para ser trasladadas a la UCN, ya que se debió seguir un procedimiento de sanitización.
9. Se dejó linternas UV para la revisión nocturna de los camarones.



**Figura 20.** Actividad de liberación de los camarones. Sector Limahuida-Mal Paso.

## 9.5. Actividad 5. Monitoreo y evaluación de la repoblación de camarón de río

### Actividad 5.4. Monitoreo de la repoblación de juveniles de camarón de río

Los datos están en etapa de ordenamiento y procesamiento. Los resultados finales serán presentados en el próximo informe de avance. Estos incluirán los meses de octubre, noviembre y diciembre 2020, y enero y febrero 2021.

### Actividad 5.5. Generar registro pesquero

Los datos están en etapa de ordenamiento y procesamiento. Los resultados finales serán presentados en el próximo informe de avance.

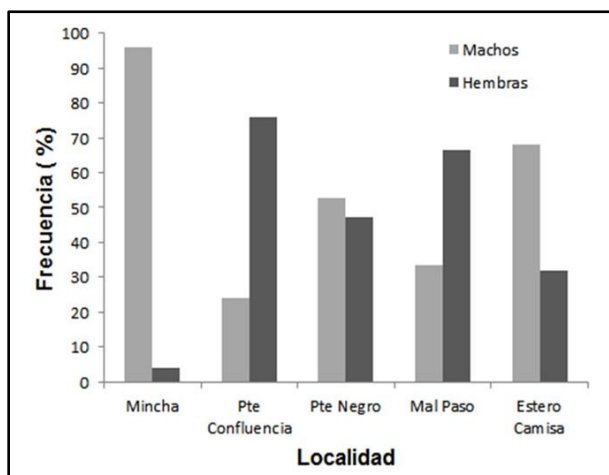
## 9.6. Actividad 6. Implementación de una base de datos genéticos del camarón de río

### Actividad 6.1. Generación de librería genómica

Obtención de muestras biológicas para extracción de ADN: Se obtuvo en promedio 20 individuos por localidad, siendo Mal Paso la zona donde se obtuvo el valor más bajo de individuos (N=6) (**Tabla 9**). El promedio de machos en el total del área muestreada en la cuenca fue de  $11,8 \pm 8,8$  y para las hembras  $8,2 \pm 6,8$ . La Alta desviación de los datos con respecto a la media, es explicable debido a la variación en la proporción de machos y hembras de los individuos capturados en cada uno de los puntos de muestreo, siendo la muestra procedente de Puente Negro la que presento valores de proporción cercano a 1:1 que corresponde a un punto intermedio del río, y por el contrario en la zona baja (Mincha) sólo se obtuvo 1 hembra (**Fig. 21**).

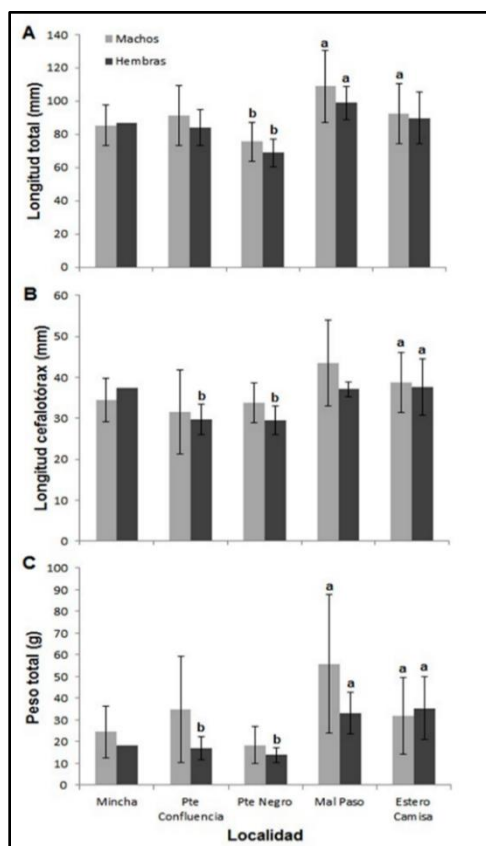
**Tabla 9.** Número de individuos muestreados en las distintas localidades seleccionadas.

Localidad	Nº de individuos
Mincha	25
Puente Confluencia	25
Puente Negro	19
Mal paso	6
Estero Camisa	25



**Figura 21.** Distribución porcentual de machos y hembras del total de camarones recolectados por localidad de muestreo.

De cada individuo capturado y que serán utilizados para análisis genético, se obtuvieron diferentes medidas morfométricas con la finalidad de identificar la variación entre individuos dentro y entre localidades. En este sentido, se observaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para los valores de longitud total, de cefalotórax y peso total. Esta significancia fue debido a la componente "población" y no para la componente "sexo" (Fig. 22).



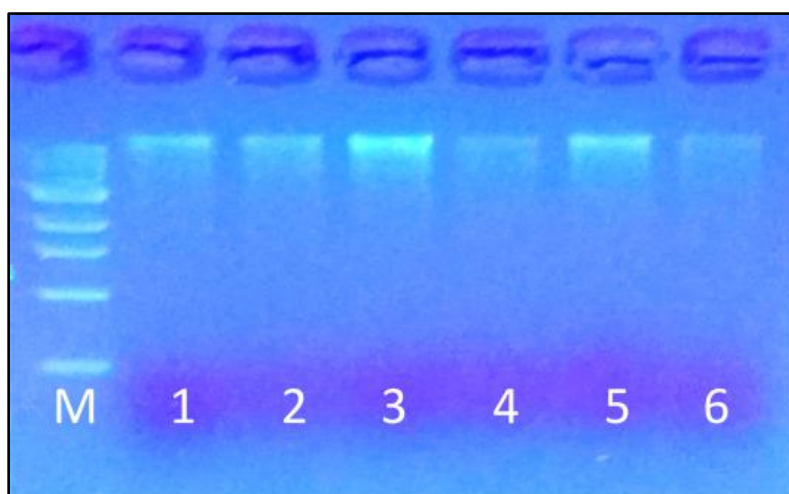
**Figura 22.** Gráficas de valores promedio obtenidos de longitud total, longitud cefalotórax y peso, a partir de camarones recolectados por localidad de muestreo.

Extracción, cuantificación e integridad de ADN: Los valores de cantidad de ADN medida en ng/uL en promedio fue de 194,06, siendo este valor considerado más que adecuado para realizar la amplificación de los microsatélites (SSRs). De igual manera todas las muestras muestran valores de pureza dentro del rango considerado como aceptable (1,8 a 2,2). (Tabla 10).

**Tabla 10.** Cuantificación y pureza de las muestras del ADN.

Sample Read#	Location	260 Raw	280 Raw	320 Raw	260	280	260/280	ng/ $\mu$ L
1	A2	0.326	0.192	0.063	0.261	0.127	2.056	260.542
1	B2	0.285	0.162	0.046	0.239	0.115	2.07	238.998
1	C2	0.559	0.299	0.052	0.518	0.252	2.056	517.69
1	D2	0.233	0.138	0.045	0.19	0.093	2.051	189.975
1	E2	0.246	0.143	0.042	0.208	0.102	2.029	207.704
1	F2	0.17	0.106	0.043	0.127	0.062	2.045	126.932
2	B3	0.238	0.139	0.041	0.197	0.097	2.032	196.863
2	C3	0.309	0.176	0.043	0.271	0.134	2.02	271.128
2	D3	0.216	0.126	0.041	0.178	0.086	2.065	177.719
2	E3	0.245	0.142	0.042	0.208	0.102	2.039	207.654
2	F3	0.298	0.168	0.05	0.252	0.119	2.116	251.964
2	G3	0.133	0.088	0.045	0.086	0.042	2.071	86.008

Respecto a la integridad de ADN en electroforesis en gel de agarosa, los resultados indican que las muestras se encuentran integras y que no hay evidencias de mayor contaminación ni degradación (**Fig. 23**).



**Figura 23.** Imagen del ADN correspondiente a 6 individuos en un gel de agarosa al 1,2 % en tampón Tris Borato EDTA (TBE). M, marcador de pares de bases de 1Kb.

## Actividad 6.2. Validación de la base de datos genéticos

### Caracterización de microsatélites

De las 3.039 lecturas, 14 microsatélites se pusieron a punto, esto quiere decir que su amplificación es constante y reproducible. Las características de los microsatélites se observan en la **Tabla 11**.

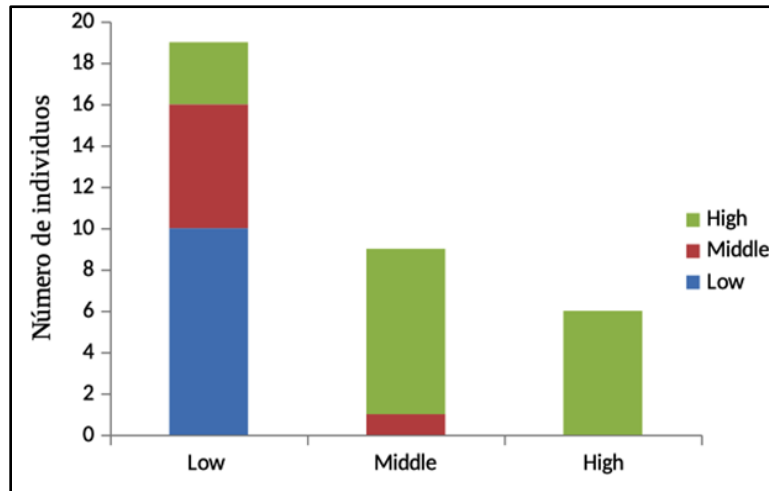
**Tabla 11.** Secuencia de los cebadores o “primers” para PCR, número de alelos, rango de tamaño de los fragmentos producidos, Heterocigosidad observada ( $H_o$ ) y esperada ( $H_e$ ), contenido de información polimórfica (*Polymorphism information content*, PIC) y la probabilidad de alelos nulos en individuos de *C. caementarius* en ríos del norte de Chile.

Locus	Repeat motif	Primers sequences (5'-3')	Annealing temp (°C)	N° of alleles	Size range	$H_o$	$H_e$	PIC	Null alleles
Cc003	(ATT) <sub>14</sub>	F TCGCTTATAGAGTCCTTATC R TAAGTGAGCTCTCTTCTTC	48	12	150-291	0.45	0.89	0.853	0.218
Cc005	(TTA) <sub>13</sub>	F TAGTAGTTTGGCGTACTTAG R TACTTCTCTCTAATAAGCGC	48	10	173-203	0.54	0.89	0.857	0.102
Cc006	(ATT) <sub>10</sub>	F CTACGAAGATGTAGTAGGTGA R GTGACTACATGCTGAATCAT	49	12	120-160	0.83	0.90	0.871	-0.021
Cc009	(TTA) <sub>8</sub>	F CACTGACCTGACTGATTACTA R CTTTACCACAGAGAGAAATC	48	10	154-202	0.40	0.71	0.655	0.126
Cc011	(AAT) <sub>7</sub>	F CCATAGAATAGGGTCTATCA R GTCAGTACTTGAATTCCTG	48	6	147-165	0.57	0.65	0.600	-0.078
Cc013	(ATT) <sub>15</sub>	F CTGAGATAAAGAAACGACTG R CTTGTTCCATATGAGTAGGT	48	13	89-224	0.47	0.86	0.833	0.058
Cc017	(AG) <sub>6</sub>	F GTCAGTGAGAAGAAAGAGACT R ACTTCTCTCTCTCTACAATC	50	2	193-195	0.03	0.03	0.032	-0.006
Cc020	(TCT) <sub>5</sub>	F TACTAGCAAGAACTAGGTCAG R CTCTAGGAAGTTGTCTTTG	48	5	117-159	0.46	0.71	0.646	0.111
Cc021	(AG) <sub>17</sub>	F CACAACACATCCTCTTAAC R GAACATCGTAACCTCTCTCA	49	16	156-213	0.70	0.89	0.868	0.070
Cc025	(TC) <sub>8</sub>	F CTAGTGCAGTTATGGAATCT R CAGCAACAGACTATAAATCC	48	5	194-226	0.72	0.69	0.628	0.050
Cc026	(AG) <sub>10</sub>	F GTTCCTCTCAAGAGTATGACT R CAGAAAGTGAAGGTGAAGTAC	50	8	163-179	0.36	0.82	0.787	0.074
Cc029	(TAA) <sub>17</sub>	F CAGTTACCTATTGTGTACAGG R CTCTCAGGATCACAACTAGA	50	6	177-204	0.40	0.72	0.743	0.045
Cc031	(TAA) <sub>14</sub>	F GTTACATGTGAATAGGGTTC R AACTACCTATACTGTTCTCC	49	11	218-263	0.79	0.86	0.846	0.012
Cc033	(AAT) <sub>12</sub>	F CTCATGGGTTTATAGACTGT R GTTCATTGATCTCTACC	48	16	133-187	0.52	0.90	0.904	0.121

### Análisis de parentesco

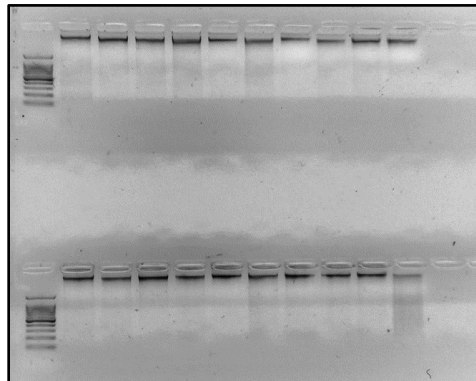
En una primera aproximación con los datos obtenidos en la **Tabla 12**, se seleccionaron 6 microsatélites cuyos valores de PIC y la probabilidad de presentar alelos nulos, permitirá realizar un análisis de parentesco con valores de asignación iguales o mayores al 95% de confianza. Para ello, los valores de PIC deben ser superiores al 0,5, los valores para alelos nulos inferiores a 0,1 obtenidos a través del programa Microchecker v2.2.3 (van Oosterhout et al., 2004), y los seleccionados fueron Cc006, Cc011, Cc013, Cc025, Cc029 y Cc031. Como una aproximación en la utilidad de esta herramienta, y basándose en los genotipos obtenidos para estos microsatélites en individuos procedentes del río Huasco (camarones utilizados para el ensayo preliminar) se detectó que en la zona baja del río (desembocadura) podemos encontrar individuos medio hermanos, es decir, que comparten uno de los padres, teniendo en cuenta su estructura reproductiva de un macho con harem, supuestamente compartirían el mismo padre. Destacar que en la zona alta (pre-cordillera) solo hay medios hermanos procedentes de esa misma zona, lo que podría indicar algún tipo de adaptación (**Fig. 24**).





**Figura 24.** Representación gráfica del número de medios hermanos a través del río Huasco entre las 3 áreas (Alta, Media y Baja) estimadas a través del paquete informático Colony v2.0.6.3 (Jones and Wang, 2010).

Para el presente objetivo, se cuenta con las muestras genéticas de las hembras con huevos traídas desde el río Choapa, de las cuales se obtendrán los individuos para repoblamiento y posterior análisis de parentesco. Un total de 33 hembras fueron colectadas para obtención del ADN íntegro (**Fig. 25**) y de concentraciones adecuadas para todo el análisis (**Tabla 12**).

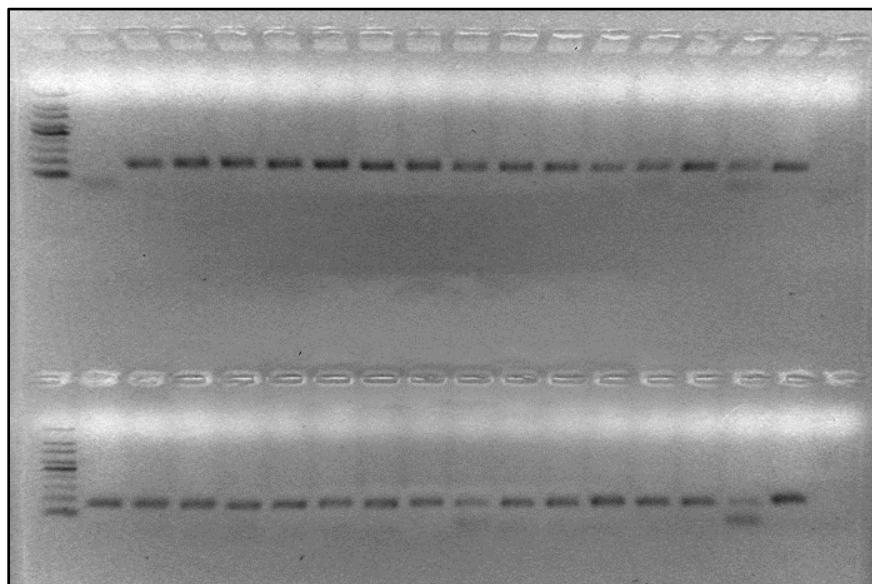


**Figura 25.** Gel de agarosa (1,5%, 1XTBE) en que se observa el ADN total obtenido para las hembras procedentes del río Choapa.

**Tabla 12.** Valores de concentración de ADN en ng/uL obtenidos para hembras procedentes del río Choapa.

Código	Concentración ADN (ng/uL)	Código	Concentración ADN (ng/uL)
CC LR 1	116	CC LR 18	103
CC LR 2	130	CC LR 19	102
CC LR 3	130	CC LR 20	116
CC LR 4	130	CC LR 21	96,2
CC LR 5	150	CC LR 22	43
CC LR 6	150	CC LR 23	106
CC LR 7	120	CC LR 24	118
CC LR 8	114	CC LR 25	100
CC LR 9	80	CC LR 26	120
CC LR 10	130	CC LR 27	118
CC LR 11	120	CC LR 28	66
CC LR 12	130	CC LR 29	70,8
CC LR 13	108	CC LR 30	64
CC LR 14	88,4	CC LR 31	69,2
CC LR 15	102	CC LR 32	112
CC LR 16	83,8	CC LR 33	47
CC LR 17	106		

Actualmente, se realizan las amplificaciones de los microsatélites seleccionados para el análisis de parentesco (**Fig. 26**).



**Figura 26.** Gel de agarosa en la que se observa la amplificación positiva del microsatélite Cc006, posición 1 de izquierda a derecha corresponde al marcador de pares de bases y en la parte superior en la posición 2 el control negativo.

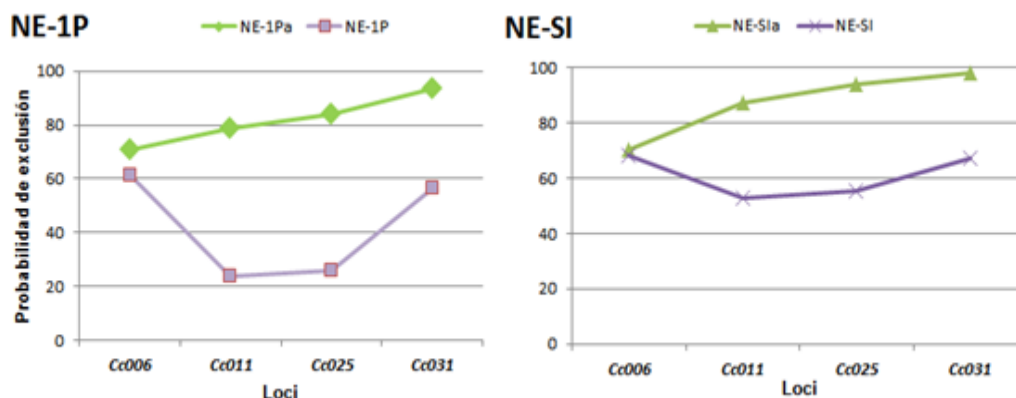
Se obtuvo el perfil de genotipos para cada una de las 33 hembras con la finalidad de realizar el análisis de parentesco o genealogía de la progenie sembrada en el río. Como ya se explicó, los criterios que permiten seleccionar microsatélites para ser utilizados en un análisis de parentesco son, a) El valor del Contenido de información polimórfico (PIC) debe ser mayor a 0,5 y b) El valor de los alelos nulos ser inferior a 0,1.

El número de alelos por locus y los niveles de heterocigotos fueron similares para ambos grupos, así como para el valor PIC. En cambio, el valor de la frecuencia de alelos nulos si varía mostrando valores superiores en las hembras lo que dejaría 3 loci fuera del criterio, es por esta razón que los valores deben calcularse a partir de grupos al azar y no sólo con hembras (**Tabla 13**). A partir de los genotipos individuales para los 6 loci, se calcularon las frecuencias alélicas para las hembras con huevos que se comparó con las frecuencias alélicas obtenidas para un grupo silvestre al azar procedente del mismo río. En la comparación observamos que de los 6 loci, en 4 de ellos el alelo más abundante es el mismo en ambos grupos, y de esta misma forma se observaron 7 alelos privados o característico de este grupo de hembras. Estos alelos son aquellos presentes en una única muestra, pero que presentan una frecuencia mayor a 0,05 (**Tabla 14**). Esta característica es importante en el momento de identificar a la progenie de estas hembras.

Basándose en estos loci la probabilidad promedio de asignación parental, y teniendo en cuenta un sólo padre candidato (NE-1P) se obtuvo un valor del 93.6% y el promedio de asignación conociendo solo la identidad de los hermanos (NE-SI) fue 98.1% (**Figura 27**).

**Tabla 13.** Estimación de variabilidad para 6 loci analizados para hembras ovígeras del río Choapa. Numero de alelos por locus (Na), heterocigosidad observada (Ho) y esperada (He), índice de fijación (F<sub>IS</sub>), contenido de información polimórfico (PIC), frecuencia de alelos nulos (An) en hembras (h) y silvestres (s).

Loci	Na	Ho	He	F <sub>IS</sub>	PIC(h)	PIC(s)	An(h)	An(s)
Cc006	15	0.848	0.918	0.077	0.897	0.871	0.029	-0.021
Cc011	5	0.938	0.650	-0.452	0.578	0.600	-0.181	-0.078
Cc013	13	0.581	0.902	0.360	0.878	0.833	0.163	0.058
Cc025	3	0.818	0.677	-0.212	0.636	0.628	-0.091	0.050
Cc029	10	0.406	0.812	0.503	0.774	0.743	0.218	0.045
Cc031	12	0.906	0.889	-0.020	0.862	0.846	-0.017	0.012



**Figura 27.** Probabilidad promedio de exclusión para un panel de hijos con sólo el genotipo uno de los padres candidato (NE-1P) y la identidad entre hermanos (NE-SI). En verde el valor acumulado y en lila los individuales, a partir de los genotipos de los individuos silvestres.



**Tabla 14.** Comparación de frecuencias alélicas obtenidas de los loci seleccionados para análisis de parentesco para hembras ovígeras e individuos silvestres del río Choapa.

<b>Loci</b>	<b>Hembras Choapa</b>	<b>Silvestres Choapa</b>	<b>Loci</b>	<b>Hembras Choapa</b>	<b>Silvestres Choapa</b>
<b>Cc006</b>			<b>Cc025</b>		
N	33	30	N	33	30
120	0	0.033	194	0	0.276
122	0.015	0	206	0.121	0.448
124	0.046	0	210	0	0.190
126	0.015	0.017	220	0.046	0
130	0.076	0.05	224	0.530	0.069
132	0.015	0.067	226	0.091	0.017
136	0.046	0.133	228	0.152	0
138	0.076	0	230	0.061	0
140	0.046	0.133	<b>Cc029</b>		
142	0.167	0.133	N	32	30
144	0.015	0	159	0.063	0
146	0.121	0.167	174	0.031	0
148	0	0	177	0	0.180
150	0.106	0.15	180	0.063	0
152	0.091	0.05	183	0.156	0.140
156	0.106	0.05	186	0.234	0.240
158	0.061	0	189	0.328	0.320
160	0	0.017	192	0.063	0.100
162	0	0	195	0.031	0
<b>Cc011</b>			198	0.016	0
N	32	30	201	0.016	0
147	0	0.033	204	0	0.020
153	0	0.017	<b>Cc031</b>		
156	0.125	0.167	N		
159	0.484	0.533	218	0	0.035
162	0.328	0.200	230	0	0.862
165	0.031	0.050	233	0.016	0
168	0.031	0	236	0.047	0.052
<b>Cc013</b>			239	0.094	0.138
N	31	29	242	0.188	0.241
89	0	0.150	245	0.156	0.172
104	0	0.267	248	0.141	0.086
155	0	0	251	0.109	0.103
167	0	0.017	254	0.078	0.052
170	0.226	0.183	257	0.125	0.017
176	0.097	0.033	263	0.016	0.017
179	0.016	0.017	266	0.016	0
182	0.081	0.033	272	0.016	0
185	0.048	0.100			
188	0.097	0.033			
191	0.129	0.083			
194	0.065	0.050			
197	0.065	0			
200	0.032	0.017			
203	0.065	0			
206	0.048	0			
209	0.032	0			
218	0	0			
224	0	0.017			

## Variabilidad genética

Asimismo, como ya se manifestó en el informe anterior, se muestrearon 5 áreas procedentes del río Choapa (Mincha, Puente confluencia, Puente negro, Mal paso, estero camisa). Actualmente y con los ADN idóneos se realizó la PCR de 12 microsatélites de los antes mencionados, para todos los individuos.

El análisis de los 12 microsatélites específicos para *C. caementarius* utilizados en este estudio mostró que el número promedio de alelos por locus fue 9,58, siendo los más altos para Cc021 y Cc033 con 16 alelos y el menor para Cc017 con 2. El valor del contenido de información polimórfico (PIC) promedio fue de 0,754, todos mayores a 0,5 con excepción del locus Cc017 (0,021) (**Tabla 15**).

**Tabla 15.** Caracterización de 12 microsatélites (SSRs) desarrollados para *C. caementarius*. NT corresponde al número total de individuos analizados para cada SSR, TA la temperatura de emparejamiento, Na número de alelos por locus y PIC contenido de información polimórfico.

Locus	NT	Motivo y número de Repeticiones	Secuencias del Primers (T-3')	TA	Na	Rango de tamaños	PIC
Cc005	50	(TTA)13	F TAGTAGTTGGCGIACIAG R TACTTCTCTCTAATAAGCGC	48	10	173-203	0.865
Cc006	50	(ATM)10	F CTACGAAGATGTAGTAGGTGA R GTGACTACAIGGIGAAICAT	49	12	120-160	0.910
Cc009	50	(ATT)8	F CACTGACCTGACTGATTACTA R CTTTACCACAGAGAGAAATC	48	10	151-202	0.800
Cc011	50	(AAT)7	F CCATAGAATAGGGTCTATCA R GICAGTACTIGAATTICIG	48	6	147-165	0.624
Cc013	50	(ATT)15	F CTGAGATAAAGAAACGACTG R CTTGTTC CATATGAGTAG GT	48	13	89-224	0.877
Cc017	50	(AG)6	F GTCAGTGAGAAGAAAGAGACT R ACTTCTCTCTCTCTACAATC	50	2	193-195	0.021
Cc021	50	(AG)17	F CACAACACATCCTCTTAAT R GAACATCGTAACCTCTCTCA	49	16	156-213	0.905
Cc025	50	(TC)8	F CTAGTGCAGITATGGAATCT R CAGCAACAGACIATAATCC	48	5	194-226	0.646
Cc026	50	(AG)10	F GTTCCTCTCAAGAGTATGACT R CAGAAGTGAAGGTGAAGTAC	50	8	163-179	0.863
Cc029	50	(TAA)17	F CAGTTACCTATTGTGTACAGG R CTCTCAGGATCACAAGTCTA	50	6	177-204	0.773
Cc031	50	(TAA)14	F GTTACATGTGAATAGGGTTC R AACIACCCTATACTGTCTCC	49	11	218-263	0.860
Cc033	50	(AAT)12	F CTCATGGGTTTATAGACTGT R GTTCATTTCATGATCTCTACC	48	16	133-187	0.900

Todos marcadores fueron polimórficos en al menos una de las poblaciones analizadas, con excepción del locus Cc017 que fue monomorfismo para todas poblaciones excepto para Puente Confluencia (Tabla 8). El análisis de las frecuencias alélicas indicó una desviación significativa del equilibrio de Hardy –Weinberg (HWE) en los loci, Cc005, Cc006, Cc013, Cc021, Cc026, Cc029, Cc031 y Cc033 ( $P < 0,05$ ), todos ellos con deficiencia de heterocigotos. No se detectó evidencia de desequilibrio de ligamiento en las comparaciones de pares de locus ( $P > 0,05$ ). Los análisis de alelos nulos fueron significativos para 3 loci (Cc026, Cc031, Cc033) en 4 de las 5 poblaciones analizadas (**Tabla 16**).

**Tabla 16.** Frecuencias alélicas para 12 loci microsatélites en 5 poblaciones procedentes del río Choapa. En los recuadros se destacan aquellos que muestran frecuencias significativas para la presencia de alelos nulos.

Poblaciones						Poblaciones						Poblaciones					
Locus	Mincha	Puente Confluencia	Pintacura	Maipaso	Estero camisa	Locus	Mincha	Puente Confluencia	Pintacura	Maipaso	Estero camisa	Locus	Mincha	Puente Confluencia	Pintacura	Maipaso	Estero camisa
Ce005						Ce013						Ce026					
N	30	10	30	9	30	N	9	10	10	10	10	N	30	10	10	10	10
173	0	0.15	0.15	0.111	0	89	0.056	0.05	0	0	0	159	0.05	0	0	0	0
176	0.1	0	0.05	0.056	0.05	104	0.056	0.05	0	0	0	161	0	0.05	0	0	0
179	0.05	0.1	0	0	0.1	170	0.333	0.2	0.05	0.25	0.35	163	0.1	0.05	0.1	0	0.1
182	0.15	0.15	0	0.056	0.1	176	0	0	0.05	0	0	165	0.2	0.4	0.1	0.25	0.35
185	0.15	0.05	0	0.056	0.05	179	0.056	0.1	0.15	0.1	0	167	0.2	0.1	0.25	0	0.2
188	0.2	0.2	0.1	0.111	0.15	185	0	0.15	0	0.15	0.2	169	0.2	0	0.1	0.15	0.1
191	0.15	0.15	0.1	0.167	0.2	188	0	0.1	0.1	0.25	0.2	171	0.1	0.05	0.05	0.1	0
194	0.1	0	0.35	0.333	0.2	191	0.056	0.05	0.2	0	0.15	173	0.05	0.2	0.1	0.05	0.05
197	0.1	0.1	0.15	0.056	0.15	194	0	0	0.1	0.05	0	175	0	0	0	0.05	0.05
200	0	0.05	0.1	0.056	0	197	0.167	0.05	0.1	0	0	177	0	0.1	0	0	0.05
206	0	0.05	0	0	0	200	0	0	0.1	0.15	0.05	179	0	0	0.1	0.05	0
F <sub>IS</sub>	0.236	0.241	0.176	0.375**	0.341*	203	0.056	0.1	0	0.05	0	181	0	0.05	0	0.05	0.05
Ce006						206	0.111	0.1	0.05	0	0	183	0.1	0	0.05	0	0
N	30	10	30	9	30	209	0	0	0.05	0	0.05	185	0	0	0	0.2	0
118	0	0	0.05	0.056	0	212	0	0	0.05	0	0	187	0	0	0	0.05	0
120	0	0	0.1	0	0	218	0.111	0.05	0	0	0	193	0	0	0.1	0.05	0
124	0	0	0.05	0	0	F <sub>IS</sub>	0.375**	0.148	0.086	0.480**	0.27	197	0	0	0.05	0	0.05
126	0.15	0.1	0.05	0.111	0	Ce017						F <sub>IS</sub>	0.893***	0.27	0.684***	0.341**	0.423**
128	0	0.1	0	0	0	N	10	10	10	10	7	Ce029					
130	0	0.05	0	0.056	0.1	193	1	0.95	1	1	1	N	30	9	9	10	9
132	0.15	0.05	0.05	0.056	0	195	0	0.05	0	0	0	177	0	0.056	0	0	0
136	0.05	0.1	0.1	0.111	0	F <sub>IS</sub>	NA	0	NA	NA	NA	180	0.05	0.111	0.167	0.05	0.056
138	0.15	0.1	0	0.222	0.1	Ce021						183	0.25	0.167	0.056	0.4	0.167
142	0.05	0.1	0.25	0	0.2	N	10	10	10	10	10	186	0.1	0.056	0.389	0.35	0.111
146	0	0.05	0.1	0.111	0.2	153	0	0	0	0	0.05	189	0.4	0.222	0.222	0	0.5
148	0.05	0	0.05	0	0.05	155	0	0	0	0	0	192	0.2	0.222	0.111	0.2	0.167
150	0	0.1	0.05	0	0.1	157	0.05	0	0	0	0	195	0	0.167	0	0	0
152	0.2	0.05	0.1	0.167	0.2	159	0	0	0.05	0	0	198	0	0	0.056	0	0
154	0.05	0	0	0	0	167	0	0	0.05	0	0	F <sub>IS</sub>	0.357	0.118	0.316	0.450*	0.396*
156	0.1	0.1	0.05	0	0.05	169	0.05	0.1	0.1	0.05	0	Ce031					
158	0	0.1	0	0.111	0	171	0.35	0.1	0	0.2	0.05	N	10	10	10	9	10
164	0.05	0	0	0	0	173	0.35	0	0	0.05	0.05	218	0	0	0.15	0	0.05
F <sub>IS</sub>	0.133	0.172	0.143	0.284*	-0.013	175	0.35	0.15	0.25	0.35	0.15	230	0.1	0.05	0	0.111	0.05
Ce009						177	0.05	0.15	0	0.05	0.25	236	0.2	0.05	0.1	0.111	0.1
N	30	9	30	30	30	179	0	0	0.1	0.05	0.05	239	0	0.25	0.15	0.222	0.05
151	0.1	0	0.15	0	0	185	0	0.1	0.05	0	0	242	0.2	0.1	0.15	0.167	0.4
154	0.05	0.056	0.05	0.2	0.1	187	0	0	0.05	0	0	245	0.1	0.1	0.05	0.056	0
157	0.65	0.444	0.25	0.35	0.3	189	0	0.05	0.05	0	0.05	248	0.15	0.4	0.1	0.222	0.1
160	0.05	0.056	0	0.05	0	191	0	0	0.05	0	0	251	0.15	0	0.1	0	0.1
174	0	0.056	0.05	0.05	0.05	193	0.05	0.15	0	0	0.05	254	0	0	0.05	0.056	0.05
177	0	0.056	0.05	0.1	0	195	0	0.05	0	0.05	0.05	257	0	0.05	0.1	0	0.05
180	0	0	0	0.05	0.05	197	0	0	0.1	0	0.05	263	0.1	0	0	0	0.05
183	0.05	0	0.05	0	0.1	199	0.1	0	0.05	0.05	0.05	266	0	0	0.05	0.056	0
186	0	0	0.05	0	0	201	0	0.05	0	0.05	0	F <sub>IS</sub>	0.451**	0.119	0.368**	0.389*	0.294*
189	0	0	0	0.05	0.2	203	0	0	0.1	0.1	0.15	Ce033					
192	0.1	0.167	0	0	0.1	205	0.25	0.05	0.05	0	0	N	30	10	10	10	10
195	0	0.056	0.1	0.1	0	F <sub>IS</sub>	0.03	0.263*	0.143	0.065	-0.098	133	0	0	0	0	0.05
198	0	0.056	0.1	0.05	0	Ce025						139	0.1	0	0.1	0.05	0
201	0	0.056	0.1	0	0	N	10	10	9	10	10	142	0	0	0	0.05	0
204	0	0	0	0	0.05	182	0	0.05	0	0	0	145	0.05	0	0	0	0
207	0	0	0	0	0.05	192	0	0.05	0.056	0	0.1	148	0.05	0.05	0	0.15	0.05
210	0	0	0.05	0	0	194	0	0.15	0.167	0.3	0	151	0.2	0.05	0.25	0	0
F <sub>IS</sub>	0.321	0.172	0.018	0.059	0.208	198	0	0	0.056	0	0	154	0	0.05	0	0	0.05
Ce011						202	0	0	0.056	0	0	157	0	0.1	0.05	0.1	0.2
N	30	9	30	30	30	206	0.5	0.4	0.556	0.5	0.6	160	0	0.05	0.1	0.1	0.05
153	0	0	0	0.05	0	210	0.5	0.15	0.056	0	0.25	163	0.05	0.15	0.15	0.25	0.15
156	0.1	0.222	0.05	0.2	0.25	212	0	0	0.056	0.05	0.05	166	0.1	0.2	0.05	0.15	0
159	0.55	0.389	0.45	0.45	0.45	224	0	0.2	0	0.15	0	169	0.2	0.2	0	0	0.2
162	0.3	0.278	0.4	0.25	0.2	F <sub>IS</sub>	-1	-0.286	-0.143	-0.538	-0.371	172	0.1	0.1	0.15	0.05	0.15
165	0.05	0.111	0.1	0.05	0	Ce037						175	0.1	0.05	0	0	0.05
168	0	0	0	0	0.1	N	10	10	10	10	10	178	0.05	0	0.15	0.05	0.05
F <sub>IS</sub>	-0.473	-0.037	-0.565	-0.108	-0.266	133	0	0	0	0	0	181	0	0	0	0.05	0
Ce039						139	0.1	0	0.1	0.05	0	Ce041					
N	30	10	30	9	30	142	0	0	0	0	0.05	Ce043					
173	0	0.15	0.15	0.111	0	145	0.05	0	0	0	0	Ce045					
176	0.1	0	0.05	0.056	0.05	148	0.05	0.05	0	0.15	0.05	Ce047					
179	0.05	0.1	0	0	0.1	151	0.2	0.05	0.25	0	0	Ce049					
182	0.15	0.15	0	0.056	0.1	154	0	0.05	0	0	0.05	Ce051					
185	0.15	0.05	0	0.056	0.05	157	0	0.1	0.05	0.1	0.2	Ce053					
188	0.2	0.2	0.1	0.111	0.15	160	0	0.05	0.1	0.1	0.05	Ce055					
191	0.15	0.15	0.1	0.167	0.2	163	0.05	0.15	0.15	0.25	0.15	Ce057					
194	0.1	0	0.35	0.333	0.2	166	0.1	0.2	0.05	0.15	0	Ce059					
197	0.1	0.1	0.15	0.056	0.15	169	0.2	0.2	0	0	0.2	Ce061					
200	0	0.05	0.1	0.056	0	172	0.1	0.1	0.15	0.05	0.15	Ce063					
206	0	0.05	0	0	0	175	0.1	0.05	0	0	0.05	Ce065					
F <sub>IS</sub>	0.236	0.241	0.176	0.375**	0.341*	178	0.05	0	0	0.15	0.05	Ce067					
Ce008						181	0	0	0	0.05	0	Ce069					
N	30	10	30	9	30	183	0.1	0	0.05	0	0.05	Ce071					
118	0	0	0.05	0.056	0	185	0	0	0.05	0	0.05	Ce073					
120	0	0	0.1	0	0	187	0	0	0.05	0	0.05	Ce075					
124	0	0	0.05	0	0	189	0	0	0.05	0	0.05	Ce077					
126	0.15	0.1	0.05	0.111	0	191	0	0	0.05	0	0.05	Ce079					
128	0	0.1	0	0	0	193	0.05	0.15	0	0	0.05	Ce081					
130	0	0.05	0	0.056	0.1	195	0	0.05	0	0.05	0.05	Ce083					
132	0.15	0.05	0.05	0.056	0	197	0	0	0.1	0	0.05	Ce085					
136	0.05	0.1	0.1	0.111	0	199	0.1	0	0.05	0.05	0.05	Ce087					
138	0.15	0.1	0	0.222	0.1	201	0	0.05	0	0.05	0	Ce089					
142	0.05	0.1	0.25	0	0.2	203	0	0	0.1	0.1	0.15	Ce091					
146	0	0.05	0.1	0.111	0.2	205	0.25	0.05	0.05	0	0	Ce093					
148	0.05	0	0.05	0	0.05	206	0.25	0.05	0.05	0	-0.098	N	10	10	10	10	10
150	0	0.1	0.05	0	0.1	209	0	0	0.05	0	0	133	0	0	0	0	0.05
152	0.2	0.05	0.1	0.167	0.2	212	0	0	0.056	0.							

**Tabla 17.** Estimaciones de variabilidad para las 5 muestras en el río Choapa.  $H_o$  y  $H_e$  corresponden al promedio del número de heterocigotos observados y esperados,  $N_a$  promedio del número de alelos por locus,  $A_R$  el promedio de la riqueza alélica por locus y  $A_P$  alelos privados por población.

Estimaciones de variabilidad	Poblaciones				
	Mincha	Puente Cofluencia	Pintacura	Malpaso	Estero camisa
$H_o$	0.583	0.667	0.642	0.600	0.633
$H_e$	0.742	0.803	0.793	0.770	0.757
$N_a$	6.7	8.0	8.3	7.2	7.2
$A_R$	5.9	6.9	7.0	6.2	6.1
$A_P$	1	2	1	1	1

Con respecto a los alelos privados, aquellos que son exclusivos de una población, se consideraron aquellos con frecuencias iguales o superiores a 0,1. En este sentido, todas las poblaciones mostraron a lo menos un alelo privado en 5 loci SSRs (**Tabla 18**).

**Tabla 18.** Presencia de alelos privados en 5 locos para las 5 procedentes del río Choapa

Locus	Mincha	Puente Cofluencia	Pintacura	Malpaso	Estero camisa
Cc006		128	120		
Cc011					168
Cc021	155				
Cc026				185	
Cc029		167			

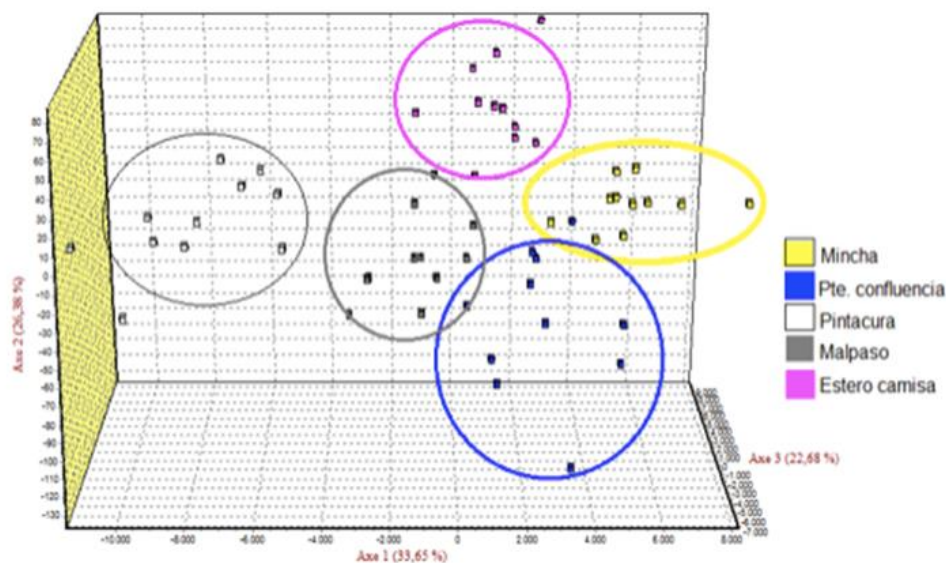
Para el análisis de diferenciación genética se eliminaron los 3 loci que mostraron desequilibrio de H-W y frecuencia significativas en alelos nulos, en 4 de las 5 poblaciones. En este caso, se obtuvo un valor significativo de diferenciación genética  $R_{ST}$  específico para SSRs de -0,0132 ( $P=0,002$ ). En un análisis pareado de  $F_{ST}$  mostró un valor significativo de 0,00291 ( $P=0,0044$ ). Además, se empleó un método bayesiano para obtener el valor K más probable que corresponde al mayor valor de  $\ln P(K)$  con menor desviación, siendo este  $K=3$  (**Tabla 19**).

**Tabla 19.** Valores de diferenciación genética poblacional obtenidos a través del método de Evanno.

K	Reps	Mean	Stdev	$\ln'(K)$	$ \ln''(K) $	Delta K
		$\ln P(K)$	$\ln P(K)$			
1	6	-1941.7	1.16	NA	NA	NA
2	6	-2045.75	86.62	-104.05	73.92	0.85
3	6	-2075.88	83.19	-30.13	116.32	1.40
4	6	-2222.33	146.96	-146.45	90.15	0.61
5	6	-2278.63	289.98	-56.30	NA	NA

Un re análisis de  $R_{ST}$  de las poblaciones, se utilizó sólo la población de Mincha ubicada en la zona baja del río (cercana al mar) y se comparó con otra muestra formada por las poblaciones de Malpaso y Estero camisa de la zona más alta (aproximadamente 60 km), obteniéndose un valor de diferenciación significativa de 0,0114 ( $P=0,001$ ).

El análisis AFC es un tipo de análisis canónico particularmente bien adaptado para describir las asociaciones entre dos variables cualitativas, este caso las frecuencias genotípicas. En este sentido, y como se observa en la **Figura 28** se diferencia la muestra de Pintacura a través del Eje 1 explicado por 33,65% de la variación y Puente confluencia de Estero camisa a través del eje 2 con un 26,38% de la variación (**Fig. 28**).



**Figura 28.** Resultados de la estructuración genética poblacional de camarón de río Choapa *C. caementarius* de acuerdo con la distancia de río. Se representan en colores diferentes las posibles mezclas entre poblaciones.

A partir de estos resultados podemos identificar principalmente dos grupos, los que se encuentran en la zona baja del río (cercana al mar) y zona alta (precordillera). Esta información es vital desde el punto de vista del repoblamiento, ya que como se ha documentado con anterioridad, existen diferencias ambientales tales como temperatura y salinidad, indicando una posible adaptación ambiental, por lo que es vital importancia identificar el sitio de extracción de las hembras ovígeras, de tal forma que su progenie llegue al mismo sitio, y así aumentar el éxito del repoblamiento.

Por otro lado, durante los últimos muestreos se han detectado hembras marcadas con huevos, esto es, hembras pertenecientes a la primera liberación de ejemplares obtenidos en el laboratorio, al tener genotipificadas las hembras que dieron origen a ellas, es posible determinar el grado de parentesco entre las mencionadas hembras ovígeras. El hallazgo de hembras marcadas con huevos indica que, los individuos utilizados en el primer repoblamiento, pasan a formar parte de la población efectiva de *C. caementarius* en el río Chopa.

Los antecedentes obtenidos de la evaluación genética, se ponen a disposición para el plan de manejo de los camarones en la cuenca del Río Choapa y para toda actividad de repoblamiento. Además, esta situación ha generado que se proyecte un 50% de dependencia de hembras con huevos del río y un 50% de hembras con huevos provenientes de ejemplares mantenidos en laboratorio, lo que se podrán reproducir

naturalmente considerando la selección por tamaño y la proporción de machos y hembras (1:3). Importante considerar, que el plan de reproducción natural puede ser desarrollado por los camaroneros, considerando los dos componentes indicados: la selección por tamaño de los reproductores, considerando un 10% de los ejemplares más grandes de una población de origen y una proporción de hembras y machos de 3:1, para la conformación de familias con las cuales se podrá dar origen a una nueva generación de ejemplares juveniles de camarón.

## **Componente 2.- Transferencia tecnológica del cultivo y repoblación del camarón de río**

### **9.7. Actividad 7. Capacitación y trabajo participativo en cultivo y repoblación del camarón de río.**

#### **Actividad 7.1 Primer ciclo de capacitación en temáticas básicas sobre técnicas sobre cultivo de camarón y cultivos integrados**

El día sábado 22 de junio de 2019, desde las 11:00 horas hasta las 17:00 horas en Liceo Polivalente Padre José Herde Pohler, ubicado en Luis Infante 520 Canela, Provincia Choapa, se realizó el primer taller capacitación y trabajo participativo del primer ciclo de capacitación.

La actividad correspondió a una capacitación para los camaroneros, vinculada al desarrollo de cultivos integrados bajo el modelo de acuiponía. Se aprovechó la instancia para acercar a los camaroneros a la red de sistemas de cultivos integrados que se está desarrollando en la región en los Colegios Agrícolas de Canela, Monte Patria y Tongoy en la Región de Coquimbo y el Colegio de Alto del Carmen, en la Región de Atacama. Estos sistemas productivos instalados cuentan con autorización ambiental y de acuicultura, lo que facilita el transporte desde la UCN hacia los colegios.

En la visita al Colegio Agrícola de Canela los camaroneros pudieron conocer el proyecto de formación de los estudiantes del Colegio, que considera un modelo de cultivo acuipónico básico, en que se cultiva lechuga y truchas. En esa oportunidad se incorporó una actividad de transferencia tecnológica, correspondiente al transporte de camarones producidos en la UCN. La actividad se inició con la actividad de procedimiento de recepción de los camarones (**Fig. 29**), los que fueron transportados en bolsas plásticas, con agua dulce y oxigenación, se adjunta documento de transporte de camarones entregado a los asistentes). Se realizó un proceso de aclimatación y también un trabajo práctico para evaluar la condición de los camarones (unos 400 ejemplares aproximadamente), la toma de muestras de peso y talla. Posteriormente se ejecutó la actividad de siembra de los camarones en los estanques de cultivo hidropónico de lechugas. Para fomentar el uso de equipos básicos de terreno y trabajo de campo, se les habilitó en el uso de la balanza, pie de metro, cálculos de alimentación, según biomasa y toma de medidas de los camarones (peso y talla).

Se constituyeron tres grupos de trabajo, los cuales trabajaron cada uno en un estanque de cultivo acuipónico con cultivo de lechugas. En la actualidad estos estanques constituyen parte de un sistema acuipónico que incluye hortalizas y truchas. Para el ejercicio práctico los camarones transportados desde la UCN, se integraron al sistema considerando como estanques de cultivo aquellos donde se mantienen las hortalizas, en este caso las lechugas. Los camarones se sembraron en los estanques y con las medidas corporales y de peso. Para luego calcular la cantidad de alimento a proporcionar. El seguimiento de la condición de los camarones sembrados, estuvo a cargo de un profesional técnico del Colegio y de personal de la UCN (**Fig. 30**). Importante es considerar las condiciones ambientales y la adecuación de los camarones al nuevo sistema. Se acompañó a esta actividad práctica



una charla del Dr. Germán Merino (UCN, **Fig. 31**) quien mostró a los camaroneros las técnicas aplicadas en Chile para el desarrollo de la acuiponía.



**Figura 29.** Bolsas de transporte para juveniles de camarón de río.



**Figura 30.** Observación de la condición de los camarones posterior a su integración al cultivo.



**Figura 31.** Actividad taller sobre cultivos integrados (acuipónicos).

Durante el sábado 7 de septiembre, se realizó la segunda actividad del primer ciclo de capacitación. Para la actividad, se dispuso de dos instalaciones. Un laboratorio de docencia (Nº7) el cual se habilitó para recibir a los camaroneros. Se organizaron cuatro grupos dispuestos en mesas de trabajo habilitadas con lupa, bandeja para camarones, baldes, balanza, pie de metro, alimento vivo (*Artemia*), entre otros elementos. También se habilitó el laboratorio de cultivo de crustáceos para la realización de la actividad de cosecha y cuantificación de larvas. Esta actividad fue realizada por los camaroneros. Para ello, en este laboratorio se habilitó un estanque con larvas y se dispuso de baldes, contador de larvas, vasos y recipientes para la realización de la actividad. También en este laboratorio se pudo observar la cosecha de *Artemia* como alimento vivo.

Se logró trabajar con 12 personas pertenecientes a la Asociación Gremial de Camaroneros del Choapa (**Fig. 32**). Se diseñó y desarrolló una actividad teórica - práctica especialmente elaborada para los camaroneros, que consideró una guía de trabajo en que se detalló las actividades a realizar y las prácticas guiadas por personal del laboratorio de cultivo de crustáceos y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Acuicultura que estuvieron invitados a la actividad para apoyar, sobre todo el trabajo de realización de cálculos y uso de equipos. Para la actividad también se dispuso de un desayuno buffet y mantención de alimentación tipo coctel durante todo el evento. También se apoyó con la movilización desde la ciudad de Illapel a Coquimbo (ida y vuelta).

Las temáticas que se desarrollaron fueron:

- a) Cosecha de larvas, cuantificación de larvas (toma de muestras con contador de larvas y cálculos) y siembra.
- b) Elaboración de alimento formulado. Flan que se preparó en el laboratorio.
- c) Cuantificación de alimento vivo, cálculos de porcentaje de eclosión de *Artemia* y alimentación de larvas.
- d) Manejo de la Reproducción de los camarones. Identificación de caracteres sexuales de machos y hembras desarrollo gonadal, apareamiento y mudas.
- e) Marcaje de camarones. Actividad realizada por los camaroneros con muestras de camarón juveniles y adultos.
- f) Charla sobre aspectos legales y autorizaciones para cultivos integrados.



**Figura 32.** Camaroneros de la Asociación Gremial del Choapa en actividad de capacitación en dependencias de la UCN.



En resumen, con la Asociación Gremial de camaroneros, se han realizado los cursos 1 y 2 de la capacitación. Se entregó el material comprometido y se pudo realizar las actividades en un 100%.

Para el caso del Sindicato de Camaroneros del Choapa. No se ha podido concretar una fecha para su capacitación y realización de su viaje a la UCN, debido a que no han logrado llegar a acuerdos para definir una fecha. Para formalizar la capacitación, se les envió una carta solicitando indiquen una fecha factible (septiembre del 2019). Posteriormente, en el mes de enero 2020, se insistió en coordinar fecha para ejecutar la capacitación pendiente enviando carta formal con fecha 04 de enero de 2020, en esta oportunidad se solicitó (por parte del sindicato) de manera condicionante, un pago por la asistencia a las capacitaciones. Desde el punto de vista de la propuesta de capacitación UCN, para ambas organizaciones está considerado el costo de transporte, alimentación y materiales. No obstante, un pago o bono por capacitación no se considera debido a que, de manera interna, se debe rendir los gastos realizados con documentos contables. Esta situación se explicó a la Directiva del Sindicato, específicamente Sra. Marlene Villalón, pero es una condición que aún se mantiene y se espera resolver a la brevedad.

Actualmente, se considera la propuesta para la realización del curso de capacitación sobre cultivo de camarón, según lo indicado en la sección metodología del presente informe. El día viernes 12 de febrero de 2021, se entregará la programación y alternativas del curso a la directiva del Sindicato, para así fijar las fechas y preparar los materiales para realizar la actividad de capacitación en cultivo de camarón a ser realizada en la ciudad de Illapel. Este cambio significa un gran esfuerzo en el traslado de las larvas vivas y de todos los materiales para el desarrollo de una actividad práctica que pudo desarrollarse sin problemas en la UCN en su debido tiempo. No obstante, en pos de entregar la mayor cantidad de alternativas para el desarrollo del trabajo práctico, que es fundamental en este proyecto se ha generado la alternativa propuesta.

La actividad de capacitación abierta, se realizará según lo indicado con una modalidad de seminario on line. Esto permitirá generar la difusión del proyecto y contar con una mayor convocatoria, incluso considerando invitados internacionales, principalmente de Perú para conocer la actividad camaronera en ese país.

La modificación de la modalidad, pero no de los contenidos, se ajusta a las condiciones de seguridad sanitaria que no permiten por el momento realizar dicho seminario en un recinto cerrado y considerando las medidas de salud correspondientes, cantidad de personas en relación al aforo en locales cerrados y distancia social que rijan en esa fecha tanto a nivel local, regional y nacional. De esta manera, debido a COVID19, esta actividad de asistencia masiva de ser realizable, no debería contravenir las indicaciones del Gobierno de Chile para su ejecución. Esta actividad depende exclusivamente de las directrices de las autoridades locales y/o del Gobierno de Chile para eventos de convocatorias masivas en un recinto cerrados. En escenario COVID-19, esta actividad propone considerar una modalidad on line, esperando pueda generar una convocatoria mayor y abierta a todo tipo de público. Además de considerar pueda estar en diferentes plataformas y en redes sociales pudiendo ser reproducida libremente.

#### **Actividad 7.2 Segundo ciclo de capacitación en temáticas básicas sobre técnicas sobre cultivo de camarón y cultivos integrados**

Esta actividad se está planificando en su fecha de realización, una vez estén dadas las condiciones de seguridad sanitaria para realizar actividades presenciales masivas. No obstante, el avance se materializa en la preparación de material didáctico y documentos entregables para los asistentes. Se está procediendo a generar protocolos de trabajo para las actividades de cultivo que serán entregados a cada integrante de las organizaciones.

En escenario COVID-19 esta actividad, se podría considerar bajo una modalidad on line, esperando se pueda trabajar en esta modalidad con los camaroneros de ambas agrupaciones. Además de considerar que el material entregado pueda estar en diferentes plataformas y en redes sociales pudiendo ser reproducida libremente.

La propuesta ha considerado la posibilidad de que los camaroneros conozcan a otros grupos a nivel nacional que trabajan en sistemas acuíponicos de pequeña escala. Existiendo vínculos con la Sociedad de Acuiponía de Chile a cargo del Sr. Gabriel Salvo Parra, director ejecutivo de acuiponía Chile y Asesor en sistemas de acuiponía. Socio Fundador Acuiponía Chile y Socio Co-Fundador Cooperativa de Trabajo Endémica. Esta oportunidad puede generar vínculos en los siguientes temas: 1. Conceptos básicos de acuiponía 2. Manejo de la calidad del agua 3. Modelos de otros sistemas acuíponicos artesanales y como operarlos 4. El reúso del agua dulce. 5. Que conozcan trabajos de otras personas dedicadas a la acuiponía y que puedan integrarse a alguna red de personas que hacen algo similar.

### **Curso sobre formulación de proyectos**

La actividad se realizó el día 28 de enero de 2021. Hubo asistencia de la directiva de la AG y de los camaroneros de dicha agrupación. Se trabajó con los siguientes documentos.

1. Ficha iniciativa de proyectos, trabajo en 6 pasos (**Fig. 33**). Esta ficha está preparada específicamente para que las ideas de proyectos puedan ser representadas sobre lavase de un problema a resolver y una solución para dicho planteamiento. En general este principio, es el que se aplica en la mayoría de las propuestas de iniciativas que desean ser presentadas para el logro de financiamiento directo o en propuestas en que se participa en concursos públicos y abiertos en diferentes temáticas con participación de postulantes que presentan las condiciones de admisibilidad.

Este es un ejercicio básico y aparentemente simple. No obstante, lo más complejo es que las personas puedan plasmar una idea en un texto que represente lo que desean resolver. La mayor dificultad encontrada es que los camaroneros consideran como problemas a resolver algunas propuestas que están fuera de su alcance o que están varias etapas más allá del inicio requerido para resolver dicho problema. Es decir, considerar el problema por etapas y resolver cada una de ellas como un pequeño proyecto cuya sumatoria podrá resolver el problema mayor.

En este caso, la actividad en un comienzo se centró en el tema del agua y las reglas que definen su distribución equitativa. Considerando la actividad camaronera con un papel menos importante en el uso del agua en el río. La discusión de este tema involucra a diversas entidades y es parte de una temática de larga data. No obstante, en pos de no generar angustias ni desencuentros, se trabajó orientando las propuestas en proyectos factibles de desarrollar o que generen un trabajo colaborativo.

Con esta ficha, cada vez que el sindicato desee hacer una propuesta podrá contar con un formato simple pero efectivo, en que de manera formal podrán exponer sus ideas y buscar apoyo y financiamiento.

2. Documento sobre aspectos básicos sobre formulación de proyectos. Se entregó un documento base con antecedentes que se deben considerar cuando se postula a fondos concursables.

3. Documento guía de fondos concursables año 2021 del Gobierno de Chile. Este documento presenta las diversas alternativas para postular a fondos en que los beneficiarios sean asociaciones o agrupaciones con la figura legal de los camaroneros. En estas

propuestas, se encuentran diversos fondos, uno de ellos corresponde al que utilizó, tiempo atrás, el Sindicato de Camaroneros para presentar una propuesta que fue adjudicada en el fondo de protección Ambiental. El documento presenta información muy didáctica que podrán revisar y evaluar sus alternativas de postulación (**Tabla 20**).

En este taller se pudo generar 4 proyectos para ser presentados por los camaroneros, formalizados a través de su directiva.

1. Actividad de apoyo para la relocalización de camarones frente a la necesidad de intervención del río Choapa. A ser presentado a la Junta de Vigilancia del Río Choapa. Esta idea fue trabajada en su propuesta general con el Sr. Cristian Jofré representante de la Junta de Vigilancia que se encontraba en la reunión.
2. Cierre perimetral para el sector de emplazamiento de sistemas de cultivo.
3. Disponibilidad de paneles solares para abastecer de energía de menor costo para los sistemas de cultivo.
4. Adquisición de un grupo electrógeno de apoyo energético para las actividades de cultivo.

1. IDENTIFICACIÓN	
Nombre de la Iniciativa o idea de proyecto	
Nombre de la persona o personas que la proponen.	
Dirección	
Correo electrónico	
Teléfono	
Fecha	
2. DESCRIPCIÓN DE LA IDEA O PROPUESTA	
Problema a resolver	
Solución	
3. OBJETIVOS	
3.1. Objetivo general	
Señale el principal objetivo o meta que se desea alcanzar. Pueden ser solo uno	
3.2. Objetivos específicos (al menos deben ser dos y máximo cuatro)	
Los objetivos específicos son aquellas metas que se cumplirán al desarrollar las actividades programadas para cada uno de ellos. El cumplimiento de los objetivos específicos debe concordar con el objetivo general, y el cumplimiento de ellos garantiza la meta global.	
Los objetivos específicos deben ir en secuencia, es decir indicando que se desea alcanzar primero, segundo, etc. Esto es importante ya que muchas veces un objetivo depende de otro y si no se logra el primero, afecta el logro del siguiente.	
4. VALIDACION DE LA IDEA	
Actividades Objetivo 1 Actividades objetivo 2. Resultado o producto objetivo 1 Resultado o producto Objetivo 2 Tempo en meses:	

<p><b>5. FINANCIAMIENTO ESTIMADO (\$)</b></p> <p>Señale de manera aproximada el costo del proyecto. Considere los siguientes aspectos a financiar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Inversión en equipos e infraestructura:</b></li> <li>• <b>Gastos de operación:</b></li> <li>• <b>Recursos Humanos:</b></li> <li>• <b>Imprevistos:</b></li> <li>• <b>Costo total de la idea de proyecto \$</b></li> </ul>
<p><b>6. APORTES PERSONALES O COLABORATIVOS</b></p> <p>¿La idea de proyecto requiere de compromisos personales o comunitarios?</p> <p>¿Hay aporte en recursos materiales, humanos o monetarios? Señale cuales y valore dichos aportes (monto aproximado)</p> <p>Aportes de la organización:</p>

**Figura 33.** Ficha para idea de proyectos.

**Tabla 20.** Fondos concursables año 2021 del Gobierno de Chile- según Ministerio y tipo de concursos.

Índice	
<b>MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA</b>	<b>Página</b>
Fondo Social Presidente de la República	15
Fondo Nacional de Seguridad Pública	17
Fondo Mascota Protegida	18
<b>MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES</b>	
Concurso de Promoción de Exportaciones Silvoagropecuarias	21
Concurso de Promoción de Exportaciones de Servicios	23
Concurso de Promoción de Exportaciones de Industrias Creativas	24
Concurso Marcas Sectoriales	25
Concurso de Promoción de Exportaciones de Industrias Manufacturas (postular a través del Ministerio de Agricultura)	
<b>MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE GOBIERNO</b>	
Fondo de Fortalecimiento de las Organizaciones de Interés Público	29
Fondo de Fomento de Medios de Comunicación Social Regionales, Provinciales y Comunales	30
<b>MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y TURISMO</b>	
Concurso Planes de Mejoramiento Urbano en Zonas de Interés Turístico	33
Fondo Concursable destinado al Financiamiento de Iniciativas de las Asociaciones de Consumidores	34
Fondo de Desarrollo de Negocio Crece	35
<b>MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL Y FAMILIA</b>	
Promoción de Entornos Saludables	37
Fondo Acción Joven Participa	38
Fondo Acción Joven Voluntariado	39
Fondo Creamos	40
Fondo Acción Joven Comunitario	41
Fondo Subsidio a Establecimientos de Larga Estadía para Adultos Mayores (ELEAM)	42
Fondo Nacional del Adulto Mayor	44
Fondo Nacional de Proyectos Inclusivos (FONAPI)	45
Concurso Nacional de Apoyo a Instituciones Educativas para la Inclusión de Estudiantes en Situación de Discapacidad	46
Plan de Apoyos Adicionales para la Inclusión de Estudiantes con Discapacidad en la Educación Superior	47
Estrategia de Desarrollo Local Inclusivo (EDLI)	48
Programa Tránsito a la Vida Independiente	49
Chile Compromiso de Todos	50
Programa "Vive tu Huerto" (suspendido temporalmente por pandemia)	
<b>MINISTERIO DE EDUCACIÓN</b>	
Fondo de Innovación de Educación Parvularia (FIEP)	53
<b>MINISTERIO DE JUSTICIA Y DERECHOS HUMANOS</b>	
Fondo Concursable para Proyectos de Cultura y Sitios de Memoria	55
Índice	
<b>MINISTERIO DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL</b>	
Fondo para la Educación Previsional	59
<b>MINISTERIO DE SALUD</b>	
Concurso Nacional de Proyectos de Investigación y Desarrollo en Salud FONIS	61
<b>MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO</b>	
Programa para Pequeñas Localidades (DS N° 35)	63
Programa de Recuperación de Barrios (DS N° 14)	65
Programa de Regeneración de Conjuntos Habitacionales de Viviendas Sociales (DS N° 18)	66
Programa de Pavimentación Participativa (DS N° 114) Incluye "Vive Tu Vereda"	67
Programa de Espacios Públicos (DS N° 312)	69
Beneficios para Deudores Habitacionales	70
Programa de Integración Social y Territorial (DS N° 16, V, Y, U)	71
Proyectos para el Equipamiento Comunitario: Programa de Mejoramiento de Viviendas y Barrios	73
Proyectos para la Vivienda: Programa de Mejoramiento de Viviendas y Barrios	74
Proyectos para Condominios de Viviendas: Programa de Mejoramiento de Viviendas y Barrios	75
Proyectos de Eficiencia Energética e Hídrica para la Vivienda: Programa de Mejoramiento de Viviendas y Barrios	76
<b>MINISTERIO DE AGRICULTURA</b>	
Beca Semillero Rural	79
Convocatoria Nacional Mi Ralç	80
Red Asociativa	81
Red Proveedores	82
Red Mercados	83
Red Tecnológica GTT+	84
Concurso de Promoción de Exportaciones de Industrias Creativas	85
Concurso de Promoción de Exportaciones de Industrias Manufacturadas	86
Concurso de Promoción de Exportaciones de Servicios	87
Concurso de Promoción de Exportaciones Silvoagropecuarias	88
Programa de Gestión y Soporte Organizacional (PROGYSO)	89
Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (PROGRAMA SIRS-S)	90
Fondo de Conservación, Recuperación y Manejo Sustentable del Bosque Nativo	91
Fondo de Investigación del Bosque Nativo	93
Ley N° 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje	94
<b>MINISTERIO DE MINERÍA</b>	
Programa de Capacitación y Transferencia Tecnológica para la Pequeña Minería Artesanal (PRAMMA)	97
<b>MINISTERIO DE ENERGÍA</b>	
Programa Leña Más Seca	99
Índice	
<b>MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE</b>	
Fondo de Protección Ambiental: Iniciativas Sustentables Ciudadanas	101
<b>MINISTERIO DEL DEPORTE</b>	
Fondo Nacional para el Fomento del Deporte (FONDEPORTE)	103
<b>MINISTERIO DE LAS CULTURAS, LAS ARTES Y EL PATRIMONIO</b>	
Residencia Arte Colaborativo (RAC)	105
Convocatoria de Apoyo al Financiamiento de Actividades Artísticas de Organizaciones Culturales Comunitarias	106
Convocatoria Residencias de Arte Colaborativo (RAC)	107
Fomento al Arte en la Educación	108
Fondo Nacional de Desarrollo Cultural y las Artes (FONDART)	109
Fondo de Infraestructura Cultural Pública y/o Privada	111
Fondo Nacional de Fomento del Libro y la Lectura	112
Fondo para el Fomento de la Música Nacional	114
Fondo de Fomento Audiovisual	116
<b>FONDO NACIONAL DE DESARROLLO REGIONAL</b>	118

## **9.8. Actividad 8. Implementación de módulos de cultivo integrado para el camarón de río**

### **Actividad 8.1 Implementación de módulos demostrativos de cultivo integrado**

Para el trabajo de los diseños tanto de los cultivos acuípónicos como de la pre-factibilidad de las piscinas en tierra, se acordó realizar un trabajo conjunto con los camaroneros de la AG, para revisar los diseños y hacer los ajustes para posteriormente comenzar la compra de materiales y la construcción inicial, que podrá realizarse en Illapel o en parte en la UCN e Illapel. De esta manera se trabajará colaborativamente para hacer efectivo el objetivo de transferencia tecnológica. Se entregó a los integrantes de la AG, los antecedentes del diseño de los sistemas de cultivo integrado. Para el mes de marzo de 2020, está planificada el inicio de las actividades en conjunto para llevar a cabo la construcción en conjunto con los camaroneros de esta asociación.

Respecto del Sindicato de camaroneros, se recibió la solicitud de poder cambiar los sistemas de cultivos integrados por estanques para acopio de camarones individuales para cada socio. Considerando la particular situación del Sindicato. Se realizó una evaluación de lo que implicaba entregar a cada socio un estanque para acopio de camarones, considerando la normativa vigente y la factibilidad de autorizaciones. De esta manera, se les hizo llegar a la directiva un pequeño estudio con lo que podría considerar estos estanques de acopio. Ellos quedaron de discutirlo en asamblea de socios y decidir.

A la fecha del presente informe se cuenta con:

- DISEÑO DE SISTEMA DEMOSTRATIVO INTEGRADO: se diseñaron a nivel de ingeniería de detalle el sistema para el cultivo integrado
- IMPLEMENTACION DE LOS SISTEMAS DEMOSTRATIVOS INTEGRADOS: la AG y el Sindicato deben disponer de un lugar adecuado para la instalación del sistema integrado. En este contexto a la fecha solo la AG ha iniciado los trámites para contar con un lugar autorizado donde se instalar el sistema integrado.
- PERMISO SECTORIAL: la UCN asistirá a los usuarios atendidos (AG) para la obtención de los permisos sectoriales de pertinencia del Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental y de acuicultura por SERNAPESCA. Para tales fines los usuarios atendidos (AG) deben facilitar los documentos que sean requeridos y en algunos eventos el directivo con autorización para representar a los respectivos usuarios debe asistir personalmente a las oficinas sectoriales señaladas
- OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DEMOSTRATIVOS INTEGRADOS: Los Juveniles de camarones producidos en el Ciclo 3 de cultivo deberían ser trasladados de la UCN al cultivo integrado. Para tal fin, se requería que la AG, tenga las autorizaciones sectoriales correspondientes. Se requiere que la AG esté inscrita en el registro de acuicultura, que lo extiende SERNAPESCA, luego de haber obtenido los permisos sectoriales. El número de acuicultura es necesario de obtener, ya que de otra manera no es posible sembrar camarones ni instalar los sistemas integrados ni las piscinas de cultivo (requieren que Proyecto Técnico este ingresado y aprobado por SERNAPESCA).

Desde el mes de septiembre de 2020, se inició la compra de los materiales para la instalación del sistema acuípónico. El proceso se desarrolló un poco más lento debido a la situación sanitaria y cambios de proveedores que ya no trabajaban. No obstante, los materiales principales, para la construcción de los estanques, sistema eléctrico y fitting, ya se ha adquirido y se está en proceso de inicio para la construcción. Actualmente los materiales ya fueron adquiridos y se encuentran en la UCN para el ensamblado del sistema acuípónico.

Se entregó a los integrantes de la Asociación Gremial, los antecedentes del diseño de los sistemas de cultivo integrado. Respecto del Sindicato de camaroneros, se ha generado

alguna duplicidad de funciones en la directiva y algunos dirigentes. No obstante, se canaliza toda la información a través de su actual presidenta, Señora Marlén Villalon, debido a que se debe seguir los conductos regulares.

Las actividades se han avanzado con la AG, ya que a través de su directiva se han realizado gestiones para gestionar tanto con la Ilustre Municipalidad de Illapel, como directamente con la Dirección de Aguas, la tramitación sobre la solicitud de comodato de un terreno para la instalación del sistema de cultivo. Se les ha apoyado en los trámites y en la preparación de cartas y carpeta de antecedentes para que puedan realizar los trámites correspondientes ya que todo debe hacerse a nombre de su organización. No obstante, requieren de bastante apoyo ya que no cuentan con la experiencia formal para la realización de trámites. A esto se suma, la dificultad de realizar actividades en Illapel por la distancia y por la situación sanitaria.

Esto considera la obtención por parte de la AG del terreno (Comodato gestionado con la I. Municipalidad de Illapel para el terreno ubicado en la Quebrada El Quique a la espera de respuesta) y las autorizaciones correspondientes de acuicultura y pertinencia del SEIA, trabajo que está en desarrollo.

Se espera completar en febrero de 2021 o principios de marzo, entregando el módulo a los camaroneros de la AG y los juveniles generados en el tercer ciclo de cultivo (marzo de 2021), según planificación.

En **Anexo 4**, se adjuntan documentos referidos a las gestiones sobre la solicitud de comodato del terreno en Quebrada el Quique y de las gestiones realizadas con la directiva de la AG, en su solicitud de apoyo a la Dirección Regional de Aguas (**Fig. 34**). En **Anexo 5**, se adjunta documento referido al procedimiento para el armado y ensamblaje de los sistemas acuíponicos.



**Figura 34.** Proceso de entrega a la DGA, por parte de la directiva de la AG, de la carpeta con antecedentes para solicitar apoyo respecto del comodato en la localidad de El Quique.

El día 20 de enero, con el apoyo de la Directiva de la AG, se realizó una inspección de dos sitios factibles para generar los permisos transitorios para la autorización de acuicultura. Estos sitios corresponden a uno de los socios de la AG, quien podrá apoyar la gestión con el aporte de estos terrenos (**Fig. 35**).





**Figura 35.** Visita e terrenos alternativos para la actividad de instalación del sistema acuípónico

### **Actividad 8.2 Estudio de pre-factibilidad técnico, económico y legal para la instalación de estanques de cultivo engorda**

El día 12 de julio del 2019, y en organización con la AG de camaroneros, se realizó una primera salida de campo para evaluar sitios potenciales para la instalación de estanques de cultivo. Para ello se contó con la participación de personal de la Gobernación del Choapa y de la Dirección General de Aguas de Illapel.

Asistentes:

Sr. Javier Toro-Representante Gobernación Illapel

Srta. Macarena Barrera-Profesional Gobernación Illapel

Sr. Daniel Lagos-Delegado Provincial de la Dirección General de Agua de Illapel

Agrupación de Camaroneros de Choapa: presidenta Sra. Tabita, Sr. Hugo, Sr. Rafael Díaz.

Universidad Católica del Norte: Sandra Jofre y Carmen Álvarez

Instituto de Fomento Pesquero: Carlos Velásquez

El lugar visitado se encuentra en la Quebrada del Kike. En el lugar, se visualizó los accesos, las pendientes, terreno plano, etc., y lo más importante los accesos de agua. Esta quebrada es alimentada por agua de vertientes naturales y por 2 canales. Se observó mucha flora en el terreno, árboles y arbustos.

Se obtuvieron imágenes del sitio (**Fig. 36**), así como se registraron las coordenadas correspondientes. Se visitó también un segundo sitio, el cual está colindante con la ribera del río. Dicho sitio se descartó de inmediato, ya que producto de crecidas del río, el riesgo asociado a pérdida de infraestructura es muy alto, además está cercano a un ducto de la Minera Pelambres.

Toda esta información será evaluada en conjunto con los camaroneros y autoridades para contar con la pre-factibilidad y potencial uso de dichos sitios para el desarrollo de instalaciones para la mantención y cultivo integrado de camarones. A la fecha del presente informe, la Municipalidad de Illapel, está haciendo las gestiones para entregar en comodato este terreno. Para ello, se realizó una reunión el día 25 de enero de 2020 en que participó el delegado de la Alcaldía, la directiva de la AG de camaroneros, representantes de IFOP y de la UCN. La Municipalidad se haría cargo del estudio de Título. Considerando la mayor cantidad de datos, la propuesta de proyecto técnico y antecedentes que permitan definir el espacio físico y las características del agua y terreno. Con esa información se genera un informe que será estudiado para discutir en consejo y generar un decreto para el comodato, siguiendo todos los procedimientos que se definan en la Municipalidad de Illapel.





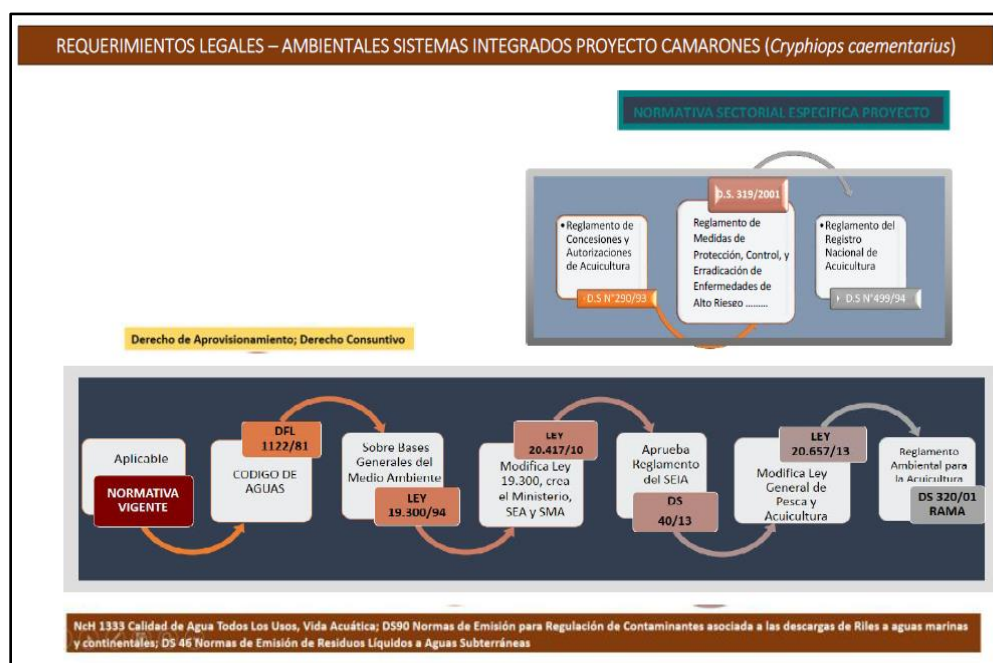
**Figura 36.** Actividad de identificación de sitios para cultivo de camarón.

Para el caso del Sindicato de camaroneros, no se ha logrado aún considerar un terreno factible para el desarrollo de esta actividad. Esto debido a que está en discusión su solicitud de contar con un estanque de acopio para cada socio.

De manera complementaria a esta actividad, se contó con el apoyo de la profesional Ing. Sandra Jofré, quien apoya en términos de solicitudes y autorizaciones oficiales para la obtención de autorización de Acuicultura y ambiente.

Los principales trámites a realizar se centran en tres temáticas. Para ello se construyó una hoja de ruta (**Fig. 37**) para que los camaroneros se organicen en los procesos y documentación. La siguiente documentación que será trabajada con las organizaciones:

1. Tramites, Gestiones para Consulta de Pertinencia, SEIA
2. Registro Nacional de Acuicultura, SUBPESCA, SERNAPESCA
3. Proyecto Técnico para Centro de Cultivo Instalado en Terrenos Privados con Captación de Aguas

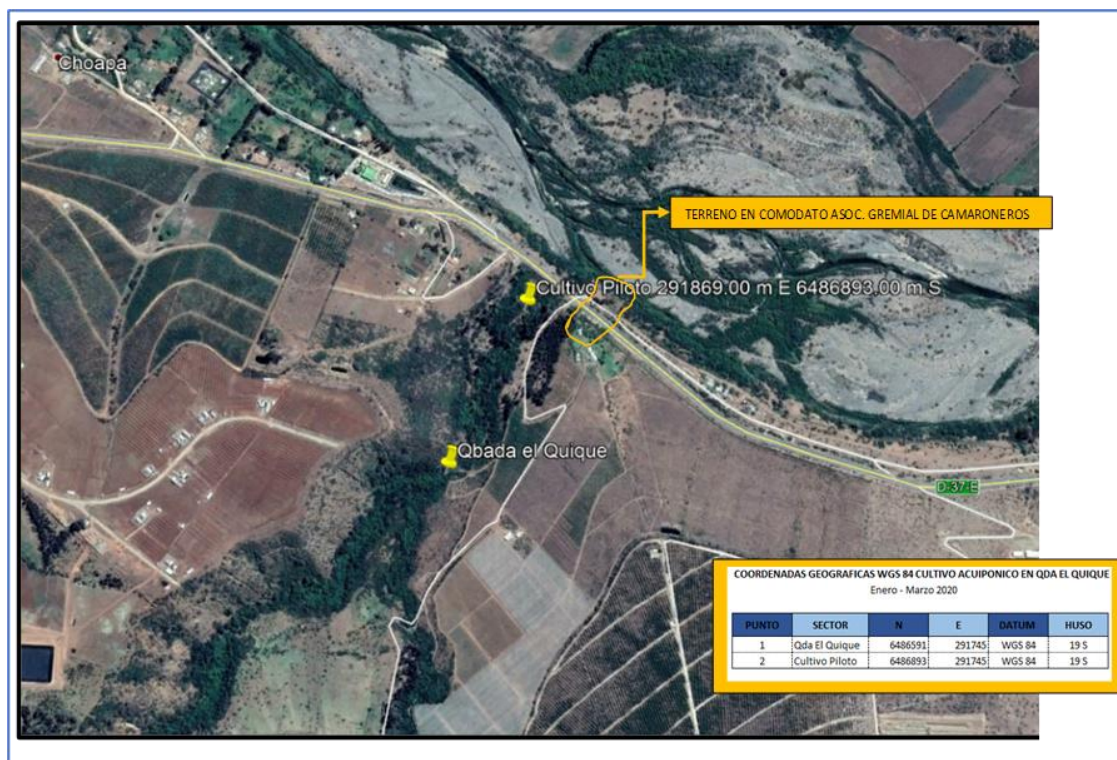


**Figura 37.** Hoja de ruta asociados a requerimientos y permisos para desarrollo de cultivos de camarón.

Para el avance en el tema del terreno de la Quebrada El Quique, se entregó la georreferenciación del lugar, para que la I. Municipalidad realice el estudio técnico de la factibilidad de entrega del terreno. Los antecedentes específicos se muestran en las **Figuras 38 y 39**.



**Figura 38.** Emplazamiento general cultivo acuipónico en Quebrada el Quique, Illapel, Provincia del Choapa.



**Figura 39.** Ubicación de terreno para cultivo piloto, cultivo acuipónico.



También, para avanzar con los trabajos, se entregó a la AG una carpeta con los diseños e informes técnicos de los proyectos de cultivos integrados y de pre-factibilidad de piscinas, con planos, dimensiones, equipos y materiales. Se considera poder avanzar en la adquisición de los materiales, montar los sistemas acuíponicos en un lugar a elección (puede ser en la misma universidad) y debido a su característica modular, se podrá trasladar a un terreno definido por los camaroneros. Los sistemas pueden ser montados y puestos en marcha, sin camarones aún. Una vez que se cuente con las autorizaciones de terreno y acuicultura, se podrá realizar el traslado de los juveniles.

A la fecha del presente informe se cuenta con:

- DISEÑO DE DOS PISCINAS DE CULTIVO: se diseñaron a nivel de ingeniería de detalle dos piscinas de engorda de camarón de río considerando la proyección para un crecimiento futuro.
- PRE-FACTIBILIDAD PARA IMPLEMENTAR LAS PISCINAS DE ENGORDA: los usuarios atendidos de la AG deben disponer de un lugar adecuado para analizar la pre-factibilidad tecnológica de instalación de las piscinas de engorda. En este contexto sólo la AG a la fecha ha definido un lugar que se ha considerado factible para la instalación de las piscinas.
- IMPLEMENTACION (SEGÚN FACTIBILIDAD): la UCN asistirá a la AG para la obtención de los permisos sectoriales para el cultivo de camarón de río. Para el caso del Sindicato han rechazado estas alternativas de cultivo. La UCN asistirá en el proceso de construcción y de adquisición de los materiales y equipos, y en el traslado y siembra de juveniles de camarón de 10 mm LC

Respecto del terreno (propietariad a través de Comodato u otra figura similar) y aprovisionamiento del agua (derechos de agua, compra de acciones, mercado spot, abastecimiento a través de camión aljibes para el Sistema, SAR, de cultivo en recirculación), es esencial contar con ellos para la obtención de los permisos, pues ambos se encuentran dentro de los requisitos básicos de la presentación de los expedientes, situación por la cual, esta Universidad ha apoyado a la AG desde Julio de 2019.

A la fecha las gestiones realizadas y en trámite son las siguientes:

- Terreno: Se realizaron campañas de reconocimiento en 2019 para el pre – factibilidad del área de cultivo, se determinó esta para la Quebrada El Quique y su propietariad, luego se realizaron tres reuniones intersectoriales, IFOP – UCN- AG- Municipio – Gobernación del Choapa, donde la Municipalidad hoy está verificando los antecedentes para resolver el comodato del área antes citada.
- Abastecimiento de agua: este se realizará inicialmente vía camión aljibes y en forma posterior será por cuota de acciones de agua y/o extracción de agua de pozo autorizado.
- SEIA: Se presenta Consulta de Pertinencia al SEIA. Documento que se preparó por parte de la UCN, en apoyo al trabajo que debe realizar la AG.
- Registro de Acuicultura: Solicitud de Registro Nacional de Acuicultura y en paralelo autorización de Proyecto Técnico. Trámite a realizar por los camaroneros de la AG

En términos generales la AG debe solicitar y contar con tres permisos:

1. SEIA, considerando que la respuesta del Sistema Evaluación Ambiental (SEA) indique; que la iniciativa no se somete al sistema de evaluación ambiental porque no cumple con lo indicado en el art 10, de la Ley 19.300 y art 3, numeral n.
2. Obtención de RNA, que permite a la AG, contar con una autorización para realizar la actividad de Acuicultura), y contar con un número de centro.
3. Autorización para ejecutar el proyecto técnico (en terrenos privados), en el sitio y centro indicado.

Durante el desarrollo del proyecto se han desarrollado una serie de actividades, considerando la identificación de un terreno por parte de la AG (Quebrada de El Quique). Estas actividades han considerado reuniones con representantes de la I. Municipalidad de Illapel, para la gestión de obtener un comodato de ese terreno identificado. Para ello se apoyó a la AG, para la presentación de la solicitud del terreno, información de propiedad y sitios colindantes, así como el proyecto técnico. Se está a la espera de que la Municipalidad resuelva este tema y se pueda generar un comodato por el terreno en favor de la AG y se defina el abastecimiento de agua. El tiempo considerado dependerá de los avances de la AG (considerando la documentación legal de la organización para acceder a dichos permisos, de la Municipalidad para resolver el tema del terreno a la AG y de las autoridades pertinentes a las autorizaciones y pertinencia del SEIA, ya que la UCN entregó la documentación técnica para todos los trámites. De esta manera la UCN apoyará orientando la realización de los trámites, colaborando como parte de la transferencia de procesos en el ámbito legal de la acuicultura a la AG, sobre los procedimientos que deben seguir y revisión de antecedentes, programando un calendario que aproxima el tiempo de realización y resolución de trámites de este tipo.

La proyección de actividades considerando la aprobación de la reprogramación es la siguiente:

CRONOLOGIA ESTUDIO: "TRANSFERENCIA CONSOLIDACIÓN ESTRATEGIA PESQUERA ACUÍCOLA DEL CAMARÓN EN CUENCA DEL RÍO CHOAPA" Código BIP 30480241-0" UCN, 2020  
SITUACIÓN PROYECTADA CON COMODATO Y ABASTECIMIENTO DE AGUA EN TRÁMITE PARA AG  
ESCENARIO II

		AGOSTO, 20					SEPTIEMBRE, 20					OCTUBRE, 20					NOVIEMBRE, 20					DICIEMBRE, 20					ENERO,21					FEBRERO,21					MARZO,21										
ITEM	ACTIVIDAD	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5						
I	Entrega de Antecedentes AG Camaroneros de Illapel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																																				
I.I	Representación/Vigencia/Acreditación de Personería Jurídica	X	X																																												
I.II	Tramitación/otorgamiento Comodato Terreno	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																																				
I.III	Tramitación/otorgamiento Certificado de Abastecimiento de Agua con calidad de Riego por Parte de Municipio			X	X	X	X	X	X																																						
I.IV	Tramitación/otorgamiento/compra de derechos de agua, acciones para abastecimiento perenne			X	X	X	X	X	X	X																																					
II	Presentación/Tramitación de Proyectos ante SEIA (Consulta de Pertinencia)											X	X	X	X	X	X																														
III	Resuelve SEA No constituye un proy que se somete al SEIA																X	X																													
IV	Presentación de solicitud de Autorización de Actividad de Acuicultura (RNA) a SUBPESCA																X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
V	Presentación/Tramitación de Exp. Técnico Terrenos privados para Iniciativa ante SERNAPESCA																X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
VI	Autorización (RNA)/Proyecto Técnico																																														
VII	Implementación del Cultivo de Autorizaciones/Permisos en terreno																																														
Fuente: Elaboración propia																																															

Fuente: Elaboración propia

Durante los últimos tres meses, se solicitó en varias ocasiones realizar reunión con las organizaciones de camaroneros (27 de agosto, 10 de septiembre de 2020). Finalmente, y con fecha 29 de septiembre, se realizó reunión en Illapel con ambas agrupaciones (por separado), tratándose los siguientes temas:

Reunión Sindicato. 10:00 hrs, Salón de reuniones - Terminal de Buses/Feria de Abastos.  
Asisten: Presidenta, Sra. Marlene Villalón y Secretaria, Sra. Macarena Cerda (**Fig. 40**).  
Temas tratados:

- Asistencia a capacitaciones con UCN
- Repoblamiento
- Información y Captura de hembras con huevos
- Sistemas Acuíponicos.
- Registro Pesquero (Inf. IFOP).
- Contacto directo con la Directiva actual y vigente con UCN.



**Figura 40.** Reunión con Sindicato de Camaroneros. Por la UCN Asiste la Srta. Sandra Jofré, profesional encargada de la revisión de la situación de permisos y autorizaciones. También asistió personal de IFOP y la Presidenta y Secretara del Sindicato.

Reunión Asociación Gremial. 14:30 hrs, Qda. El Quique, terreno - Choapa Viejo. Asisten: Directiva AG. (**Fig. 41**). Temas tratados:

- i. Permisos SEA, SUBPESCA, SERNAPESCA, estado.
- ii. Comodato Municipio terrenos, ver con DGA el Bien de Uso Público.
- iii. Repoblamiento a realizar en Octubre.
- iv. Recolección de hembras con huevos, para el tercer ciclo de cultivo.
- v. Armado y ensamble de sistemas acuíponicos en UCN y luego traslado a Illapel, considerando la situación sanitaria y el plan de ingreso a la UCN.
- vi. terreno para armar en Choapa viejo (solo para armar, no el autorizado).
- v. Registro pesquero (IFOP).
- vi. Capacitaciones voluntarias



**Figura 41.** Reunión con Asociación Gremial de camaroneros. Por la UCN Asiste la Srta. Sandra Jofré, profesional encargada de la revisión de la situación de permisos y autorizaciones. También asistió personal de IFOP y la Directiva de la AG.

Reunión Abogado.17:00 hrs. Municipio. Temas tratados:

i. Envío de antecedentes de terrenos aledaños para terminar el comodato. Respecto de esta información que se envió al municipio, la respuesta es que se requiere de mayor información, tal vez un estudio de título.

Se hizo llegar solicitud a la Ilustre Municipalidad de Illapel, para la gestión del comodato del terreno en la Quebrada el Quique. No obstante, han solicitado mayores antecedentes debido a que es necesario resolver si el terreno es un bien de uso público o privado. Así mismo se ha solicitado formalmente, a la dirección General de Aguas (23 de octubre de 2020) el apoyo en el tema vinculado a los derechos de aprovechamiento de agua en el sector Quebrada El Quique. No obstante, también requieren mayores detalles del tema.

De manera complementaria se han mantenido reuniones con propietarios aledaños al sitio propuesto, para conocer su opinión y apoyo correspondiente al proyecto.

### **Actividad 8.3 Desarrollo plan para la transferencia tecnológica vinculada a la actividad de producción de camarón de río, engorda y cultivos integrados**

El plan de transferencia contempla que los camaroneros puedan participar de las actividades de cultivo de camarón de río. Considerando que de manera alternada dos personas puedan trabajar en el laboratorio de cultivo de crustáceos, desarrollando actividades prácticas, según los protocolos definidos para los trabajos de: manejo del sistema de agua, producción de larvas, alimentación y manejo de reproductores.

Esta actividad estaba planificada para que los camaroneros pudieran asistir durante el desarrollo del segundo ciclo de cultivo. No obstante, debido a la contingencia social no fue posible su participación en los meses de diciembre de 2019 y enero de 2020. Posteriormente con el problema sanitario no fue posible la asistencia en marzo a mayo.

No obstante, para avanzar en el trabajo: se está elaborando los siguientes manuales de trabajo a ser entregados a los camaroneros.

1. Manual para la producción de larvas y juveniles de camarón de río
2. Manual para el manejo de la reproducción en cautiverio
3. Manual para el trabajo en sistemas de cultivo acuipónico de camarón de río, vegetales y truchas.
4. Manual para el trabajo de mantención y engorda de camarones en estanques en tierra.

Dentro de este plan de transferencia, también se considera el trabajo participativo en la construcción de los sistemas de cultivo integrado. Los sistemas son modulares y factibles de construir en un sitio adecuado, sin la necesidad de contar con los camarones. Pero si es factible entregar los planos y considerar una actividad para que los camaroneros participen en el ensamble de las piezas y equipos del sistema para que ellos trabajen colaborativamente.

No obstante, dada la contingencia aún no es posible trabajar de manera presencial y con varias personas en dependencias de la UCN.

Se trabaja en la elaboración de los protocolos de trabajo en cultivos. Para ello se cuenta con los manuales de trabajo en cultivo para el camarón de río: producción de larvas y juveniles, reproducción natural controlada del camarón de río en laboratorio, manejo de sistemas integrados en acuicultura, mantención de camarones en piscinas construidas en tierra. Estos documentos se entregarán a los camaroneros de ambas agrupaciones para que cuenten con el material de base para la transferencia.

Este trabajo está asociado a la actividad de cultivo larvario y producción de juveniles (noviembre de 2020 a marzo de 2021), ya que se espera que alguno de los camaroneros pueda realizar una práctica en el laboratorio de cultivo de crustáceos, desarrollando todas las actividades que involucra el cultivo. Para ello se requerirá que puedan trabajar uno o dos días en el laboratorio.

Esta actividad deberá también estar regulada según disposiciones de la UCN y de acuerdo a las directrices del Gobierno de Chile para autorizar el ingreso al campus y laboratorio. Por lo que una vez que se inicie el tercer ciclo de cultivo los camaroneros, tanto de la AG como del Sindicato, podrán definir una fecha apropiada para la persona que seleccionen pueda asistir a la UCN.

También dentro del plan de transferencia, se considera el aprendizaje para la operación de los sistemas integrados de la operación de los sistemas de cultivo acuíponicos y también la ejecución, procedimientos para el repoblamiento y apoyo en la gestión para solicitudes y permisos, ya que las autorizaciones se hacen a nombre de la AG.

Al respecto ya se han realizado gestiones para los trámites de la pre-factibilidad/factibilidad de un sistema demostrativo de cultivo Acuíponico y en tierra para camarones de río del norte - cultivo SAR Mixto para Asoc. Gremial de Camaroneros de Illapel. Lo anterior referido del área de terreno, faltando solo el comodato del sitio de Qda. El Quique, se adjunta cuadro con coordenadas y archivo que indica el área solicitada.

#### **COORDENADAS GEOGRAFICAS, DATUM: WGS 84 CULTIVO ACUIPONICO EN QDA EL QUIQUE**

**Enero - Marzo 2020**

PUNTO	SECTOR	N	E	DATUM	HUSO
1	Qda El Quique	6486591	291745	WGS 84	19 S
2	Cultivo Piloto	6486893	291745	WGS 84	19 S

Dentro de las gestiones realizadas y en apoyo de este proyecto se envió carta solicitud al Municipio requiriendo el comodato, pero nos indican estos terrenos al parecer serían privados (pronunciamiento en DOM - Illapel). Por otro lado, y en comunicación personal/telefónica con don Gonzalo Subercaseaux (Propietario del terreno aledaño a la Qda. El Quique), entrega información del Rol y antecedentes para apoyar este proyecto de la Asociación Gremial y su instalación. Indica además apoyo para continuar esta iniciativa y se gestione el proyecto en el sector. (ROL de Avalúo: 439 - 0706, Illapel a nombre de Agrícola la Cascada SPA.). Dado lo anterior, se solicitaron antecedentes a la DGA/DOH respectivamente, a través de correo electrónico, para conocer si el terreno es bien de uso público y así el Municipio de Illapel a través del área jurídica y el área Desarrollo Comunitario, puedan realizar la tramitación pertinente y el Sr. Alcalde, pueda realizar este y el decreto alcaldicio correspondiente a favor de AG de Camaroneros del Choapa.

Con este documento y la obtención del certificado de abastecimiento de agua por camión aljibes se podrá presentar al SEIA la consulta de pertinencia del proyecto y luego obtenida la respuesta la solicitud de autorización para realizar actividad de acuicultura en aguas continentales (ante SUBPESCA), autorización del proyecto técnico en terrenos privados en SERNAPESCA. Si bien es cierto existe una contingencia sanitaria en el País que aún no termina, este trámite y gestiones comenzaron hace un año atrás con la AG, la Gobernación, Municipio, Servicios (DGA, DOH), por lo que se ha solicitado el apoyo de estas entidades.



Se hace entrega de los 4 reportes (Reportes I al IV, en **Anexo 4**) de actividades realizadas para la gestión sobre la adquisición del terreno en comodato. Para ello se ha realizado una actividad de acompañamiento a los camaroneros de la AG en todos los trámites. La principal temática es que las agrupaciones requieren de un acompañamiento muy dirigido en las solicitudes que deben realizar debido a que en un principio tenían una escasa experiencia en este tipo de actividades. El rol que cumple la directiva es clave ya que a través de su presidenta se canaliza todo procedimiento formal. Por ello se ha hecho necesario guiarlos en cuanto a:

1. Apoyo para la redacción de cartas que deben presentar y documentación asociada para cada trámite ante una entidad pública o privada, que se vincule con la tramitación de permisos y solicitudes que deben quedar a nombre de la asociación.
2. Apoyo para la realización del trámite presencial para las solicitudes y permisos
3. Organización de las carpetas de documentos a entregar y que contengan los documentos tanto de la asociación como de la solicitud a realizar.
4. Apoyo para generar espacios de conversación y transmisión de la información a los socios, dilucidando dudas y explicando los procedimientos
5. Explicación de las normativas asociadas en relación a la acuicultura y repoblamiento de camarón.
6. Llevar registro de las actividades realizadas y copia de toda documentación
7. Reforzar el rol de la directiva y la formalización de los conductos regulares. Esto asociado al apoyo que se requiere de los camaroneros en cuanto a colaborar en trabajos específicos, de manera tal de delegar trabajos en otros para generar sinergias entre los socios.
8. Apoyo en asistencia a reuniones con entidades públicas. Principalmente vinculadas al tema hídrico y orientarlos respecto de cómo hacer sus planteamientos con antecedentes formales y alcanzar acuerdos.
9. Apoyo en todo tipo de consultas que requieran alguna explicación o conocimiento normativo y técnico.

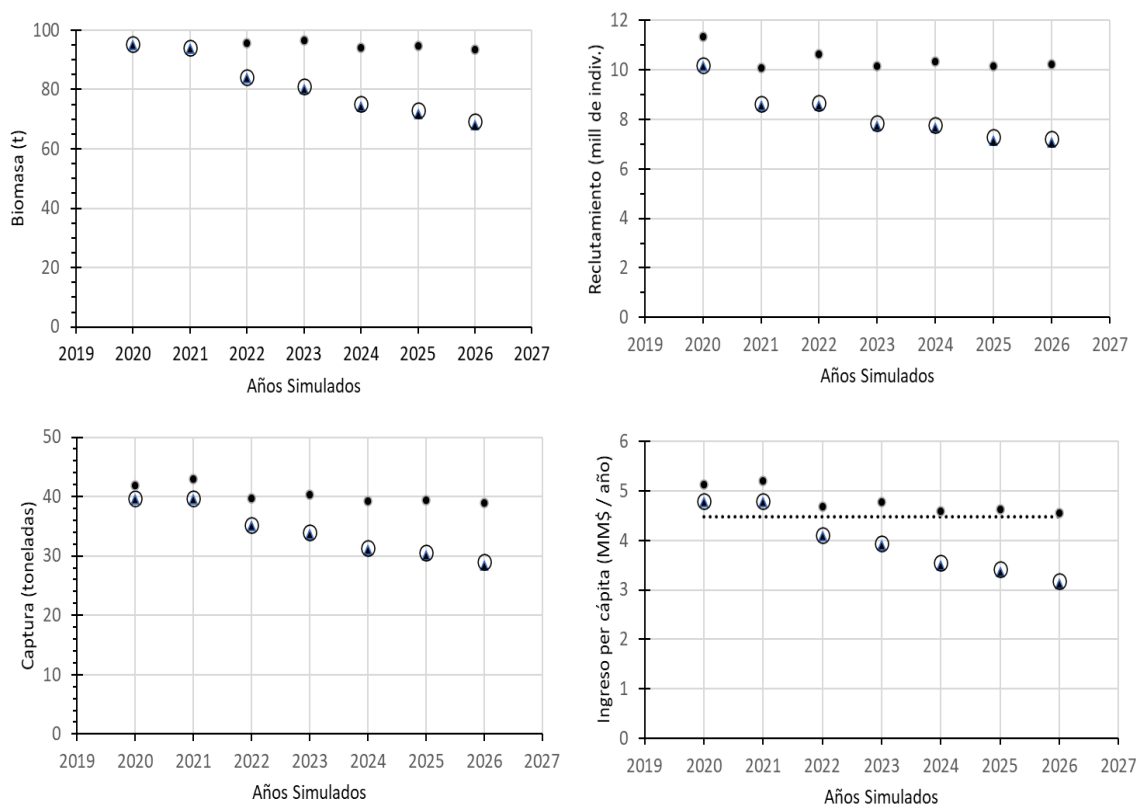
#### **Componente 4.- Plan de manejo integrado para el camarón de río del norte en la cuenca del río Choapa**

##### **9.13. Actividad 13. Modelación bio-económica de la pesquería y repoblación del camarón en el río Choapa**

###### **A.- Modelo Programa de Repoblamiento.**

Los principales resultados para las variables de desempeño biomasa (del stock explotable y de la población total, la que incluyen a los individuos no maduros sexualmente), reclutamiento, captura e ingreso *per cápita* anual se muestran en la **Figura 12**.

La biomasa inicial de la población hipotética que representa al camarón de río del norte en la cuenca del río Choapa fue ajustada aproximadamente en 95 toneladas, cuya fracción explotable rinde una captura aproximada de 40 ton año<sup>-1</sup>. Se observa que el comportamiento de la biomasa sin programa de repoblamiento e introduciendo 25.000 juveniles provenientes de hatchery (triángulos negros y círculos blancos, respectivamente) no presenta mayores diferencias. Con repoblamiento en este nivel la biomasa es marginalmente mayor, de hecho, las biomazas casi se sobreponen y la tendencia es a la disminución desde 95 t a 69 al cabo de seis años. La biomasa se muestra estable si el nivel de introducción de juveniles fuera del orden los 600.000 (círculos negros). Esto implica amplificar en casi 24 veces la cantidad prevista en el Proyecto para ser introducida en el río.



**Figura 12.** Comportamiento temporal de variables de desempeño en tres escenarios: sin programa de Repoblamiento (triángulos negros) y con programa introduciendo 25.000 (círculos blancos) y 600.000 (círculos negros) juveniles producidos en hatchery. La línea negra punteada del gráfico inferior derecho representa el punto de referencia

En línea con la tendencia de la biomasa, el reclutamiento y la captura anual muestra un patrón similar. Ambas variables muestran idénticos patrones, donde la diferencia sin repoblamiento y con 25.000 juveniles introducidos es prácticamente indistinguible. En contraste, con un repoblamiento de 600.000 juveniles ambas variables muestran una estabilidad en el tiempo de simulación.

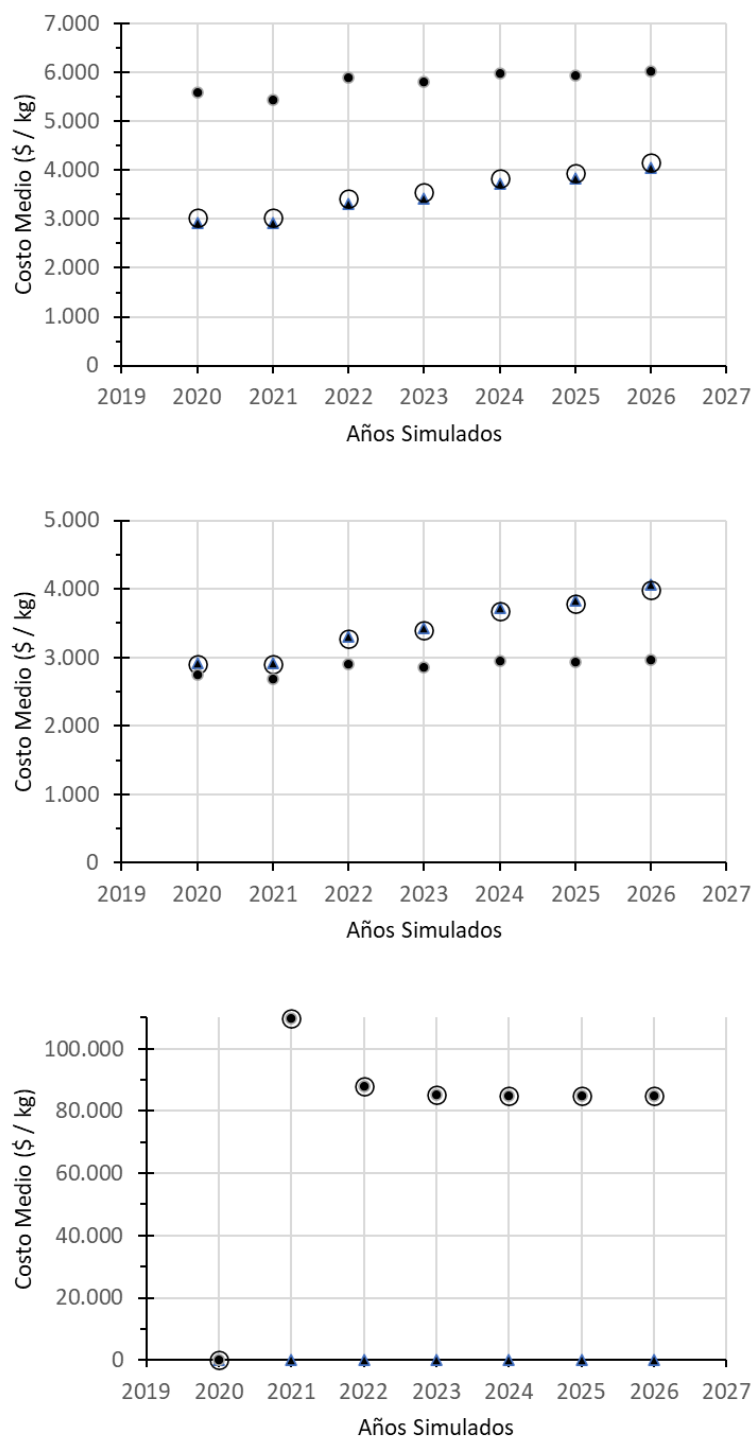
En términos del ingreso per cápita anual, sólo el escenario con un repoblamiento de 600.000 juveniles muestra ser capaz de mantener un ingreso igual o mayor a MM\$ 4,5, que les permite a los camaroneros obtener un ingreso aceptable durante la temporada de pesca. El análisis del costo medio de la captura (\$ / kg) puede ser hecho en tres niveles: 1) considerando el costo de los juveniles producidos en hatchery y que "alguien", que no son los camaroneros, debe absorber. En este sentido el costo medio total es calculado. Es esperable que este costo medio sea más alto que considerar la siguiente opción; 2) el costo medio para los extractores quienes no consideran el costo que tiene individualmente cada camarón de hatchery liberado en el río. Así para el camaronero individual el costo medio es más bajo ya que no considera el costo en el que se incurrió por producir las semillas de juveniles liberados en el río y que al crecer forman parte de su captura. En este sentido para el camaronero su costo individual sólo considera lo gastado en su salida de pesca; 3) el costo medio que tiene el kilo de camarón capturado y que forma parte del grupo de juveniles liberados al río y que en su estado adulto genera nuevos individuos que pasan a formar parte de la fracción explotable de la población y que son capturados.

La **Figura 43** muestra el análisis de costo medio por kilo de camarón capturado. Considerando el costo que significa la producción de juveniles en hatchery, el repoblamiento anual con 600.000 juveniles produce un costo medio (\$/kg) más alto, cercano a los \$ 6.000 kg<sup>-1</sup> y que se mantiene relativamente estable en el tiempo. Por su bajo volumen, el costo medio con 25.000 juveniles introducidos anualmente es marginalmente superior al costo medio sin programa, lo que indica que hay un aporte marginal en la captura de los camarones cuando la cantidad de juveniles incorporados al río es de baja intensidad. En ambos casos la tendencia del costo medio es a aumentar aproximadamente en mil pesos al cabo de seis años de simulación. Para el camarero, quien no internaliza el costo del repoblamiento, el costo medio tiene un comportamiento diferente (gráfico medio en la **Figura 43**).

El repoblamiento con 600.000 juveniles tiene el efecto de generar un costo medio más bajo que sin programa o con 25.000 juveniles introducidos. Este efecto se debe a un mayor nivel de captura en el escenario con 600.000 juveniles (ver Figura 1) comparado con los otros dos escenarios que ven disminuidas sus capturas en el tiempo, lo que hace que el costo medio sea mayor y con una tendencia al aumento. Mientras que el costo medio por kilo capturado sin programa de repoblamiento se mueve entre los \$ 3 y \$ 4 mil kg<sup>-1</sup> este monto es sustantivamente diferente cuando se considera el costo que tiene la captura de un kilo de camarón que tuvo su origen en el hatchery. Hay que recordar que este costo medio resulta de la decisión del costo total de los juveniles incorporados al río (\$198 individuo<sup>-1</sup>) dividido entre la cantidad de kilos que son capturados a partir de estos juveniles cuando crecen y son vulnerables a la pesca. La dinámica de este costo medio se observa en el gráfico inferior de la **Figura 43**Figura .

Al año 2020 el costo medio es cero ya que en el caso de no haber juveniles sembrados en el río el costo de estos es cero. En el caso de los escenarios de repoblamiento con 25.000 y 600.000 juveniles anuales es también cero porque los individuos aún no son vulnerables a la pesca, ya que sólo se incorporan a la fracción explotable al año de vida. Inicialmente, al ser explotados el costo medio supera los \$ 100.000 kg<sup>-1</sup> para ambos. Esto significa que en los primeros años el costo de generar ese kilo de camarón capturado supera el precio de venta del producto (\$ 15.000 kg<sup>-1</sup>). La situación cambia a partir del cuarto año de simulación, cuando el costo medio se estabiliza alrededor de \$ 80.000.

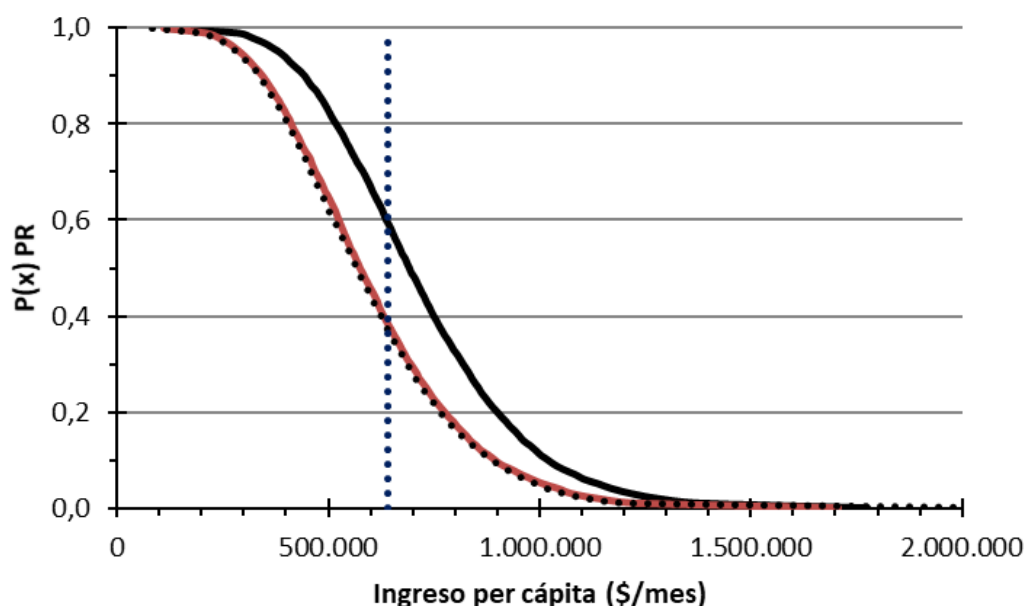
Esto implica que la diferencia entre el costo medio de un kilo de camarón de ambiente natural es sustancialmente más La disminución en costo medio por kilo capturado de los camarones repoblados se explica porque anualmente más juveniles son incorporados a la población y estos comienzan a producir descendencia. Así la nueva biomasa originada a partir del repoblamiento comienza a aumentar lo que genera una mejor captura que viene a dividir el costo total de los juveniles introducidos en el río.



**Figura 43.** Costos medios por kilo capturado considerando el costo de los juveniles producidos en hatchery e introducidos en el río (gráfico superior); costo medio para el camaronero que no considera el costo del repoblamiento (gráfico medio) y costo medio por kilo captura de individuos que han sido introducidos en el río y que contribuyen al reclutamiento posterior (gráfico inferior). Sin programa de repoblamiento (triángulos negros); con 25.000 juveniles introducidos en el río (círculos blancos) y con 600.000 introducidos (círculos negros).

#### Análisis de riesgo

Los resultados (**Fig. 44**) indican que, al incorporar las fuentes de incertidumbre, la probabilidad de obtener un ingreso *per cápita* mensual durante la temporada de pesca igual o mayor a los \$ 641.000 es de 38% con un repoblamiento de 25.000 juveniles versus el 61% con 600.000 juveniles. Sin programa de repoblamiento la probabilidad es de 37%.



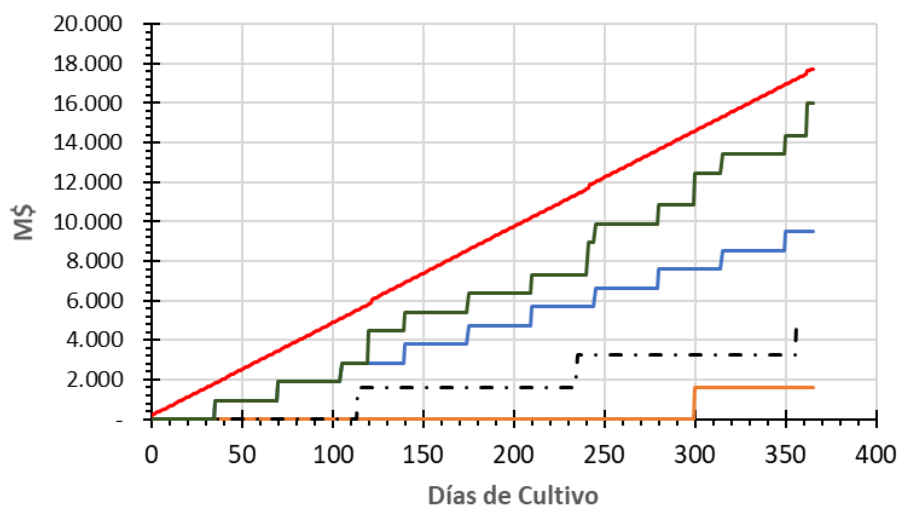
**Figura 44.** Resultados del análisis de riesgo para los tres niveles de repoblamiento: 0 (línea negra punteada), 25.000 (línea roja) y 600.000 juveniles (línea negra gruesa). La línea vertical punteada representa el punto de referencia. El eje de las ordenadas representa la probabilidad de obtener un ingreso per cápita igual o mayor que algún valor sobre el eje de las abscisas.

## B.- Evaluación módulos acuapónicos (módulo básico y full).

### Módulo básico

La **Figura 45** muestra la dinámica temporal de cinco variables de importancia en el análisis económico – productivo para el módulo de acuíponía básico. Lo primero que se observa es que el costo total es mayor al ingreso total, lo que indica claramente que esta configuración es ineficiente en términos económicos.

Lo segundo es que el principal ingreso lo constituye la venta de la producción de albahaca (59% del total de ingresos), lo que genera un escenario donde camaroneros históricos se transforman en productores de hortalizas, lo que puede no ser bien percibido por los involucrados.



**Figura 45.** Dinámica temporal (primer año) del ingreso en el módulo básico: truchas (línea anaranjada); camarones (línea verde segmentada); albahaca (línea azul); ingreso total (línea verde continua) y costo total (línea roja).

La **Tabla 21** muestra la evaluación económica de esta configuración. El Van es negativo (-\$ 17,6 millones) y claramente este resultado es insuficiente en términos del punto de referencia *per cápita*, ya que no cumple con lo requerido.

**Tabla 21.** Evaluación económica del módulo básico de acuiponía.

ITEMS	PERIODO EVALUACION					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Costos Fijos</b>						
Inversión	\$ 8.954.424					
Terreno						
Depreciaciones						
Capital de trabajo	\$ 7.200.000					
Valor residual	\$ -					
Amortizaciones		\$ 7.200.000				
Total	\$ 7.200.000	\$ 7.200.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Personal y otros</b>						
Técnico		\$ 7.320.000	\$ 7.320.000	\$ 7.320.000	\$ 7.320.000	\$ 7.320.000
Operarios		\$ 4.880.000	\$ 4.880.000	\$ 4.880.000	\$ 4.880.000	\$ 4.880.000
Mantenición red húmeda		\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000
Total		\$ 12.560.000	\$ 12.560.000	\$ 12.560.000	\$ 12.560.000	\$ 12.560.000
<b>Costos variables</b>						
<b>Producción</b>						
Electricidad		\$ 3.917.252	\$ 3.917.252	\$ 3.917.252	\$ 3.917.252	\$ 3.917.252
Costo Alimento		\$ 516.966	\$ 516.966	\$ 516.966	\$ 516.966	\$ 516.966
Costo Juveniles trucha		58.368	58.368	58.368	58.368	58.368
Costo Juveniles Camarón		\$ 582.912	\$ 582.912	\$ 582.912	\$ 582.912	\$ 582.912
Costo Albahaca		\$ 476.365	\$ 476.365	\$ 476.365	\$ 476.365	\$ 476.365
Costo Variable Total		\$ 5.551.863	\$ 5.551.863	\$ 5.551.863	\$ 5.551.863	\$ 5.551.863
Egresos Totales		\$ 18.111.863	\$ 18.111.863	\$ 18.111.863	\$ 18.111.863	\$ 18.111.863
<b>Ingresos</b>						
Truchas		\$ 1.608.876	\$ 1.608.876	\$ 1.608.876	\$ 1.608.876	\$ 1.608.876
Camarón		\$ 4.873.050	\$ 4.873.050	\$ 4.873.050	\$ 4.873.050	\$ 4.873.050
Albahaca		\$ 9.500.160	\$ 9.500.160	\$ 9.500.160	\$ 9.500.160	\$ 9.500.160
Total		\$ 15.982.086	\$ 15.982.086	\$ 15.982.086	\$ 15.982.086	\$ 15.982.086
Utilidades Antes Impuesto		\$ -2.129.777	\$ -2.129.777	\$ -2.129.777	\$ -2.129.777	\$ -2.129.777
Impuesto a las Utilidades (27%)		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidades Después Impuesto		\$ -2.129.777	\$ -2.129.777	\$ -2.129.777	\$ -2.129.777	\$ -2.129.777
Amortizaciones		\$ 7.200.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo Caja Neto	\$ -7.200.000	\$ -9.329.777	\$ -2.129.777	\$ -2.129.777	\$ -2.129.777	\$ -2.129.777
VAN (16%)	\$-17.569.322					
<b>TIR</b>						
Nr. Camaroneros (socios)	24					
Ingreso per cápita (año)		\$ -388.741	\$ -88.741	\$ -88.741	\$ -88.741	\$ -88.741
Ingreso per cápita (por mes anual)		\$ -32.395	\$ -7.395	\$ -7.395	\$ -7.395	\$ -7.395
Ingreso per cápita (5 meses)		\$ -77.748	\$ -17.748	\$ -17.748	\$ -17.748	\$ -17.748
		No cumple con el PRO	No cumple con el PRO	No cumple con el PRO	No cumple con el PRO	No cumple con el PRO

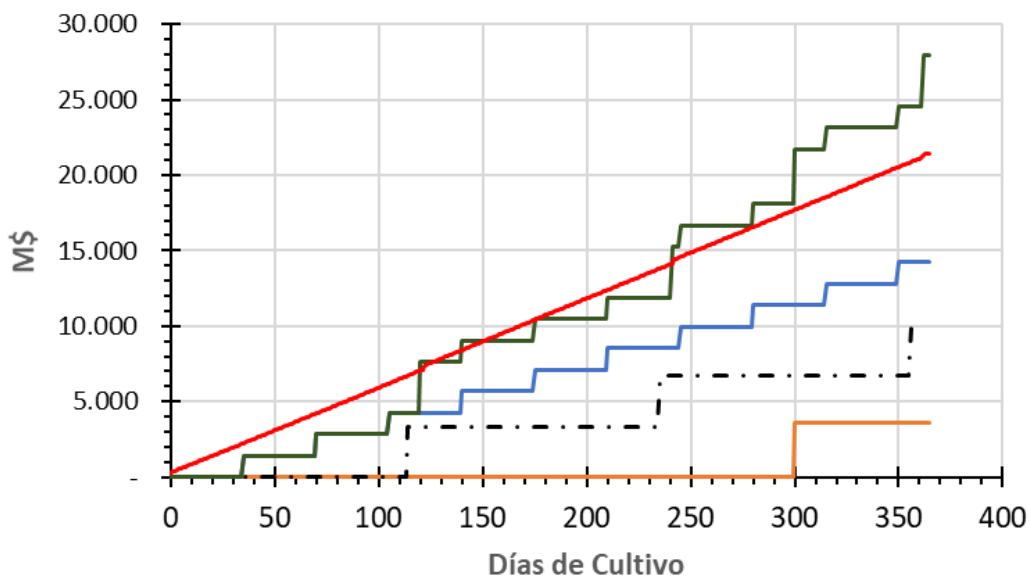
## Módulo Full

La **Figura 46** muestra el resultado dinámico para el primer año de cultivo<sup>1</sup>. En el caso del módulo full, hacia el último cuatrimestre del año los costos totales son inferiores al ingreso total, generando un margen de excedente. En cuanto a la importancia relativa de las especies en términos de ingreso, la venta de albahaca sigue siendo la más relevante y da

<sup>1</sup> Dado que los ciclos se repiten anualmente, los resultados son los mismos independiente del año. Por razones prácticas se muestra sólo el primero.



cuenta del 51% del ingreso total. Le sigue el camarón con el 31% y finalmente la trucha con el 13% restante.



**Figura 46.** Dinámica temporal (primer año) del ingreso en el módulo full: truchas (línea anaranjada); camarones (línea verde segmentada); albahaca (línea azul); ingreso total (línea verde continua) y costo total (línea roja).

En la **Tabla 22** se muestra la evaluación económica del módulo full. En ella se puede apreciar que si bien el VAN es positivo el ingreso per cápita no satisface el punto de referencia. En efecto, este indicador muestra un valor de \$ 184.119 para el año 2<sup>2</sup>. Así, al igual que el módulo básico este módulo requiere ser ampliado para lograr aumentar la producción anual.

<sup>2</sup> No se considera en este comentario el año 1 puesto que en este año se amortiza el capital de trabajo dejando un saldo negativo en el flujo de caja neto.

**Tabla 22.** Evaluación económica del módulo full de acuiponía.

ITEMS	PERIODO EVALUACION					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Costos Fijos</b>						
Inversión	\$ 11.909.384					
Terreno						
Depreciaciones						
Capital de trabajo	\$ 7.200.000					
Valor residual	\$ -					
Amortizaciones		\$ 7.200.000				
Total	\$ 7.200.000	\$ 7.200.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Personal y otros</b>						
Técnico		\$ 7.320.000	\$ 7.320.000	\$ 7.320.000	\$ 7.320.000	\$ 7.320.000
Operarios		\$ 4.880.000	\$ 4.880.000	\$ 4.880.000	\$ 4.880.000	\$ 4.880.000
Mantenimiento red húmeda		\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000
Total		\$ 12.560.000	\$ 12.560.000	\$ 12.560.000	\$ 12.560.000	\$ 12.560.000
<b>Costos variables</b>						
<b>Producción</b>						
Electricidad		\$ 6.855.190	\$ 6.855.190	\$ 6.855.190	\$ 6.855.190	\$ 6.855.190
Costo Alimento		\$ 765.962	\$ 765.962	\$ 765.962	\$ 765.962	\$ 765.962
Costo Juveniles trucha		\$ 87.552	\$ 87.552	\$ 87.552	\$ 87.552	\$ 87.552
Costo Juveniles Camarón		\$ 874.368	\$ 874.368	\$ 874.368	\$ 874.368	\$ 874.368
Costo Albahaca		\$ 714.548	\$ 714.548	\$ 714.548	\$ 714.548	\$ 714.548
Costo Variable Total		\$ 9.297.620	\$ 9.297.620	\$ 9.297.620	\$ 9.297.620	\$ 9.297.620
Egresos Totales		\$ 21.857.620	\$ 21.857.620	\$ 21.857.620	\$ 21.857.620	\$ 21.857.620
<b>Ingresos</b>						
Truchas		\$ 3.619.970	\$ 3.619.970	\$ 3.619.970	\$ 3.619.970	\$ 3.619.970
Camarón		\$ 10.040.625	\$ 10.040.625	\$ 10.040.625	\$ 10.040.625	\$ 10.040.625
Albahaca		\$ 14.250.240	\$ 14.250.240	\$ 14.250.240	\$ 14.250.240	\$ 14.250.240
Total		\$ 27.910.835	\$ 27.910.835	\$ 27.910.835	\$ 27.910.835	\$ 27.910.835
Utilidades Antes Impuesto		\$ 6.053.215	\$ 6.053.215	\$ 6.053.215	\$ 6.053.215	\$ 6.053.215
Impuesto a las Utilidades (27%)		\$ 1.634.368	\$ 1.634.368	\$ 1.634.368	\$ 1.634.368	\$ 1.634.368
Utilidades Después Impuesto		\$ 4.418.847	\$ 4.418.847	\$ 4.418.847	\$ 4.418.847	\$ 4.418.847
Amortizaciones		\$ 7.200.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo Caja Neto	\$ -7.200.000	\$ -2.781.153	\$ 4.418.847	\$ 4.418.847	\$ 4.418.847	\$ 4.418.847
VAN (16%)	\$915.263					
<b>TIR</b>						
Nr. Camaroneros (socios)	24					
Ingreso per cápita (año)		\$ -115.881	\$ 184.119	\$ 184.119	\$ 184.119	\$ 184.119
Ingreso per cápita (por mes anual)		\$ -9.657	\$ 15.343	\$ 15.343	\$ 15.343	\$ 15.343
Ingreso per cápita (5 meses)		\$ -23.176	\$ 36.824	\$ 36.824	\$ 36.824	\$ 36.824
		No cumple con el PRO	No cumple con el PRO	No cumple con el PRO	No cumple con el PRO	No cumple con el PRO

### Escalamiento de los módulos

Con el fin de explorar cuál es el tamaño productivo que genera resultados económicos que satisfagan al punto de referencia (ingreso per cápita de MM\$ 3,5) se aumentó el tamaño productivo original de los módulos. Los resultados determinísticos de este escalamiento se muestran en la **Tabla 23**. Se observa que ninguna de las dos configuraciones genera valores de ingreso per cápita anual iguales o mayores a MM\$ 3,5 ni en su tamaño original ni ampliando dos veces. Cuando el escalamiento es x3 y x4 el fracaso en alcanzar el punto de referencia se mantiene para el módulo básico. De hecho, este módulo sólo permitiría

valores satisfactorios amplificando por cuatro veces su capacidad productiva sólo en el caso de que la asociación de camaroneros esté compuesta por 12 o 18 socios.

**Tabla 23.** Resultados del escalamiento de los módulos de cultivo acuíponicos (básico y full) para la variable de desempeño ingreso per cápita. El punto de referencia para esta variable es de MM\$ 3,5.

Nr. Socios	Módulo	1	2	3	4
12	Basico	\$ -777.481	\$ 666.592	\$ 2.782.547	\$ 5.736.275
	Full	\$ -231.763	\$ 2.782.547	\$ 7.262.788	\$ 13.564.840
18	Basico	\$ -518.321	\$ 444.394	\$ 1.855.031	\$ 3.824.183
	Full	\$ -154.509	\$ 1.855.031	\$ 4.841.858	\$ 9.043.227
24	Basico	\$ -388.741	\$ 333.296	\$ 1.391.273	\$ 2.868.137
	Full	\$ -115.881	\$ 1.391.273	\$ 3.631.394	\$ 6.782.420

Para el módulo full se alcanzaría en promedio el punto de referencia escalando al triple de su diseño productivo original. Esto significa que del tamaño orinal (3 estanques de 7 m<sup>3</sup> y seis raceways de 1,8 m<sup>3</sup>) habría que instalar el equivalente a tres módulos full con un total de 9 estanques de 7 m<sup>3</sup> y 18 raceways de 1,8 m<sup>3</sup>, al menos. escalando cuatro veces su tamaño original significaría instalar 12 estanques de 7 m<sup>3</sup> y 24 raceways de 1,8 m<sup>3</sup>.

Naturalmente, distintos escalamientos requieren que la inversión inicial sea diferente para el privado que donará los módulos. La **Tabla 24** resume los montos de la inversión que tendría que ser desembolsada en cada caso.

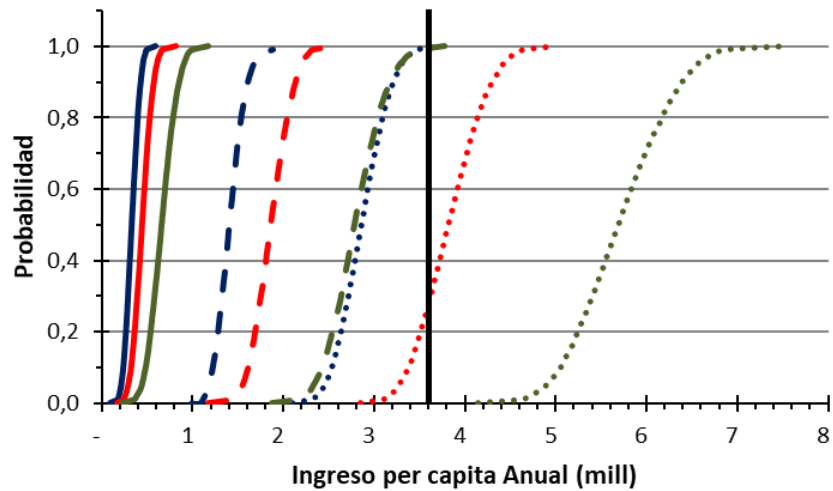
**Tabla 24.** Valores de la inversión en distintas dimensiones productivas (escalamiento).

Módulo	1	2	3	4
Basico	\$ 8.954.424	\$ 17.908.848	\$ 26.863.272	\$ 35.817.696
Full	\$ 11.909.384	\$ 23.818.768	\$ 35.728.152	\$ 47.637.535

### Análisis de riesgo

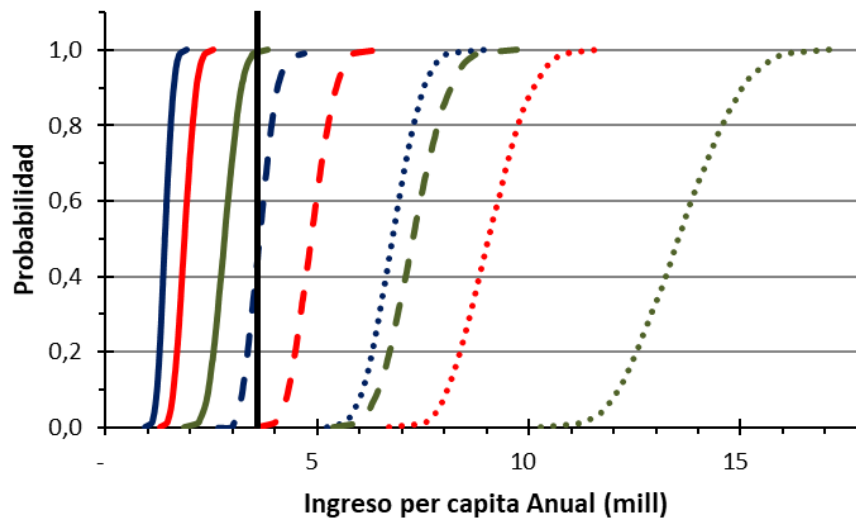
De la **Tabla 25** se tomaron los resultados no negativos y se estimó la probabilidad de alcanzar el punto de referencia de MM\$ 3,5 de ingreso *per cápita* anual. El análisis implica determinar la probabilidad de obtener un valor dado considerando en el análisis todas las fuentes de variabilidad identificadas en el modelo bioeconómico.

Para el caso del módulo básico (**Fig. 47**) se observa que la probabilidad de obtener un ingreso per cápita igual o mayor que el punto de referencia en todos los casos, excepto dos, es cero. Para el caso de un escalamiento x4 y con un tamaño organizacional de 18 socios la probabilidad de obtener un resultado igual o mayor que el punto de referencia es de aprox. 70%, mientras que es del 100% para la misma magnitud de escalamiento, pero con sólo 12 socios.



**Figura 47.** Análisis de riesgo para el módulo básico con distintos números de socios en la organización: 24 socios (líneas azules) y con distintos niveles de escalamiento, x2 (línea continua), x3 (línea segmentada) y x4 (línea punteada); 18 socios (líneas rojas), x2 (línea continua), x3 (línea segmentada) y x4 (línea punteada); 12 socios (líneas verdes) y con distintos niveles de escalamiento, x2 (línea continua), x3 (línea segmentada) y x4 (línea punteada).

Para el caso de análisis de riesgo del módulo full la situación es distinta (Figura). En este caso los tres escenarios de escalamiento x2 fallan en alcanzar el punto de referencia. Esto es claro puesto que en la **Figura 48** este escenario en los tres tamaños de organización cae a la izquierda de la línea vertical que indica el valor del punto de referencia.



**Figura 48.** Análisis de riesgo para el módulo full con distintos números de socios en la organización: 24 socios (líneas azules) y con distintos niveles de escalamiento, x2 (línea continua), x3 (línea segmentada) y x4 (línea punteada); 18 socios (líneas rojas), x2 (línea continua), x3 (línea segmentada) y x4 (línea punteada); 12 socios (líneas verdes) y con distintos niveles de escalamiento, x2 (línea continua), x3 (línea segmentada) y x4 (línea punteada).

En el escenario de una organización con 24 socios y un escalamiento x3 existe un 54% de alcanzar el punto de referencia o su equivalente en términos de fracaso de un 46%. Todos los demás escenarios muestran un 100% de probabilidades de obtener un ingreso per cápita anual de MM\$ 3,6. Para una organización compuesta por 24 socios el escalamiento mínimo necesario sería x4 y x3 para una organización de 18 o 12 socios.

### C.- Modelo Modulo de Estanques de Engorda

La **Tabla 26** resume los resultados económicos del módulo de engorda calculados a partir de los valores de entrada. En este escenario el beneficio neto es negativo. Este resultado se genera por dos causas fundamentales. Una es el bajo nivel productivo del módulo ya que la cosecha alcanza a sólo 23 kg de biomasa y al alto costo total asociado. De estos últimos el principal ítem lo constituye el costo de personal (74%), seguido del costo de energía (18%).

**Tabla 26.** Evaluación económica del módulo de engorda.

VARIABLES DE CONTROL				RESULTADOS CICLO PRODUCTIVO													
Peso cosecha (gr)	Escalamiento	Superficie Estanque	Edad ingreso (días)	Peso Ingreso (gr)	Día Cosecha	Nr. camarones	Biomasa (kg)	Costo Total	Ingreso total	Beneficio Neto	Costo Personal	Costo energía	Costo alimentación	Costo juveniles	Costo medio (\$/kg)	Inversión Privada Estanques	Inversión Privada Juveniles
25	1	50	80	1,5	177	906	23	\$ 5.217.232	\$ 341.749	<b>\$-4.875.483</b>	\$ 3.874.467	\$ 955.834	\$ 89.931	\$ 297.000	\$ 228.994	\$ 4.745.018	\$
											74%	18%	2%	6%			

El costo medio de producción por kilo de camarón es de \$ 228.994 contra los \$15.000 del precio de venta por kilo de camarón vivo. El escalamiento de este módulo no genera un cambio en el sentido de lograr un beneficio neto positivo y un costo de producción inferior a los \$ 15 mil. A modo de ejemplo, escalar el sistema aumentando a 10 los módulos instalados (**Tabla 27**) si bien logra disminuir el costo medio no logra generar beneficios positivos por el alto nivel de costos, donde el costo de energía pasa a ser el principal ítem de costo (55%) y costos de personal en segundo lugar con 22%. Así el módulo de engorda tal como está concebido originalmente falla en generar beneficio económico para la organización de camaroneros.

**Tabla 27.** Evaluación económica del módulo de engorda al aumentar la producción 10 veces.

VARIABLES DE CONTROL				RESULTADOS CICLO PRODUCTIVO													
Peso cosecha	Escalamiento	Superficie Estanque	Edad ingreso	Peso Ingreso	Día Cosecha	Nr. camarones	Biomasa (kg)	Costo Total	Ingreso total	Beneficio Neto	Costo Personal	Costo energía	Costo alimentación	Costo juveniles	Costo medio (\$/kg)	Inversión Privada Estanques	Inversión Privada Juveniles
(gr)			(días)	(gr)													
25	10	50	80	1,5	177	9.057	228	\$ 17.302.123	\$ 3.417.491	\$-13.884.632	\$ 3.874.467	\$ 9.558.344	\$ 899.313	\$ 2.970.000	\$ 75.942	\$ 47.450.179	\$ -
											22%	55%	5%	17%			

El resultado anterior sugiere la necesidad de generar un escenario alternativo donde la carga de costos totales para la organización de camaroneros pueda ser aliviada. La **Tabla 28** resume el análisis en un escenario donde se suprimió el costo de personal, pensando en utilizar el recurso humano empleado en el módulo de acuíponía, es decir, que estas dos personas se hagan cargo también de la operación del módulo de engorda. En este nuevo escenario este módulo también falla en generar un beneficio neto positivo y es el costo de energía el principal ítem que explica el 71% del costo total. Escalando la producción no se logra tampoco el efecto deseado.

Un escenario alternativo es prescindir del estanque de engorda, tal como es el diseño original de la UCN y ocupar dos piletas de 40 x 20 m (800 m<sup>2</sup>) administradas y disponibles

para los camareros de modo tal que se puede iniciar un cultivo de engorde en esas instalaciones. Las condiciones para la operación suponen también el omitir el personal original para el módulo de engorde y emplear al mismo personal contratado para el módulo acuípónico. Además, en términos de inversión en bienes de capital sólo se requiere de una bomba de 2 hp por pileta ya que con esta potencia sería suficiente para la aireación de una superficie de 800 m<sup>2</sup>. En este sentido un pie cúbico por minuto de aire (cfm) puede ser suficiente para suministrar aire a un estanque de 200 m<sup>2</sup> con peces. Por último, se asume que el costo de los juveniles es absorbido por un privado que los dona a la organización en lugar de invertir en los estanques de 54 m<sup>3</sup>.

La **Tabla 28** resume los resultados de este nuevo escenario. En este caso el costo medio baja a \$ 6.569 kg<sup>-1</sup>, lo que deja un margen de ganancia de \$ 8.431 lo que permite que el beneficio neto por ciclo productivo sea de \$ 3.073.252. El principal costo lo constituye el costo de alimentación (60%), el 40% restante se debe a la energía del aireador.

**Tabla 28.** Evaluación económica del cultivo de engorda basado en piletas de 800 m<sup>2</sup>.

VARIABLES DE CONTROL				RESULTADOS CICLO PRODUCTIVO														
Peso cosecha	Superficie	Edad ingreso		Peso Ingreso	Día	Nr.	Biomasa											
Escalamiento	Estanque	(días)		(gr)	Cosecha	camarones	(kg)	Costo Total	Ingreso total	Beneficio	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo medio	Inversión	Inversión	
(gr)										Neto	Personal	energía	alimentación	juveniles	(\$/kg)	Privada	Privada	
																Estanques	Juveniles	
25	1	800	80	1,5	177	14.491	365	\$ 2.394.734	\$ 5.467.986	\$3.073.252	\$ -	\$ 955.834	\$ 1.438.900	\$ -	\$ 6.569	\$ 76.240.286	\$ 5.072.000	
											0%	40%	60%	0%				

En términos de la inversión que debe asumir el privado ocurre un hecho notable. Para obtener una superficie cultivo de 800 m<sup>2</sup> se requiere un total de 16 módulos de engorde a un costo de más de \$ 76 millones, a diferencia de invertir en la compra de los juveniles y la bomba de 2 hp para el cultivo en piletas que ascendería a un poco más de \$ 5 millones. Un cambio en el diseño del cultivo de estanques a piletas genera un beneficio neto positivo a un menor costo para el privado que donaría lo necesario para iniciar el cultivo. Además, los días necesarios para obtener el peso de cosecha son 177 días, lo cual permite producir dos ciclos de camarones anualmente, es decir, el beneficio neto anual sería del orden de \$ 6.146.503 a la organización. Así, anualmente el cultivo de engorda de camarón de río en piletas puede generar un ingreso per cápita dependiendo del número de camareros que conforman la organización, ingreso que constituye para los camareros un ingreso adicional al ingreso producto del sistema acuípónico. Este resultado se muestra en la **Tabla 29**. En ella se muestran dos resultados posibles. El primero (ingreso per cápita (1)) es el ingreso esperado si la organización de camareros asume sólo los costos de la energía y de los juveniles. El segundo (ingreso per cápita (2)) representa el ingreso por socio si todos los costos fueran asumidos por el privado. En este caso, naturalmente, el ingreso per cápita aumenta y el costo para el privado ascendería a aproximadamente \$ 7,5 millones, es decir, menos del 10% del que incurriría al financiar un sistema basado en el módulo de engorda original que además no genera beneficios económicos.

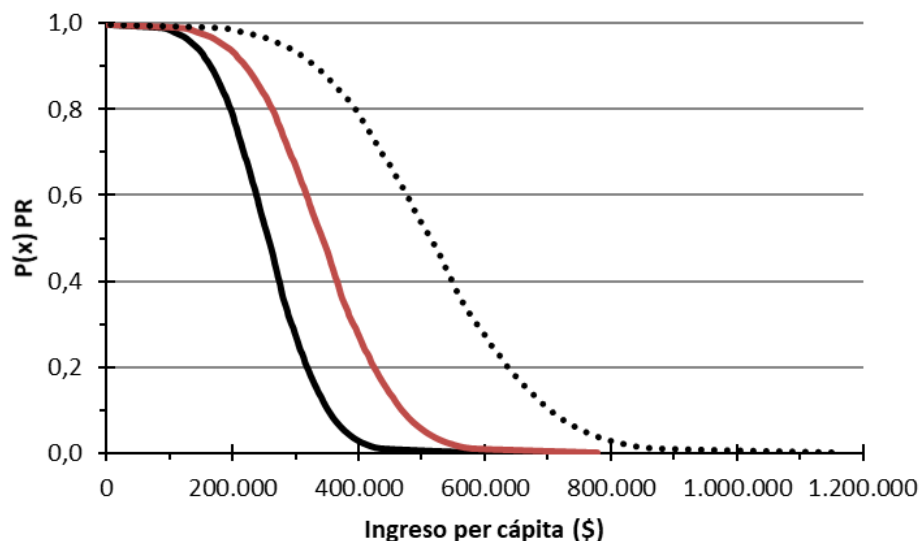
**Tabla 29.** Ingreso per cápita anual esperado. El ingreso per cápita (1) representa el ingreso si el privado asume sólo el costo de juveniles y el ingreso per cápita (2) si asumiera todos los costos del cultivo de engorda en piletas aportadas por la organización.

Nr. Socios	ingreso per cápita (1)	ingreso per cápita (2)
12	\$512.209	\$911.331
18	\$341.472	\$607.554
24	\$256.104	\$455.665



## Análisis de riesgo

La **Figura 49** muestra los resultados del análisis de riesgo de uno de los escenarios más favorables para el cultivo de engorda que es con el uso de las piletas de engorda y con el privado donando los juveniles de camarones. Obviamente con un menor número de socios las probabilidades son más altas. Así si se quiere determinar cuál es la probabilidad de obtener un ingreso *per cápita* anual igual o superior a los \$ 500.000 esta sería de 0,4% para una asociación con 24 socios; 6% para una de 18 y 54% para una de 12 miembros.



**Figura 49.** Análisis de riesgo para el cultivo de engorda de camarón en piletas de 40 x 20 m, en un escenario donde un privado aporta los juveniles. Las líneas gruesas representan las tendencias en los ingresos per cápita para organizaciones de 24 (línea negra), 18 (línea roja) o 12 miembros (línea punteada).

## D.- Discusión

### Modelo Programa de Repoblamiento

Lo primero es recordar que el análisis del Programa de Repoblamiento es un ejercicio hipotético en el sentido de que se desconoce el tamaño actual de la población de camarón de río del norte en la cuenca del Choapa. En este sentido, la población recreada fue sintonizada de manera tal que al primer año de simulación rindiera una captura similar a la observada, es decir, alrededor de 40 – 42 t anuales. Bajo este supuesto el tamaño de la población fue de alrededor de 15 millones de individuos, mientras que la fracción explotable fue de alrededor de 4 millones de individuos. Este supuesto es relevante ya que dependiendo del número de juveniles generados en el hatchery de la UCN el aporte porcentual de éstos podría ser diferente. Por ejemplo, bajo las condiciones del supuesto del tamaño poblacional el primer escenario de repoblamiento evaluado (25.000 juveniles) representa apenas un 0,15%. Dado que el porcentaje respecto del total es bajo las diferencias con el escenario sin repoblamiento son marginales, tal como se muestra en los resultados. En este sentido, un nivel de repoblamiento de esta magnitud no hace diferencia en términos de las expectativas de los camaroneros ya que no genera un ingreso *per cápita* que sea sostenible en el tiempo. Distinta es la situación cuando el nivel de repoblamiento aumenta hasta 600.000 individuos, que representa un 4% del total poblacional en la

población “actual”<sup>3</sup>. Bajo este escenario es posible cumplir con el punto de referencia evaluado en el texto, es decir, generar a un nivel sostenible un ingreso per cápita igual o mayor a los \$ 4.487.000 para el periodo de pesca de siete meses al año. Así, si el tamaño poblacional inicial fuera el descrito se requeriría amplificar 27,3 veces la cantidad que se piensa insertar en la población natural que es 25.000 juveniles. El costo de este mayor esfuerzo sería de \$ 106.800.000 (600.000 juveniles) versus los \$ 3.916.000 por 25.000 juveniles. En el modelo no se sabe quién se haría cargo de este costo, ni tampoco se conoce en la actualidad la capacidad productiva real del hatchery de la UCN. Lo ideal habría sido tener el tamaño real de la población, ya sea obtenido de evaluaciones directas o basadas en éxito de pesca, pero por distintas razones, ajenos al Consultor, no fue posible contar con esta información.

En este sentido los resultados presentados en este Informe deben ser visto con precaución ya que se desconoce el nivel de exactitud y precisión del tamaño hipotético de la población asumida para el análisis.

### **Modelo Módulos de Cultivo acuípónico**

Respecto de la unidad productiva de recirculación acuípónica los resultados indican que la unidad o módulo básico a ser instalado por la UCN en el marco de este Proyecto, no sería suficiente para sustentar una actividad económica que satisfaga las expectativas de una organización de camaroneros de entre 12 – 24 socios. Tal como la unidad técnica de la UCN lo menciona explícitamente, esta unidad básica tiene fines demostrativos, educativos o de capacitación, pero no necesariamente constituye una unidad económicamente sustentable. Sería necesario escalar el nivel de producción. En este sentido, sería recomendable pensar en una instalación que al menos triplique la capacidad productiva del módulo *full* pensando en una organización de entre 12 – 18 socios, mientras que para un tamaño organizacional de 24 socios lo recomendable sería cuadruplicar la capacidad productiva del módulo *full*. Quizás lo recomendable sería este último nivel de producción para poder tener cierta holgura en absorber los costos de puesta en marcha y operación no contemplados el análisis, esto dado a que se desconocen datos reales para estos ítems.

Así, el costo en términos de inversión unidad productiva de acuíponía sería de entre MM\$ 36 y MM\$ 48, sumado a un costo anual en términos de repoblamiento de alrededor de MM\$ 107.

### **Modulo Cultivo en Estanques de Engorda**

Los resultados mostraron que el diseño original del cultivo en engorda, esto es, usando estanques de 54 m<sup>3</sup>, no resulta económicamente viable ya que no genera beneficios netos positivos a cualquier escala. Esto es así ya que este diseño está concebido para fines demostrativos y no con fines comerciales.

Si el diseño original se modifica reemplazando los estanques de engorda por piletas aportadas por la organización de camaroneros, que ya están construidas, se lograría generar un beneficio económico positivo, el cual podría aportar entre \$ 911 mil y \$ 256 mil por camaronero, lo que aumentaría el ingreso per cápita global por actividades de acuicultura. En última instancia el monto de este ingreso adicional dependerá de los ítems a ser financiados por el privado y del número de camaroneros que conforman la organización.

---

<sup>3</sup> “Actual” entre comillas dado que el tamaño de inicio de la población es un supuesto.

## E.- Conclusiones

Con respecto al Programa de Repoblamiento en la cuenca del río Choapa hay bastante incertidumbre en términos del tamaño actual de la población. En este sentido se trabajó con un tamaño probable que pueda proporcionar un nivel de captura similar a la actual. En esta situación los resultados mostraron que con un nivel de repoblamiento basado en 25.000 juveniles anuales el efecto sobre la población, las capturas y los ingresos de los camaroneros no sería muy diferente a no hacer el repoblamiento. Para que el Programa de Repoblamiento pudiera representar algún grado de aporte sería necesario aumentar significativamente el aporte de juveniles.

En el escenario simulado un aporte de 600.000 juveniles podría mantener a la población en un tamaño estable que signifique biomasa constante, capturas mayores a las actuales y un nivel de ingreso que satisfaga las expectativas de los camaroneros de la cuenca. Esto sugiere que el número de juveniles requeridos para lograr un repoblamiento exitoso supera ampliamente las capacidades actuales de la UCN para generar este número necesario. De acuerdo con lo declarado por la UCN su capacidad actual no supera los 50.000 juveniles.

Con relación al módulo de acuiponía contemplado en el proyecto, los resultados demuestran que efectivamente, este módulo tiene una finalidad más bien educativa y de capacitación más que productiva a un nivel de generar rentabilidad económica. A fin de obtener algún beneficio económico es necesario escalar significativamente el nivel de producción. En este sentido habría que pensar en un nivel de producción tres veces superior al módulo descrito como full, esto es con nueve estanques de 7 m<sup>3</sup> y 18 raceways, situación que involucra un mayor nivel de inversión y de costos de operación, pero que harían al sistema rentable si un privado estuviera dispuesto a donar la inversión inicial en los módulos de cultivo. Dado que no todos los costos fueron incluidos en el análisis (por ejemplo, inicialización de los módulos o costos de cosecha) quizás hasta sería recomendable escalar hasta cuatro veces el módulo denominado full, esto es llegar a 12 estanques de 7 m<sup>3</sup> y 24 raceways, con un mayor costo para el privado.

Finalmente, el módulo de engorda propuesta originalmente en el Proyecto también constituye una instalación más bien demostrativa, cosa que la UCN reconoce. En este sentido, esta unidad demostrativa no constituye un proyecto económicamente rentable para los camaroneros ya que no genera los ingresos esperados mientras está vigente la veda extractiva de camarones silvestres en el río. Al respecto se recomienda reemplazar este módulo por un diseño de cultivo de engorda que basada en piletas de cultivo de mayor tamaño.

La organización de camaroneros dispone de una pileta de 40 x 20 m, lo que aumentaría la biomasa producida, elevaría los ingresos brutos, pero aun a mayor costo genera un ingreso *per cápita* positivo que puede constituir un adicional a los ingresos por acuiponía con el fin de que los camaroneros tengan un ingreso equivalente a la pesca e río durante los cinco meses que el recurso está en veda.

## Literatura Citada

- Díaz, S., N. Tapia y D. Vargas. 2013. Análisis de factibilidad económica de la Granja Agro – Acuícola Diaguitas, Valle de Elqui. Memoria de Título para optar a Ingeniería en Administración de Empresas, mención Marketing. INACAP La Serena. 107 pp.
- Dominguez – May, R., E. Gasca – Leyva y D. Robledo. 2015. Haversting time optimization and risk analysis for the mariculture of *Kappaphycus alvarezii* (Rodophyta). Rev. Aquacult. 0: 1 – 11.

- Gurney, W.S.C. y R. M. Nisbet. 1998. Ecological dynamics. Oxford University Press. New York. 335 pp.
- Haddon, M. 2001. Modelling and quantitative methods in fisheries. Chapman & Hall, New York. 406 pp.
- Hilborn, R. y C. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Chapman & Hall, New York. 570 pp.
- Merino, G., E. von Brand y M. C. Morales. 2014. Trout and river prawn culture in a recirculating system with hydroponic. 29 pp.
- Merino, G. y E. von Brand. 2019. Módulo acuípónico educacional: descripción, puesta en marcha y operación. Curso de acuíponía. Junio de 2019. 46 pp.
- Ricker, W.E. 1979. Growth rates and models. En: Bioenergetics and growth. W.S. Hoar, D.J. Randall y J.R. Brett (Eds.), Fish Physiology. 8: 1 -1 786.
- Sapag, N. y R. Sapag. 2008. Preparación y evaluación de proyectos. 5ª Edición. McGraw – Hill Interamericana. Bogotá, Colombia, 2008. 463 pp.

### **9.15. Actividad 15. Desarrollo de un plan de manejo pesquero para el camarón de río en el río Choapa.**

#### **Actividad 15.8. Gira tecnológica al Perú.**

El viernes 24 de julio se estableció un primer contacto o comunicación con Sarita Campos León, profesional de Laboratorio Costero del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) en la provincia de Camaná, quien es la encargada del programa de monitoreo del recurso camarón en la zona sur del país vecino y posible anfitriona en la gira tecnológica planificada. De manera preliminar y de acuerdo con lo comunicado, existen posibilidades concretas de realizar una visita de aproximadamente 4 días de duración, en la que se realizarían actividades de intercambio con organizaciones de camaroneros (talleres y reuniones), en el propio centro de Investigación de IMARPE, además de una o dos visitas a terreno (localidades) donde participarían en una jornada de muestreos especialmente preparada para la ocasión.

Esta actividad fue finalmente desestimada debido a restricciones sanitarias impuestas por las autoridades del Perú, lo que constituye motivos de fuerza mayor (ver **Anexo 2**).

#### **Componente: Otras actividades**

### **9.19. Actividad 19. Reuniones del equipo técnico del programa.**

#### **Actividad 19.1. Reuniones del equipo técnico ejecutor.**

Ver verificadores **Anexo 3**. Estas reuniones se ejecutaron 100%, según el cronograma original de trabajo, no obstante, se seguirán realizando hasta la finalización del Programa.

## 9.20. Actividad 20. Talleres de difusión

### Actividad 20.2 Realización página web

Link: <https://www.ifop.cl/programa-camaron-choapa/>



### Actividad 20.3. Realización video programa

Cápsulas audiovisuales, que dan cuenta de los principales hitos del programa.

#### Institucionalidad del Programa Camarón

<https://www.youtube.com/watch?v=qlKdGDrA6Cw>

#### Ecología de camarones en el río Choapa

[https://www.youtube.com/watch?v=OSo2b1\\_Tb2g&t=2s](https://www.youtube.com/watch?v=OSo2b1_Tb2g&t=2s)

#### Pesquería de camarones en el río Choapa

<https://www.youtube.com/watch?v=cmLA2jE8TyM>

#### Acuicultura de camarones en el río Choapa

<https://www.youtube.com/watch?v=Kx7GwtEzw4o>

## 10. Impactos logrados a la fecha

A la fecha, existen cinco impactos significativos en el desarrollo del noveno trimestre del proyecto, el primero de ellos, es la finalización de las actividades de registro pesquero por parte de las organizaciones camaroneras del Choapa e IFOP. El segundo de ellos, es la implementación de base de datos genéticos del camarón de río por parte de la UCN. El tercero, es la finalización de la modelación bio-económica de la pesquería y repoblación del camarón en el río Choapa. El cuarto, es la finalización de dos actividades de difusión del programa, página web y realización video-programa, y quinto, el avance significativo con los trabajos del desarrollo del tercer ciclo de cultivo larval para segundo evento de repoblación, capacitación y trabajo participativo en cultivo y repoblación del camarón de río, e Implementación de módulos de cultivo integrado para el camarón de río, a cargo de la UCN.

## 11. Problemas enfrentados a la fecha

A la fecha, se reportan dos conflictos externos, que repercuten sobre el funcionamiento y cumplimiento de objetivos del proyecto:

#### **11.1. Conflictos internos en el funcionamiento organizacional del Sindicato de Trabajadores Independientes del Choapa.**

A la fecha, se encuentra pendiente propuesta de sitios para instalación de piletas de engorda y sistemas de cultivo integrado por parte de esta organización, las cuales son necesarias para evaluar la prefactibilidad de las mismas y gestionar los permisos sectoriales correspondientes. Tanto IFOP como UCN, manifestaron a la organización los efectos de su no participación en el desarrollo de las actividades y obtención de productos comprometidos, además de solicitar en varias ocasiones respuesta a las solicitudes.

Finalmente, como alternativa técnica para subsanar parcialmente lo anterior, se acordó con la organización, realizar conjuntamente un segundo evento de repoblación en marzo-abril 2021, siempre y cuando las condiciones hídricas del río Choapa, así lo permitan, considerando el escenario de sequía en la zona.

Se debe indicar, que aún persisten conflictos internos entre la antigua directiva y la directiva vigente. Esta situación de fraccionamiento interno, se ha sostenido desde la iniciación de las actividades proyecto, y claramente representa un riesgo constante para el cumplimiento total de los objetivos arriba mencionado (ver **Anexo 6**).

#### **11.2. Disimilitud técnica-sectorial en la gestión comodato terreno para Asociación de Productores y Extractores de Recursos Dulceacuícolas del Choapa A.G.**

A la fecha se ha continuado con las gestiones administrativas y técnicas para la gestión de comodato terreno quebrada el Quique por parte de la Universidad Católica del Norte, catalogándola como un bien de uso público, no particular, y apto legalmente para la instalación de infraestructura acuícola para la Asociación Gremial, no obstante, estos antecedentes contrastan con lo planteado por la Ilustre Municipalidad de Illapel, que indica que el sitio de interés corresponde a un bien privado y solicita más antecedentes al respecto.

En este contexto, se solicitó apoyo a la Dirección General de Agua, a lo cual ellos indicaron que carecen de atribuciones de constitución de comodatos o en general sobre la administración de bienes de uso público (ver **Anexo 7**).

Se debe indicar que el terreno seleccionado por la organización, esta aledaña a estructuras operacionales de Minera Los Pelambres. En este escenario sectorial existen conflictos de intereses entre la Asociación Gremial y las autoridades locales, que corresponden a situaciones externas al suscrito y representan un riesgo para el cumplimiento total del objetivo mencionado, sin embargo, se continuará avanzando y entregando todos los antecedentes necesarios a las autoridades pertinentes, con el fin de concretar este objetivo.

## 12. Avance cumplimiento de Indicadores establecidos en Matriz de Marco Lógico.

Componente 1	Indicadores	Medios de Verificación	Grado de cumplimiento	Supuestos
1. Cultivo y Repoblación del camarón de río, considerando el marcaje de los camarones y una base de datos genéticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ejecución de dos ciclos de repoblación en sitios seleccionados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informe que consta de la ejecución de los dos ciclos de repoblación y sus resultados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilidad oportuna de juveniles y de la selección de sitios aptos para repoblación</li> <li>Participación de los camarones en la actividad de repoblación</li> </ul>
Actividades	Indicadores	Medios de Verificación		Supuestos
1.1 Obtención y caracterización de reproductores de camarón de río	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de reproductores y hembras con huevos obtenidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informe sobre la condición reproductiva de los camarones en el río con participación de los camarones en la captura de ejemplares adultos y hembras con huevos</li> <li>Protocolos y registros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI</li> <li>SI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participación de los camarones en las fechas y actividades que se les solicite para la obtención de camarones del río</li> </ul>
1.2 Producción de larvas y juveniles de camarón de río en laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciclos de cultivo realizados (uno por año)</li> <li>Número de juveniles de camarón obtenidos en laboratorio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoreo de juveniles y contabilización</li> <li>Estadística de producción del laboratorio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI</li> <li>SI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los ciclos de cultivo se realizarán considerando la reproducción natural de los camarones ya sea al obtener hembras con huevos</li> </ul>



		informada a SERNAPESCA		del río, como al desarrollar la reproducción en cautiverio. Es decir los ciclos de producción de larvas serán en periodos de primavera y verano. Se considera hacer dos ciclos, uno por año
1.3 Selección de sitios aptos para la repoblación del camarón de río en el río Choapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo de condiciones ambientales en puntos de muestreo del río Choapa</li> <li>• Número y caracterización de sitios aptos para repoblación.</li> <li>• Índice de aptitud de hábitat para selección de sitios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes con los resultados de monitoreo y de la selección de sitios</li> <li>• Sitios seleccionados y autorizados por SUBPESCA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI</li> <li>• SI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento de terrenos para la caracterización y disponibilidad de información suficiente para la generación de índices y selección de sitios aptos para repoblación.</li> <li>• SUBPESCA deberá autorizar los sitios seleccionados para repoblación</li> </ul>
1.4 Marcaje y siembra de juveniles de camarón de río producidos en laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de juveniles marcados para repoblación</li> <li>• Número de siembras de juveniles durante el proyecto (Una por año)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes técnicos con protocolos de marcaje, cosecha, embalaje y transporte. Visación por parte de SERNAPESCA para el traslado de los</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con juveniles viables para el marcaje y la siembra.</li> <li>• Juveniles de al menos 10 mm de longitud cefalo-torácica, que son aptos para el</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de supervivencia de juveniles al marcaje, cosecha y transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>juveniles desde la UCN al río</li> <li>• Protocolo para la liberación de juveniles.</li> <li>• Medios audiovisuales (fotografías y video).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI</li> <li>• SI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>marcaje con elastómero (VIE).</li> </ul>
1.5 Monitoreo y evaluación de la repoblación de camarón de río	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicadores poblacionales del camarón de río en el Río Choapa (densidad, distribución de tallas, proporción sexual, biomasa, etc.)</li> <li>• Distribución larvaria natural en el río, desembocadura y en el mar cercano</li> <li>• Número y frecuencia de evaluaciones directas del camarón en distintas zonas del río</li> <li>• Número de camarones marcados y recapturados posterior a la repoblación</li> <li>• Porcentaje de supervivencia de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe de línea base de la situación actual de la población de camarón de río</li> <li>• Informe sobre distribución de la migración larvaria y reclutamiento natural de juveniles</li> <li>• Informes con resultados de evaluaciones directas, actividad de marcaje y recaptura, desplazamiento de camarones, registro pesquero actualizado y rutas preliminares de migración</li> <li>• Reporte de los camaroneros sobre registro de camarones marcados (lugar,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI</li> <li>• NO</li> <li>• SI</li> <li>• SI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condiciones ambientales necesarias para la evaluación poblacional</li> <li>• Condiciones ambientales necesarias para el monitoreo y seguimiento de la repoblación</li> <li>• Alto interés de las organizaciones de camaroneros en el apoyo y registro de camarones marcados observados en sus actividades diarias de pesquería de camarón</li> <li>• Disponibilidad de camaroneros para trabajar en el monitoreo y captura de camarones</li> </ul>



		laboratorio caracterizado y conservado (librería genómica)		
--	--	---	--	--

Componente 2	Indicadores	Medios de Verificación	Grado de cumplimiento	Supuestos
2. Transferencia tecnológica del Cultivo y Repoblación del camarón de río	• Ejecución del programa de transferencia	• Asistencia a las diversas instancias de transferencia	• SI	• Disponibilidad e interés de camaroneros del Choapa para participar
Actividades	Indicadores	Medios de Verificación		Supuestos
2.1 Capacitación y trabajo participativo en cultivo y repoblación del camarón de río	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de asistentes a taller sobre biología y cultivo, producción de larvas de camarón y marcaje, embalaje y traslado de juveniles.</li> <li>• Evaluación de la participación, con pauta evaluativa y requisitos para acceder a la constancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lista de asistencia, material audiovisual (fotografías y videos) de los talleres.</li> <li>• Pautas de evaluación (autoevaluación y co-evaluación)</li> <li>• Entrega de constancias a los camaroneros de la capacitación en cada curso o taller.</li> <li>• Reconocimiento a las personas destacadas en cada taller o curso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI</li> <li>• SI</li> <li>• SI</li> <li>• SI</li> </ul>	• Alto interés de participación de los camaroneros de ambas organizaciones.
2.2. Implementación de módulos de cultivo integrado para el camarón de río	• Pautas técnicas, comerciales y económicas para la implementación de prototipo integrado	• Informe de viabilidad de implementación del módulo prototipo de cultivo integrado. Planos técnicos y memoria de cálculos	• SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto interés de participantes en visita técnica a Granja Acuícola Diaguitas</li> <li>• Disponibilidad y condiciones</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protocolos de trabajo para un cultivo integrado</li> <li>• Número de visitantes a planta comercial de acuaponía integrada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación de los camaroneros en la implementación del sistema integrado de cultivo a nivel de prototipo</li> <li>• Disponibilidad de sitio y agua para la instalación</li> <li>• Autorización de acuicultura</li> <li>• Asistentes a visita de centro de acuaponía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NO</li> <li>• NO</li> <li>• NO</li> <li>• SI</li> </ul>	<p>favorables para realizar la visita</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autorizaciones requeridas para la instalación del prototipo de cultivo integrado. Terreno y agua.</li> </ul>
--	---	--	--	---

Componente 3	Indicadores	Medios de Verificación	Grado de cumplimiento	Supuestos
3. Capacitación y Fortalecimiento Organizacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al menos el 50% de los camaroneros de cada organización considerada en el proyecto ha participado de todos los cursos de capacitación considerados en el Programa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registros de asistencia al inicio y término de cada curso</li> <li>• Constancias de participación. Pautas de evaluación cualitativa.</li> <li>• Reconocimiento a camaroneros destacados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI</li> <li>• SI</li> <li>• SI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interés de al menos el 50 % de los usuarios en participar en todos los cursos que se impartirán</li> <li>• Se considera la participación de ambas organizaciones en los cursos de capacitación</li> </ul>
Actividades	Indicadores	Medios de Verificación		Supuestos
3.1. Diseño del programa de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de módulos de capacitación</li> <li>• Diseño del sistema de evaluación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes de la consultora en la que se presenta el programa y describe los cursos a realizar.</li> <li>• Pautas de evaluación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI</li> <li>• SI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interés de usuarios en programas de capacitación.</li> </ul>

3.2 Ejecución del programa de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de módulos realizados</li> <li>Porcentaje de asistentes aprobados a los módulos realizados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listas de asistencia y medios audiovisuales (fotografías y videos) de las capacitaciones</li> <li>Informe del desarrollo de la actividad</li> <li>Constancias de participación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SI</li> <li>SI</li> <li>SI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interés y participación activa de los usuarios del recurso camarón en las capacitaciones.</li> </ul>
--	---	--	--	---

Componente 4	Indicadores	Medios de Verificación	Grado de cumplimiento	Supuestos
4. Plan de manejo integrado para el camarón de río del norte en la cuenca del río Choapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de Manejo propuesto. Considerando al recurso camarón de río, la disponibilidad de camarones provenientes de laboratorio, los camaroneros y los requerimientos de normativa que se ajuste al modelo propuesto.</li> <li>Socialización del plan de manejo con las autoridades competentes y que tienen pertinencia en la cuenca hidrográfica del río Choapa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documento que contiene el Plan de Manejo Integral</li> <li>Reunión de sociabilización del plan y retroalimentación de la propuesta a nivel regional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NO</li> <li>NO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interés de participación de los diversos actores sociales y usuarios en las actividades para la elaboración del Plan de Manejo</li> </ul>
<b>Actividades</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de Verificación</b>		<b>Supuestos</b>

4.1 Desarrollo modelo conceptual participativo para el camarón de río del norte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de asistentes a talleres participativos de validación con diversos actores sociales asociados al recurso</li> <li>• Diseño del modelo conceptual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listas de asistencia y medios audiovisuales (fotografías y videos) de los talleres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interés de actores sociales y usuarios del recurso en la formulación de un plan de manejo.</li> <li>• Interés en el reconocimiento de la propuesta de Estrategia pequeño Acuícola propuesta, basada en la repoblación y el desarrollo de la acuicultura de pequeña escala.</li> </ul>
4.2 Recopilación de conocimiento tradicional sobre la pesquería y ecología del camarón de río.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de participantes en las entrevistas.</li> <li>• Número de entrevistas realizadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medios audiovisuales (fotografías y videos) de las entrevistas realizadas</li> <li>• Informe técnico con los resultados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI</li> <li>• SI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de las organizaciones en la historia de la pesquería del camarón en el río Choapa</li> </ul>
4.3 Modelación bio-económica de la pesquería y repoblación del camarón en el río Choapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor presente neto de la repoblación.</li> <li>• Tasa interna de retorno de la repoblación.</li> <li>• Costo/beneficio de la repoblación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención del modelo bio-económico incluido en el informe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con información requerida para la elaboración del modelo bio-económico</li> </ul>
4.4 Recopilación de antecedentes para formalizar pesquería camarón en el río Choapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portafolio con recopilación de información sobre pesquería de camarón de río.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe final con la caracterización de la pesquería de camarón de río</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de material técnico generado por distintas instituciones, que permite la</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de reuniones con instituciones relacionadas (e.g. SUBPESCA).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listas de asistencia de las reuniones y material audiovisual de verificación (fotografías)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI</li> </ul>	caracterización de la pesquería del camarón de río
4.5 Desarrollo de un plan de manejo pesquero para el camarón de río en el río Choapa, validando la estrategia Pesquero Acuicola sobre la que se desarrolla el presente proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de manejo pesquero</li> <li>• Número de talleres realizados para la elaboración del plan de manejo pesquero</li> <li>• Asistencia de camaroneros a Gira Tecnológica manejo pesquero</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe final con la propuesta de plan de manejo pesquero para el camarón de río</li> <li>• Lista de asistencia a los talleres para la elaboración del plan de manejo pesquero</li> <li>• Lista de asistencia gira tecnológica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SI</li> <li>• SI</li> <li>• NO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interés institucional y de los usuarios directos en la formulación de un plan pesquero para el camarón de río.</li> </ul>
4.6 Modelación de acciones y escenarios de manejo integrado para el camarón en el río Choapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escenarios de manejo integrado del camarón de río.</li> <li>• Salidas (resultados) de la modelación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe final con los distintos escenarios de manejo integrado para el camarón.</li> <li>• Informe con salidas e interpretación de la modelación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NO</li> <li>• NO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información obtenida por los resultados del estudio y recopilación bibliográfica.</li> </ul>
4.7 Propuesta de plan de manejo integrado para el camarón en la cuenca del río Choapa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de manejo integrado que incluya la propuesta de normativa más ajustada a los recursos hidrobiológicos continentales que incluya al camarón de río como recurso pesquero y reconociendo al</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe final con los resultados de la actividad</li> <li>• Asistencia de actores a presentación de resultados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NO</li> <li>• NO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Información obtenida por los resultados del estudio y recopilación bibliográfica.</li> <li>• Disposición de las entidades competentes para el desarrollo de planes futuros respecto de la Estrategia Pesquero</li> </ul>

	<p>mismo tiempo a los usuarios directos del recurso.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Taller de presentación de resultados.</li> </ul>			<p>Acuícola y definición de posiciones de las autoridades al respecto.</p>
--	--	--	--	--

**13. Programa de próximo período:**

<b>Componente</b>	<b>N° Actividad</b>	<b>Actividades Programadas</b>
<b>1. Cultivo y Repoblación del camarón de río</b>	2. Producción de larvas y juveniles de camarón de río en laboratorio	-Desarrollo tercer cultivo larval de camarón de río del norte - Obtención de juveniles y desarrollo de la etapa de pre-cría
	4. Marcaje y siembra de juveniles de camarón de río producidos en laboratorio	-2do. Evento de liberación de camarones (aprox. marzo 2021).
	5. Monitoreo y evaluación de la repoblación	-Ejecución de últimas campañas de terreno (febrero-marzo 2021): -Evaluación directa de la población de camarón de río en el río Choapa -Marcaje y recaptura -Monitoreo de la repoblación -Segundo evento de liberación de camarones
<b>2. Transferencia tecnológica del Cultivo y Repoblación del camarón de río</b>	7. Capacitación y trabajo participativo en cultivo y repoblación del camarón de río	-Continuidad ciclos de capacitación en temáticas básicas sobre técnicas sobre cultivo de camarón y cultivos integrados.
	8. Implementación de módulos de cultivo integrado para el camarón de río	-Continuación de la Implementación módulos de cultivo integrado. -Continuación estudio de pre-factibilidad técnico, económico y legal para la instalación de estanques de cultivo de engorda.
<b>4. Plan de manejo integrado para el camarón de río del norte en la cuenca del río Choapa</b>	14. Recopilación de antecedentes para formalizar pesquería.	-Preparación del taller sectorial (Subpesca y Sernapesca) donde se presente a estas instituciones la propuesta de ordenación elaborada (reconocimiento de la pesquería).
	15. Desarrollo Plan de manejo pesquero	-Completar la realización de los 2 talleres finales de validación y presentación de la propuesta de ordenamiento y la de plan de manejo elaboradas. Uno con la A.G y otros con el Sindicato de camaroneros.
	16. Modelación de acciones y escenarios de manejo integrado para el camarón en el río Choapa	-Construcción y presentación de modelación de escenarios y acciones de manejo
	17. Propuesta de plan de manejo integrado para el camarón en la	-Generación de propuesta de plan de manejo integrado

	cuenca del río Choapa	-Presentación y socialización de propuesta a actores relevantes
<b>Otras Actividades</b>	18. Reuniones de Comité multisectorial	-Reuniones del Comité
	20. Talleres de difusión	-actividades de difusión

#### 14. Conclusiones y recomendaciones:

Se reitera la importancia del apoyo sectorial de la Ilustre Municipalidad de Illapel en las gestiones del comodato de terreno para el cumplimiento de la instalación de módulos de acuiponía y engorda de camarones para la Asociación Gremial de Camaroneros del Choapa.

En relación a la evaluación bioeconómico del programa de repoblación se establece que, con los antecedentes disponibles, la simulación de en los escenarios con y sin programa de repoblamiento de camarón no produce diferencias en las variables de desempeño evaluadas (capturas e ingresos). Para producir los efectos de recuperación poblacional de camarones en el río eventualmente se requeriría de una baja significativa del esfuerzo pesquero en combinación con un aumento de individuos sembrados. Tal situación sería posible o viable solo en un contexto de implementación efectiva de un Plan de Manejo del recurso.

En relación con el módulo de acuiponía contemplado en el proyecto, los resultados demuestran que efectivamente este módulo tiene una finalidad más bien educativa y de capacitación más que productiva a un nivel de generar rentabilidad económica. En este sentido habría que pensar en un nivel de producción tres veces superior al módulo descrito como full.

Finalmente, el módulo de engorda propuesta originalmente en el Proyecto no constituye un proyecto económicamente rentable para los camaroneros ya que no genera los ingresos esperados. Al respecto se recomienda reemplazar este módulo por un diseño de cultivo de engorda que basada en piletas de cultivo de mayor tamaño.

#### 15. Anexos

**Anexo 1.** Reporte CORE enero 2021. Estado de avance Programa

**Anexo 2.** Decreto Ampliación del estado de emergencia. Gobierno de Perú.

**Anexo 3.** Verificadores reuniones comité técnico

**Anexo 4.** Reportes de actividades realizadas para la gestión sobre la adquisición del terreno en comodato.

**Anexo 5.** Manual básico de funcionamiento sistema acuipónico.

**Anexo 6.** Solicitud ejecución de actividades pendientes de UCN, por parte de una fracción del Sindicato de Camaroneros del Choapa.

**Anexo 7.** Carta respuesta solicitud apoyo gestión comodato. Dirección General de Aguas.