

Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



ACUICULTURA / CRUSTÁCEOS



Resultados y Lecciones en

Cultivo de Langosta de Agua Dulce

Proyecto de Innovación en

Región Metropolitana



Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Resultados y Lecciones en Cultivo de Langosta de Agua Dulce (*Cherax quadricarinatus*)



Proyectos de Innovación en
Región Metropolitana

Valorización a junio de 2009



Agradecimientos

En la realización de este trabajo agradecemos sinceramente la colaboración de los productores, técnicos y profesionales vinculados a los proyectos de langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*) y a los participantes en las entrevistas, en especial a:

- Ximena Fernández, ingeniera acuicultor, equipo técnico del proyecto.
- Jaime Rivas, ingeniero acuicultor, equipo técnico del proyecto.
- Cristián García, acuicultor Piscícola Entre Ríos.

Resultados y Lecciones en **Cultivo de Langosta de Agua Dulce (*Cherax quadricarinatus*)**

Proyectos de Innovación en la Región Metropolitana

Serie **Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario**
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Registro de Propiedad Intelectual N° 186.888
ISBN N° 978-956-328-032-6

ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Marcela Salinas B. y Fernando Cartes M. – Cartes y Le-Bert Cía. Ltda.
(Capablanca Ltda.)

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

Francisca Fresno y Gabriela Casanova – Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

EDICIÓN DE TEXTOS

Gisela González Enei

DISEÑO GRÁFICO

Guillermo Feuerhake

IMPRESIÓN

Ograma Ltda.

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Contenidos

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas	5
1. Antecedentes.....	5
2. Objetivo del documento.....	6
3. Perspectivas del mercado	7
3.1. Mercado del camarón	8
3.2. Perspectivas de la producción de langosta australiana chilena	12
4. Alcances y desafíos de la opción de negocio.....	12
5. Claves de viabilidad.....	14
6. Asuntos por resolver.....	15

Sección 2. Los proyectos precursores	17
1. El entorno económico y social	17
2. Los proyectos	18
3. El proyecto hoy	20

Sección 3. El valor de los proyectos	21
---	----

ANEXOS	
1. Variables de evaluación utilizadas en el proyecto precursor.....	25
2. Antecedentes del cultivo de la langosta de agua dulce	29
3. Literatura consultada.....	35
4. Documentación disponible y contactos.....	36



SECCIÓN 1

Resultados y lecciones aprendidas

El presente documento tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas en la realización de dos proyectos orientados a evaluar el cultivo de la langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*) en Chile y explorar sus alternativas de comercialización.

Se espera que esta información, que se ha sistematizado en este “documento de aprendizaje”,¹ aporte a los interesados elementos relevantes para apoyar la toma de decisiones respecto de su producción.

► 1. Antecedentes

La actividad acuícola en Chile se ha consolidado en los últimos años y ha alcanzado niveles de liderazgo mundial, especialmente el cultivo de especies salmonídeas. Sin embargo, aunque existen condiciones climáticas y sanitarias para el desarrollo de proyectos productivos en acuicultura, los cursos de agua interiores han sido menos explotados con estos fines, exceptuando algunos estudios de camarón en el norte de Chile.

Una de las especies acuícolas con potencial productivo es la langosta australiana o de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*), también conocida en el mercado internacional como “redclaw”, que es considerada una “delicatessen” por la alta gastronomía. Presenta un tamaño intermedio entre el camarón ecuatoriano y la langosta de mar, y puede llegar a medir hasta 40 cm. El 40 a 50% de su cuerpo está constituido por carne de excelente calidad, manteniendo el mismo sabor y textura independientemente del tamaño que alcance el ejemplar. Es altamente nutritiva y una excelente fuente de proteína, calcio, fósforo y vitamina B, además de ser una de las carnes con menor porcentaje de grasa.

Esta especie es originaria de Australia y ha sido introducida en varios países con el objetivo de evaluar su factibilidad de cultivo: Argentina, Costa Rica, España, Israel, Paraguay, Uruguay, Taiwán, Belice, Cuba, Guatemala, Malasia, Sudáfrica, Estados Unidos, China, Ecuador, Indonesia, México, Tailandia y Zimbawe. Se estima que es una especie de gran potencial comercial; Australia es el principal productor, donde la mayor parte de la producción se destina al mercado interno.

¹ “Documento de aprendizaje”: análisis de los resultados de iniciativas y proyectos con bajo potencial de aplicación inmediata por otros usuarios, pero con resultados valiosos y orientadores. Este documento con-signa las oportunidades y los desafíos pendientes por abordar, y/o las limitantes que quedan por superar en las opciones analizadas.

Las principales ventajas biológicas para el cultivo de esta especie son: rápido crecimiento, ciclo de vida simple, fácil reproducción, no presenta problemas significativos de enfermedades, es una especie fisiológicamente resistente (puede sobrevivir en agua con baja saturación de oxígeno a temperaturas extremas, por períodos cortos de tiempo), sus requerimientos dietéticos son simples y no excava agujeros para su protección (Villarreal y Naranjo, 2007). Por otra parte, sus características biológicas le dan tolerancia a la sequía, lo que se traduce en un mayor período de postcosecha, por lo que puede ser transportada por cortos períodos de tiempo en estado vivo, manteniendo sus cualidades organolépticas y culinarias. Además, se adapta a altas densidades, es poco agresiva y acepta alimento balanceado, lo que le confiere un gran potencial productivo (Schenone y Fernández, 2008).

Considerando las características de esta especie, y reconociendo que en Chile existe una tendencia cada vez mayor a demandar productos gourmet, la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), financió el proyecto “Introducción de la langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus* (redclaw)” y su extensión “Implementación de un hatchery² con ambiente controlado y evaluación económica de un módulo productivo”. El objetivo fue introducir esta especie al país y evaluar la factibilidad técnica y económica de su cultivo, como una forma de contribuir a diversificar la actividad acuícola nacional. Estos dos proyectos precursores³ fueron desarrollados por la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, entre los años 2000 y 2007.

La sistematización de la información y lecciones aprendidas en los proyectos precursores, en la forma de este documento de aprendizaje que pone en valor los distintos elementos que contribuyeron a los buenos resultados de esta innovación, requiere, sin embargo, incorporar algunos desafíos. Estos derivan, por una parte, de lo reducido del mercado de esta especie y, por otra, de los requerimientos de temperatura, que para las condiciones climáticas de Chile implica realizar un cultivo bajo condiciones controladas, con calefacción del agua y los consiguientes aumentos de los costos de inversión y operación.

► 2. Objetivo del documento

Este documento tiene como objetivo dar a conocer los resultados y lecciones aprendidas en la realización del proyecto precursor y su extensión, y entregar información relevante respecto de los requerimientos del manejo productivo, potencialidades y restricciones para el cultivo de la langosta de agua dulce en el país.

Se espera que la sistematización de estos resultados proporcione información relevante para la toma de decisiones de eventuales productores que estén interesados en incursionar en el cultivo de esta especie dulceacuícola.

² **Hatchery**: criadero; lugar de cultivo o cría. Instalación donde los huevos son incubados en condiciones artificiales.

³ **“Proyecto precursor”**: proyecto de innovación a escala piloto financiado e impulsado por FIA, cuyos resultados fueron evaluados a través de la metodología de valorización de resultados desarrollada por la Fundación, análisis que permite configurar este documento que se da a conocer. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la Sección 2 de este documento.



► 3. Perspectivas del mercado

Australia es el principal país productor de langosta de agua dulce en el mundo y posee un plan estratégico de posicionamiento productivo y comercial de esta especie para el período 2003-2012. Según la Agencia Australiana de Agricultura y Recursos Económicos (Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics), *Cherax quadricarinatus* es una de las cuatro especies con mayor potencial acuícola comercial en ese país, dentro de las 43 especies evaluadas (Queensland Crayfish Farmers Association Inc., 2003).

El principal destino de la producción australiana es el mercado interno, que concentra aproximadamente el 80% de la producción total. El resto es comercializado en bajo volumen principalmente a Japón, aunque también existe interés por parte de otros países como Taiwán, Corea, Indonesia y Singapur.

El precio del kilo de langosta en el mercado australiano durante la temporada 2006-2007 fluctuó entre 9,05 y US\$ 15,38/kg, lo que representó un aumento del 16% respecto de la temporada anterior (Lobegeiger and Wingfield, 2008). Aunque se ha identificado que existen oportunidades de exportación interesantes para la producción de esta especie, las ventas han estado limitadas debido, principalmente, a los bajos volúmenes de producción y, por lo tanto, del riesgo que la oferta no sea constante en el tiempo (Aquaculture Council of Western Australia, [en línea]).

La principal zona de producción de *Cherax quadricarinatus* en Australia corresponde al estado de Queensland, cuya producción, durante la temporada 2006-2007, alcanzó a 100,2 toneladas, 4,5% menor que la temporada anterior (104,9 t). La disminución de la producción se debió, principalmente, a las condiciones de sequía que se registraron durante la temporada 2006-2007, lo que generó abandono de la producción y disminución del área total de estanques productores (de 125 a 100 ha).

No obstante la disminución del volumen de la producción, en la temporada 2006-2007 aumentó su valor en un 5% respecto de la temporada anterior, es decir, de 1,04 a US\$ 1,16 millones, debido al aumento del precio promedio del kilo de langosta. Por otra parte, también ha aumentado el rendimiento desde 1.495 kg/ha, en la temporada 2005-2006, a 1.670 en la temporada 2006-2007, equivalente a un incremento de 12% (Lobegeiger and Wingfield, 2008).

El Cuadro 1 muestra la evolución de la producción y precios de la langosta de agua dulce en Queensland, Australia, y el número de centros de cultivo.

CUADRO 1. Producción y precios de la langosta *Cherax quadricarinatus* en Queensland, Australia, temporadas 2004-05, 2005-06 y 2006-07

Ítem	TEMPORADA		
	2004-05	2005-06	2006-07
Producción total (t)	98,6	104,9	100,2
Precio promedio (US\$/kg)	10,42	9,98	11,60
Valor total de la producción (US\$ x mil)	1.027,7	1.047,0	1.162,6
N° de granjas en producción	63	59	46
N° de granjas sin producción	106	128	140
N° de granjas reconocidas	222	211	203

Fuente: Lobegeiger and Wingfield (2008).

Como se mencionó anteriormente, varios países han introducido esta especie y realizan su cultivo; en Latinoamérica por ejemplo, México, Ecuador, Cuba y Argentina, principalmente, donde la producción se destina fundamentalmente al mercado interno, con ventas a precios interesantes como consecuencia del activo turismo existente.

En Argentina la producción alcanzó las 10 toneladas el año 2002, la que se comercializa cruda, cocida y congelada, con una talla de peso entre 120 y 140 gramos. La mayor parte de los cultivos se realiza en piscinas abiertas (semi intensivo), lo cual provoca una mayor incidencia de enfermedades debido a la acumulación de materia orgánica en el medio (Pascual, 2002).

En el caso de Chile la langosta australiana es un producto desconocido, por lo que su mercado es incierto y se estima que competiría con el mercado consolidado del camarón ecuatoriano. Su principal ventaja sería la comercialización de los ejemplares vivos, conservando sus atributos organolépticos y culinarios, lo que podría repercutir en un mejor precio. Sin embargo, para que este producto tenga una demanda nacional primero es necesario evaluar su demanda potencial y desarrollar estrategias de marketing orientadas a fomentar su consumo. Al igual que en el resto de los países, se estima que su principal mercado serían los restaurantes y hoteles, como producto gourmet.

3.1 Mercado del camarón

Debido a que no existe un comercio mundial relevante de la langosta de agua dulce y a fin de entender cómo se comporta el mercado de este tipo de productos, a continuación se analiza el mercado del camarón, que se puede considerar como su principal sustituto, el cual tiene un mercado mundial muy bien establecido.

Los camarones y langostinos representan uno de los productos pesqueros de mayor importancia mundial, con una producción, según el último informe de la FAO, de 6,6 millones de toneladas el

año 2006, de las cuales casi el 50% provino de cultivos acuícolas; China aparece como el principal país productor de camarones. Sin embargo, sólo alrededor de 1,5 millones de t se comercializan mundialmente y el resto es altamente demandado para el consumo interno de los países productores (ProChile, 2008).

En el mercado mundial existe una gran variedad de especies de camarones y langostinos que se cultivan con fines culinarios: langostino jumbo (*Penaeus monodon*), camarón kuruma (*Penaeus japonicus*), camarón blanco del Pacífico (*Penaeus vannamei*), *Penaeus stylostris* y *Penaeus chilensis*. Las especies cultivadas de menor importancia son: camarón pardo (*Farfantepenaeus aztecus*), camarón blanco (*Litopenaeus setiferus*), camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosebergii*) y langosta australiana (*Cherax quadricarinatus*), entre otras.

El mercado de mayor consumo de camarones es Estados Unidos, con 1,5 kg/año/per cápita, y la Unión Europea, con un promedio de 1,2. Las diferencias son amplias entre los países, por ejemplo, en Alemania es de sólo 600 g por persona (ProChile, 2008).

En términos generales, el consumo de camarón ha disminuido en el último año, tanto en la Unión Europea como en Estados Unidos, producto de la contracción de la economía mundial. Se ha observado que el consumo de productos del mar ha sido uno de los más afectados por esta situación, cuyas ventas a restaurantes ha disminuido, tanto en volumen como en valor. Se estima que ello se debe a que la crisis ha influido en el hábito de los consumidores, los que han cambiado el consumo en restaurantes por la preparación de comidas en sus hogares (Boisset, 2009).

Unión Europea (UE)

España es el principal país importador, seguido por Francia, Italia y Gran Bretaña, mientras que Dinamarca, aunque importa grandes volúmenes, reexporta una proporción importante de éstos (ProChile, 2008).

En el Cuadro 2 se muestra la evolución de las importaciones de camarón de algunos países de la UE, durante el período 2004-2008. Se observa que éstas iban en aumento hasta el año 2007 y en 2008 decrecieron producto de la crisis económica; el Reino Unido y España presentaron la mayor disminución. Cabe destacar, que en el caso del Reino Unido las importaciones disminuyeron gradualmente durante todo el período, tendencia que aumentó como consecuencia de la crisis económica del último tiempo y de la devaluación de la libra esterlina, con lo cual aumentó significativamente el valor promedio del kilo de camarón, respecto del año anterior (Boisset, 2009).

CUADRO 2. **Importaciones de camarón de algunos países de la Unión Europea, 2004-2008 (miles de toneladas)**

País	AÑO					Variación 2007-2008 (%)
	2004	2005	2006	2007	2008	
España	145,0	155,9	179,5	178,8	166,8	-7
Francia	101,5	101,2	105,0	107,5	105,3	-2
Reino Unido	93,8	89,9	89,2	87,5	80,2	-8
Alemania	30,0	35,1	39,9	48,8	48,4	-1
Total	370,3	382,1	413,6	422,6	400,7	-5

Fuente: basado en Boisset (2009)

Las importaciones españolas disminuyeron el año 2008 debido a una caída de un 50% de la disponibilidad de camarón procedente de Argentina (*Pleoticus muelleri*), sumado a los bajos volú-

menes de los camarones de origen chino, a pesar del aumento de las importaciones del producto ecuatoriano.

En Francia las importaciones disminuyeron en un 2% el año 2008, aunque su valor se mantuvo estable respecto del año 2007. El principal país exportador de camarón a Francia es Ecuador, que en volumen representa, aproximadamente, el 20% del total de las importaciones francesas. Cabe destacar, que el mercado francés a pesar de la crisis económica muestra interés por productos de calidad, y está dispuesto a pagar altos precios por ellos, como es el caso del camarón de Madagascar, que el año 2008 alcanzó un precio promedio de €8,27/kg, en comparación con el camarón de Ecuador (€3,30/kg). Esto se debe a que el producto de Madagascar cuenta con la certificación "Friend of the Sea", que se entrega a las pesquerías donde no hay sobreexplotación, y que acredita que se trata de un producto de origen acuícola sustentable (Boisset, 2009).

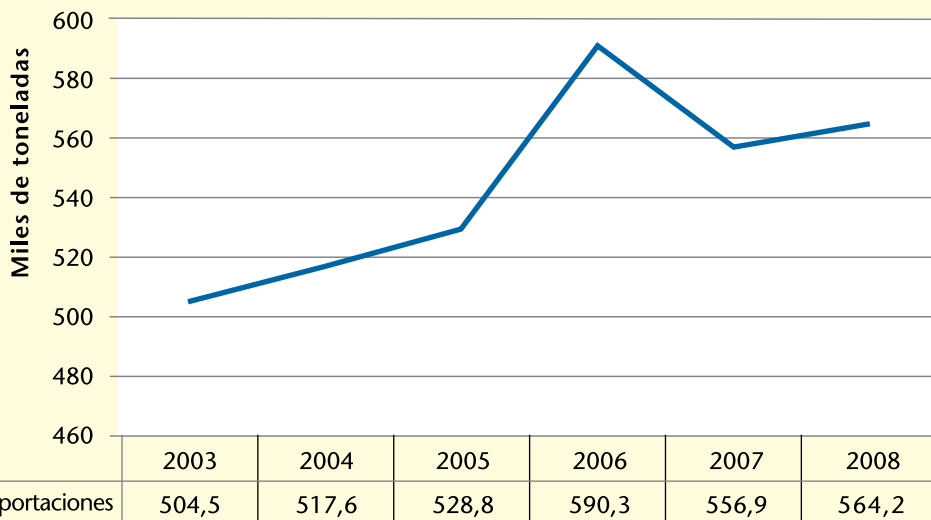
Los principales países exportadores de camarón a la UE son Ecuador y Groenlandia (de 27 proveedores), con un 10% cada uno de participación en el mercado europeo. Dinamarca e India ocupan la tercera y cuarta posición, con 8 y 7% respectivamente.

El año 2008, del total de las exportaciones de camarón ecuatoriano al mercado europeo, aproximadamente el 93% correspondió a producto congelado. Para las siguientes temporadas se espera que aumenten sus exportaciones, debido a que ha gestionado un incremento del 15% a esta región. Por su parte, las exportaciones de camarón de aguas frías de Groenlandia tienen como principal destino Dinamarca, de las cuales un 65% correspondió a producto entero congelado y el resto a procesados.

Estados Unidos

Estados Unidos es el mayor importador de camarones del mundo, con alrededor de 550.000 t/año; en el Gráfico 1 se muestra la evolución de sus importaciones para el período 2003-2008.

GRÁFICO 1. Evolución de las importaciones de camarón de Estados Unidos, 2003-2008 (miles de toneladas)



Fuente: basado en López (2009)

El año 2007 se caracterizó por una tendencia a la baja en la importación de camarones, que estuvo antecedido por 10 años de constante expansión del mercado. Ese año las importaciones totalizaron 557.000 toneladas, por un valor de US\$ 3,9 billones, lo que representó una disminución de 5% en el valor y de 6% del volumen respecto del año anterior. Las principales causas de esta disminución fueron el alza del petróleo, la devaluación del dólar y la reducción de la confianza de los consumidores, entre otras.

La declinación de la demanda afectó a todas las categorías de comercialización, con excepción de algunos productos con valor agregado. El principal producto que importa Estados Unidos es camarón descabezado y con caparazón, que el año 2007 representó el 42% del total importado y experimentó una disminución en valor y volumen de un 8% respecto del año 2006. En contraste, el camarón pelado y congelado (la segunda categoría en importancia) creció sustancialmente, con un aumento de 10% en comparación con la temporada anterior, y representó el 32% del total importado.

Las importaciones de otras preparaciones, y en particular de los productos apanados congelados, disminuyeron significativamente (26%) en comparación con la temporada 2006 (Josupeit, 2008). Sin embargo, esta tendencia se revirtió el año 2008 y las importaciones totales de camarón aumentaron un 1,3% en volumen y un 4,8% en valor, respecto del año 2007.

El principal país exportador de camarón a Estados Unidos es Tailandia, con 182.400 t el año 2008, seguido por Indonesia y Ecuador (84.000 y 56.300 t, respectivamente; Cuadro 3). Ambos han mostrado un aumento constante a lo largo del tiempo y Malasia, Perú e Indonesia han aumentado en mayor proporción sus exportaciones a Estados Unidos, mientras que India y China las han disminuido en mayor porcentaje.

País	AÑO		Variación período (%)
	2003	2008	
Tailandia	133,2	182,4	37
Indonesia	21,7	84,0	287
Ecuador	34	56,3	66
Vietnam	57,4	47,9	-17
China	81	47,8	-41
México	25,5	34,5	35
Malasia	1,3	30,1	2.215
India	45,5	15,2	-67
Bangladesh	8,1	13,7	69
Guyana	11,4	9,1	-20
Perú	1,5	7,5	400
Venezuela	10	7,1	-29
Honduras	9,7	5,7	-41
Canadá	6,5	5,0	-23
Otros	57,7	17,9	-69

Fuente: basado en López (2009)

La crisis económica ha cambiado los hábitos de consumo de los estadounidenses. De acuerdo a un estudio realizado por la empresa Nielsen el año 2007, de un total de 50.000 consumidores, dos tercios redujeron su gasto; la mitad dejó de comer fuera de casa y un tercio prefiere los productos de menor precio (Josupeit, 2008).

3.2 Perspectivas de la producción de langosta australiana chilena

Para este producto se estima que el mercado interno es incierto, debido a que es desconocido hasta el momento y competiría, principalmente, con el mercado consolidado del camarón ecuatoriano; una ventaja es que se podría comercializar en forma viva, conservando sus atributos organolépticos y culinarios. En este sentido, lo más factible es que se pueda comercializar como producto fresco, directamente a restaurantes y hoteles; sin embargo, con el fin de dar mayor garantía a su producción comercial, se requiere dar a conocer el producto y fomentar su consumo de modo que se cree una demanda estable en el tiempo, que viabilice esta actividad.

Por otra parte, en el caso de la exportación habría que considerar las ventajas productivas de otros países que han introducido la especie, como Argentina, Ecuador y México, quienes presentan condiciones ambientales más adecuadas para su cultivo, por lo que podrían ofrecer un producto con un menor costo de producción. No obstante, hay que destacar que la producción controlada, como sería el caso de Chile, ofrece ventajas desde el punto de vista de la trazabilidad, lo que sumado a los bajos requerimientos de la especie que facilitan su cultivo orgánico, permitirían su comercialización en mercados más exigentes que valoran a través del precio estas características.

► 4. Alcances y desafíos de la opción de negocio

El proyecto precursor permitió definir una serie de parámetros que condicionan el cultivo de la langosta de agua dulce en Chile y, por lo tanto, la opción de negocio que se podría derivar. Así, aunque no existe una experiencia a escala comercial, las evaluaciones permiten conformar, desde un punto de vista técnico, un sistema productivo para el caso chileno, orientado a la producción de langosta en ambiente controlado, con calefacción del agua para mantención y reproducción en otoño-invierno (abril a octubre en el caso de la Región Metropolitana). Además, con el fin de maximizar el uso de la infraestructura, se determinó que lo más conveniente es obtener dos ciclos reproductivos en hatchery al año, de manera de llegar a la fase de engorda con el mayor número de juveniles, de más de 13 gramos de peso.

En este contexto, el proyecto precursor realizó el ejercicio de evaluar un centro de cultivo intensivo de langosta, de 2 hectáreas, considerando en forma integrada las etapas de hatchery, desarrollo y engorda. Se dimensionó para obtener una producción promedio anual de 3.500 kg, con un rendimiento de 350 gr/m² de estanque de engorda y 125.000 juveniles eclosionados en dos ciclos reproductivos (otoño-invierno y primavera-verano), de acuerdo a los resultados de reproducción, crecimiento y mortalidad obtenidos durante la investigación. Se utilizaron los indicadores más conservadores en cuanto a densidades máximas de cultivo, mortalidad en cada fase y tamaño de ejemplares producidos. En el Anexo 1 se detallan las variables utilizadas en la evaluación.

Se estableció que la población inicial debiera estar conformada por 700 ejemplares reproductores de más de 50 gr de peso, considerando:

- una proporción hembras machos de 3:1;
- una hembra puede producir 150 juveniles en fase de alimentación activa;
- se obtienen dos ciclos reproductivos en el año;
- en la fase reproductiva se presenta un 5% de mortalidad.

Se estimó:

- una inversión en reproductores, infraestructura y equipamiento directamente asociada al cultivo de, aproximadamente, US\$ 156.400, con una reinversión de US\$ 2.115 cada 3 años;
- un costo de operación anual de US\$ 54.100;
- un capital de trabajo de US\$ 54.482.

De acuerdo a lo señalado en el proyecto precursor, la dimensión planteada corresponde a un tamaño mínimo que permite un óptimo control de las variables de producción y la familiarización necesaria con los aspectos productivos. En el Anexo 1 se resumen los costos de inversión, operación y flujo de fondos obtenidos en el proyecto precursor, para una tasa de descuento de 15% y un precio pagado a productor de US\$ 30/kg.

De acuerdo a los resultados de la evaluación, el proyecto deja de ser rentable con precios pagados a productor menores de US\$ 28,3/kg, sin considerar imprevistos y otras inversiones o costos de operación asociados al manejo de post cosecha y comercialización en el mercado interno o de exportación (flete, cadena de frío y embalaje, entre otros).

Frente a estos resultados, y considerando que el precio de venta de la especie en el mercado australiano fluctuó entre 9 y US\$ 10,38/kg la temporada 2006-2007, es importante que se analicen detenidamente los principales desafíos del negocio. Algunos de éstos son el mercado objetivo, el precio factible de obtener, los requerimientos de manejo de post cosecha y los costos de operación e inversión necesarios para mantener las condiciones ambientales durante el proceso productivo, principalmente la temperatura del agua dentro del rango óptimo para la especie.

En cuanto al mercado, aunque mundialmente se encuentra en crecimiento, es importante considerar que los volúmenes producidos, al igual que el consumo, son relativamente bajos en comparación con otros productos sustitutos, como el camarón ecuatoriano. En Australia, país de origen de esta especie, el consumo alcanza 80 toneladas anuales y es abastecido fundamentalmente mediante la producción interna. A esto se suma que otros países de la región, potenciales competidores de Chile, están produciendo langosta y presentan condiciones climáticas adecuadas para su cultivo (Argentina, México y Ecuador) y, por tanto, podrían alcanzar menores costos de producción para mantener las condiciones de temperatura requeridas, así como menores costos de flete dada su menor distancia a los mercados de exportación del hemisferio norte.

Con respecto al mercado interno, la langosta de agua dulce no se comercializa en el país, de modo que habría que fomentar este mercado; se estima que los canales de comercialización más proclives a su consumo son los restaurantes y el comercio de productos gourmet en general.

Finalmente, cabe destacar que los sistemas exitosos de producción de langosta australiana en el mundo están basados en el uso de agua limpia, sin contaminantes, y en técnicas de producción limpia que no utilicen sustancias como antibióticos, en combinación con una buena comercialización, destacando la imagen de producto “limpio”.

► 5. Claves de viabilidad

Aunque en Chile el cultivo de la langosta de agua dulce no se ha desarrollado como una actividad a escala comercial, de los resultados obtenidos en el proyecto precursor se han definido algunos aspectos considerados claves para la viabilidad de un eventual negocio, en el caso que existan productores interesados en incursionar en él. Destacan los siguientes:

- Disponibilidad de reproductores y/o juveniles, ya sea para iniciar un negocio de producción de ciclo completo o sólo de engorda. Se estima que lo más conveniente es que éstos sean producidos en el país, para no depender de material externo. Sin embargo, también es importante considerar la importación de reproductores cada cierto tiempo, a fin de evitar problemas derivados de la fecundación entre individuos de la misma familia.
- Disponibilidad de insumos para la alimentación de los diferentes estados de desarrollo de la langosta y de insumos sanitarios adecuados para controlar eventuales enfermedades. Durante la realización del proyecto se elaboró un alimento balanceado específico para los requerimientos de esta especie, sin embargo, éste debe existir en el mercado en cantidad y precio adecuado. Por otro lado, aunque durante la ejecución del proyecto no se presentaron enfermedades, no se puede asegurar que esta situación se repita en todos los centros de cultivo.
- Condiciones ambientales naturales favorables. Aunque el proyecto precursor recomienda un sistema de producción en ambiente controlado, es importante que se desarrolle en zonas cálidas de manera de disminuir el gasto energético que sería necesario para mantener el agua en el rango de temperatura apropiado. Además, y con el objeto de aprovechar la ventaja que impone el cultivo en ambiente controlado y de circuito cerrado (en términos de permitir un estricto monitoreo de la trazabilidad del proceso productivo), se recomienda utilizar agua de buena calidad, no contaminada, y localizar el criadero fuera de zonas de inundación, de modo que se utilicen prácticas de manejo de producción limpia que permitan acceder a mercados exigentes; estas características se verían reflejadas directamente en el precio de venta del recurso.
- Disponibilidad de energía para proporcionar las condiciones de temperatura y oxigenación adecuadas para el cultivo. Es importante destacar que el proyecto concluye que la energía es un aspecto relevante para el cultivo de esta especie en Chile, e incide en forma importante en los costos de inversión y operación, de modo que es fundamental considerar tanto la disponibilidad de una fuente de energía, como el costo de su utilización.
- La gestión comercial que el propio productor realice. Dos de los principales aspectos que se deben considerar son la definición de un mercado objetivo y la capacidad de responder a los requerimientos de sus clientes. En este sentido, es importante realizar un estudio de mercado adecuado, que permita definir previamente los consumidores potenciales, los requerimientos de calidad y los precios factibles de obtener, ya sea para el mercado interno como para exportación. En el caso de orientar la producción al mercado externo, se debe tener presente que es importante producir volúmenes adecuados que permitan mantener una oferta consistente en el tiempo.
- En términos del sistema productivo, la gestión del modelo evaluado en el proyecto precursor se basa en la optimización de los procesos que afectan a la producción de langosta con fines intensivos. Se busca la producción de dos ciclos reproductivos al año, a fin de utilizar al máximo la infraestructura instalada y obtener el mayor número de juveniles para la etapa de



engorda. Para esto es fundamental monitorear los factores abióticos (temperatura, oxígeno, pH y amonio) y los factores bióticos (reproducción, mortalidad, densidad poblacional, nutrición, separación por etapas de desarrollo y control de enfermedades), de manera de ir respondiendo a los objetivos planteados en el plan de manejo, en términos de los niveles de producción esperados.

- Por otra parte, es importante considerar que en el cultivo de esta especie se pueden distinguir dos fases que difieren en términos de los requerimientos de tecnología y especialización para llevarlas a cabo: una es la crianza de juveniles, que tiene mayores requerimientos técnicos, y la otra es la etapa de engorda que es menos exigente en cuanto a la especialización del productor. En este sentido, es importante que los eventuales productores consideren su propia capacidad empresarial y financiera para abordar una o las dos etapas de este cultivo.

Lo anterior está estrechamente relacionado con la necesidad de asesoría técnica y comercial de buena calidad, de manera de asegurar una producción acorde con los rendimientos esperados de estos cultivos y que la administración del negocio sea óptima.

► 6. Asuntos por resolver

Aún cuando el proyecto precursor ha proporcionado un gran avance en el conocimiento de la especie y de cómo debiera realizarse su cultivo en el país, existen algunos aspectos pendientes convenientes de abordar, con el objeto de establecer su real potencial como alternativa de negocio, y así apoyar la toma de decisiones ante el inicio de un cultivo con fines comerciales.

Estos aspectos derivan, por una parte, del desconocimiento de este producto en el mercado nacional y del poco desarrollo de las exportaciones a países con los que Chile mantiene relaciones comerciales consolidadas, principalmente la Unión Europea y Estados Unidos; y por otra, de aspectos técnicos que son convenientes precisar para determinar con mayor certeza la factibilidad técnica económica del negocio.



En este sentido, un aspecto que se debe profundizar es el estudio del mercado de este producto y sus perspectivas en el mediano y largo plazo, tanto para el mercado nacional como de exportación, con relación al tipo de producto a comercializar, fresco o congelado. Es importante, entre otros aspectos:

- dimensionar el mercado potencial;
- analizar el comportamiento de la demanda y la oferta;
- conocer las preferencias de los consumidores y los requerimientos de calidad;
- identificar los segmentos que representan a los consumidores potenciales, tanto del mercado interno como de los países, en el caso del mercado de exportación;
- conocer el comportamiento de los precios y la capacidad de producción de otros países, potencialmente competidores de Chile, y sus ventajas comparativas frente a la producción nacional.

En el caso del mercado interno, es probable que la comercialización de esta especie implique realizar esfuerzos tendientes a dar a conocer el producto y promover su consumo, con el fin de generar una demanda que viabilice esta actividad en el país, de manera que constituya una alternativa de negocio que contribuya a diversificar la actividad acuícola nacional.

Además del conocimiento del mercado, es importante también adquirir mayor certeza respecto de aspectos técnicos relacionados con el cultivo propiamente tal y el manejo de post cosecha. Si bien en el proyecto precursor no se presentaron enfermedades o plagas que afectaran el cultivo de esta especie, se debe considerar que su cultivo implica su incorporación en zonas donde previamente no existía, de modo que no es posible descartar que se puedan producir problemas sanitarios.

Finalmente, y a objeto de contribuir a rentabilizar la opción de negocio, es importante analizar distintas fuentes de energía, considerando que su uso es uno de los factores claves para la viabilidad técnica del cultivo en Chile y, por lo tanto, de su rentabilidad económica. De esta forma, en la medida que se exploren alternativas que incidan en un menor costo de inversión y/o de operación, se tendrá un impacto directo sobre la rentabilidad del cultivo.

SECCIÓN 2

Los proyectos precursores

Los resultados y lecciones aprendidas, y sistematizadas en este documento de aprendizaje, surgen de dos proyectos realizados por la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, financiados por la Fundación para la Innovación Agraria, cuyos objetivos fueron introducir la langosta de agua dulce, *Cherax quadricarinatus*, a Chile y evaluar la viabilidad técnica y económica de su cultivo en el país, como una forma de contribuir a diversificar la acuicultura de la zona norte y central.

El proyecto precursor logró que esta especie de langosta fuera incorporada en la Nómina de Especies Cultivables en Chile, lo que constituye un importante avance en términos de la factibilidad técnica para que este cultivo se pueda realizar en Chile. Sin embargo, previo a su recomendación como alternativa de negocio, se requiere validar un plan de negocios en una escala productiva comercial, que sea transferible a posibles inversionistas.

► 1. El entorno económico y social

La langosta de agua dulce es una especie subtropical, cuya sobrevivencia depende fundamentalmente de la frecuencia y duración de las condiciones adversas de temperatura; el rango óptimo para su ciclo de vida fluctúa entre 20 y 25 °C. De acuerdo con este antecedente, la zona de cultivo más adecuada en Chile se encuentra entre la Región de Coquimbo y la del Maule. Además, se deben considerar dos aspectos fundamentales: se requieren fuentes de agua dulce, y el tiempo en que el cultivo se lleve a cabo bajo condiciones controladas de temperatura debe ser más corto y con menor gasto energético, a fin de disminuir los costos de operación.

Este cultivo se puede emplazar en suelos de baja aptitud agrícola, en lo posible con buena exposición al sol, adecuado nivel de arcilla o baja permeabilidad para disminuir las filtraciones de agua, baja salinidad, compactado y no contaminado con metales pesados o pesticidas. Esto último es importante, ya que en la medida que el cultivo se realice bajo prácticas de manejo limpias, el producto obtiene un mayor valor agregado en forma natural que lo posibilita para acceder a mercados externos exigentes o de productos gourmet.

Finalmente, es importante destacar que en el país existen las capacidades profesionales y técnicas, así como los avances tecnológicos y de servicios relacionados con la industria acuícola, como cadenas de distribución de productos del mar y plantas de procesos, capaces de ofrecer distintas formas de elaboración y empaque que permiten el desarrollo de proyectos productivos en este sector de la economía.

► 2. Los proyectos

Los proyectos precursores “Introducción de la langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus* (redclaw)” y su extensión “Implementación de hatchery con ambiente controlado y evaluación económica de un módulo productivo”, fueron desarrollados por la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, entre diciembre de 1999 y septiembre de 2007.

Sus objetivos fueron introducir la especie al país, evaluar su comportamiento y adaptación al cultivo bajo condiciones de ambiente controlado y obtener una unidad de cultivo, que a escala comercial sea técnica y económicamente rentable, como una forma de diversificar la actividad acuícola del país.

Para la implementación de estos proyectos, en la primera etapa se importaron 640 ejemplares desde México, en dos grupos de talla: 365 juveniles de 20 gramos y 275 adultos de 60 gramos, machos y hembras.

Esta etapa se enfocó a conocer los requerimientos nutricionales y reproductivos de la especie y se llevó un registro sistemático de diversos parámetros bióticos (densidad, crecimiento, mortalidad, reproducción, eclosión y alimentación) y abióticos (temperatura, oxígeno, pH, contenido de amonio y calidad del agua).

En el primer proyecto se alcanzaron resultados satisfactorios en términos de reproducción, número de juveniles por hembra, tasa de crecimiento y mortalidad; sin embargo, se consideró relevante extender la iniciativa a una segunda etapa, con el fin de resolver tres situaciones puntuales: aumentar la tasa de crecimiento mensual en hatchery y desarrollo; disminuir la mortalidad en hatchery; realizar una evaluación económica del uso de energía en las fases de hatchery y desarrollo, puesto que en la primera etapa se utilizó sólo energía eléctrica, que era la que estaba disponible en la unidad experimental de la universidad.

De esta forma, en la extensión del proyecto (abril de 2006 a julio de 2007), se contempló la implementación de un hatchery con ambiente controlado que incluyó: aumento de la temperatura del agua mediante el uso de una caldera, recirculación del agua y evaluación económica de su implementación para un módulo productivo. Esta segunda etapa permitió evaluar la reproducción en otoño-invierno, la mantención de ejemplares en invierno y la valorización económica del uso de energía, con el objetivo de optimizar la infraestructura y el ciclo reproductivo.

Inicialmente se consideró realizar esta etapa en condiciones de campo; sin embargo, no fue posible, ya que recién el año 2009 se logró obtener la autorización de la Subsecretaría de Pesca para trasladar los ejemplares y cultivarlos fuera de la Facultad donde se desarrolló el proyecto.

Considerando que al momento de desarrollo de los proyectos la langosta *Cherax quadricarinatus* no se encontraba en la Nómina de Especies Cultivables en Chile y, por lo tanto, constituía una especie de primera internación, fue necesario cumplir con los requerimientos y estudios de control sanitario y cuarentena exigidos por la autoridad competente, de acuerdo a la legislación vigente.⁴ Esto permitió que en septiembre de 2007 esta especie ingresara a dicha Nómina, lo que abre la posibilidad a futuras internaciones para el desarrollo de su cultivo en el país.

⁴ Reglamento de Internación de Especies de Primera Internación (D.S. N° 730/95 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción).

Aunque el trámite de autorización demoró casi ocho años (la solicitud de internación fue presentada a la Subsecretaría de Pesca a fines de 1999), ésta se considera un éxito especialmente si se considera que existen otras especies, como el esturión, que ingresó al país en 1994 y aún no logra su registro en la Nómina de Especies Cultivables.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el proyecto concluyó que la principal limitante para la producción comercial de esta especie es la temperatura del agua y el impacto que ello puede generar sobre los costos de inversión y operación, ya que en otoño-invierno no se puede cultivar al aire libre, debido a que las condiciones naturales de temperatura aumentarían la mortalidad en forma considerable, principalmente por desnutrición y depredación. Se observó que el rango óptimo es de 20 a 25 °C para mantención y reproducción de la especie, ya que en esas condiciones los ejemplares muestran buena movilidad y presentan mudas periódicas, lo que se traduce en una tasa de crecimiento adecuada y en baja mortalidad. Otras temperaturas clave son:

- 24 °C: se presenta reproducción
- 15 °C: se alimentan muy poco
- Menos de 10 °C: no se alimentan y se observan mortalidades de hasta un 50% en el transcurso de dos semanas.

Considerando estos antecedentes, se estimó que el cultivo de la langosta de agua dulce es una alternativa factible en la zona centro norte, donde la temperatura ambiental permitiría disminuir los requerimientos energéticos, para mantener la temperatura del agua dentro del rango óptimo. Específicamente bajo las condiciones meteorológicas de la Región Metropolitana, el proyecto permitió establecer un sistema de cultivo intensivo, con dos ciclos reproductivos al año.

El cultivo de esta especie requiere implementar estructuras de mantención de los ejemplares en ambiente controlado entre los meses de abril y octubre; estas son estanques dentro de invernaderos con agua calefaccionada y recirculante.

Durante el desarrollo del proyecto, la langosta de agua dulce presentó excelentes aptitudes fisiológicas para la actividad acuícola, siempre que el ambiente de cultivo se mantenga en óptimas condiciones, tanto de oxigenación como de calidad del agua. Ello fue posible sin adicionar aditivos ni tratamientos con productos químicos, lo que permitió un desarrollo totalmente orgánico en todas las fases del cultivo. No se observaron muertes por enfermedades; la principal causa de muerte fue el canibalismo, de modo que para evitar este riesgo es necesario controlar, en forma estricta, la densidad de individuos por m² y disponer una gran cantidad de refugios para disminuir la posibilidad de encuentro; estos dos factores disminuyen considerablemente las muertes por depredación.

Aunque en el proyecto se implementó una metodología de reproducción, en el establecimiento de un plantel productivo en el largo plazo se debe considerar la importación de nuevos individuos, con el fin de evitar la fecundación de individuos de la misma familia y los consiguientes problemas genéticos que se podrían presentar.

En el proyecto no se desarrolló la fase de cultivo comercial; sin embargo, se estima que tiene potencial de mercado, debido a que se podría vender en estado fresco, aspecto que es preferido por el mercado gourmet y consumidores del estrato ABC1, donde su principal sustituto sería el camarón ecuatoriano.

Finalmente, cabe destacar que se elaboró un alimento balanceado, especialmente formulado para los requerimientos nutricionales de la especie, que fue desarrollado por el Departamento de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería y el Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CECTA), de la Universidad de Santiago de Chile.

► 3. El proyecto hoy

Como se señaló anteriormente, un resultado del proyecto fue la incorporación de la especie *Cherax quadricarinatus* a la Nómina de Especies Cultivables en Chile; recientemente, el año 2009 la Subsecretaría de Pesca autorizó por primera vez el traslado de juveniles fuera del recinto de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, con el objetivo de comprobar, bajo condiciones de campo, los avances logrados en su cultivo a escala experimental.

El equipo ejecutor del proyecto ha seguido trabajando en la mantención de los ejemplares producidos durante la realización de la experiencia y ha iniciado una etapa de escalamiento productivo en la piscicultura asociada al proyecto, que estaba considerada originalmente en la etapa de extensión del proyecto precursor, en la comuna de Talagante, para lo cual está postulando a financiamiento del Fondo de Innovación Empresarial Individual, de CORFO.

El objetivo es producir juveniles, de modo que se disponga en Chile de reproductores que permitan iniciar nuevos negocios y, además, evaluar el uso de energía renovable para alcanzar las temperaturas requeridas.

SECCIÓN 3

El valor de los proyectos

La langosta australiana de agua dulce es una especie de alto valor nutritivo y una excelente fuente de proteína, calcio, fósforo y vitamina B, y constituye una de las carnes más bajas en grasas. Este producto es considerado una delicatessen que compite en calidad con la langosta de mar, otros cangrejos de cola y los camarones.

Los dos proyectos financiados por la Fundación para la Innovación Agraria permitieron: introducir la especie al país, registrarla en la Nómina de Especies Cultivables en Chile y caracterizar su comportamiento, reproducción y producción intensiva en cautiverio. La pertenencia a esta Nómina abre la posibilidad a futuras internaciones de ejemplares para el desarrollo de su cultivo, lo que sumado a la información generada respecto del comportamiento y caracterización de las condiciones de manejo para su cultivo intensivo, constituyen un gran aporte del proyecto a la diversificación de la actividad acuícola, en especial de la zona centro norte del país.

La langosta australiana es una especie subtropical, cuyo ciclo de vida está fuertemente condicionado por la temperatura ambiental y del agua en que se cultive, razón por la cual presenta una adaptabilidad media a las condiciones de la zona central de Chile. En el proyecto se evaluó un cultivo intensivo que busca la obtención de dos ciclos reproductivos en el año; se estableció que en el país su cultivo sólo es posible en un ambiente totalmente controlado, con circuito cerrado. Aunque estas características aumentan los costos de inversión y operación, se transforman en un



factor de seguridad ambiental que permite desarrollar el proceso productivo bajo un estricto monitoreo de trazabilidad a lo largo de todo el ciclo, con lo cual se obtiene un producto con mayores posibilidades de acceder a mercados de exportación exigentes.

Aunque se han logrado importantes avances a la fecha, aún existen algunos aspectos pendientes que se deben considerar para apoyar la toma de decisiones, principalmente en lo que se refiere a los costos de inversión y operación del cultivo, debido al requerimiento de energía adicional para generar las condiciones de temperatura adecuadas y también a las perspectivas del mercado de esta langosta para las expectativas de potenciales productores en Chile.

En este sentido, aún cuando la tendencia mundial del mercado de la langosta australiana está en expansión, se deben tener presente dos aspectos: las producciones se destinan a abastecer principalmente sus propios mercados (con bajas exportaciones) y, que en el caso de eventuales exportaciones chilenas, se debe considerar el efecto que podría implicar la posible entrada de competidores, como México, Ecuador, Argentina y Cuba, quienes presentan ventajas climáticas y una menor distancia a los mercados de Estados Unidos y Europa.

Por otra parte, el mercado interno no está desarrollado, dado que este producto no se comercializa en el país; sin embargo, es posible prever que existiría un mercado potencial en aquellos consumidores que compran productos como langosta de mar y camarones ecuatorianos. En la medida que el cultivo de langosta se consolide en las preferencias de las personas, es razonable suponer que tendría una demanda interesante debido a su sabor y calidad nutritiva. Sin embargo, para ello se debe generar una demanda real y constante en el tiempo, con una mayor promoción del producto en los consumidores, restaurantes y hoteles, entre otros.

Anexos

Anexo 1. Variables de evaluación utilizadas
en el proyecto precursor

Anexo 2. Antecedentes del cultivo de la langosta
de agua dulce

Anexo 3. Literatura consultada

Anexo 4. Documentación disponible y contactos

ANEXO 1. Variables de evaluación utilizadas en el proyecto precursor⁵

1. Parámetros biológicos

CUADRO 1. **Mortalidad (%) y peso inicial y final (gr) de ejemplares según fase del cultivo**

Fase*	Mortalidad (%)	Peso (gr)	
		Inicial	Final
Hatchery	25	0,09	1
Desarrollo	20	1	13
Engorda	5	13	50

* Las fases se describen en el siguiente punto.

CUADRO 2. **Número inicial y final de ejemplares por fase y ciclo reproductivo según mortalidad**

Fase*	CICLO REPRODUCTIVO	
	I	II
I: Hatchery		
Nº inicial	50.000	75.000
Nº final	37.500	56.250
II: Desarrollo		
Nº inicial	37.500	56.200
Nº final	27.500	41.250
III: Engorda		
Nº inicial	27.500	41.250
Nº final	25.000	37.500

* Las fases se describen en el siguiente punto.

2. Costos de inversión y operación de una unidad de cultivo

La evaluación económica realizada en el proyecto precursor consideró la siguiente infraestructura, con sus respectivos costos de inversión y operación.

2.1. Infraestructura

• Hatchery

La instalación para esta fase se ocupa desde la eclosión del huevo hasta los ejemplares de 1 gr. Consiste en un galpón cubierto de 430 m², dentro del cual se ubica una caldera de 50 Mcal/h, que abastece de agua circulante a 24 °C constantes. Dentro del hatchery se habilitan:

- Cuatro piletas de cemento de 3×1×0,7 m.
- Fondo: pendiente hacia un drenaje de pesca y caja de pesca.
- Provisión de agua fría: tubo de PVC de 1", con un recambio de 5% diario.
- Provisión de agua temperada: tubo de PVC de 1", con recambio de agua de 5%.
- Nivel de agua: arqueta de PVC 2".

⁵ Basado en el informe de procedimiento operativo del proyecto precursor (2007).

- Drenaje: filtro y tubería con válvula de PVC de 2”.
- Iluminación por piletas: tubo fluorescente (60 W) con llave de encendido y apagado.
- Aireación: 4 difusores porosos y blower.
- Pasillo: canal central colector de 0,3×10 m.

• Desarrollo

La instalación para esta fase se ocupa cuando el peso de un ejemplar varía entre 1 y 15 gr. Consiste en un invernadero con una piscina en tierra de 10×4×0,5 m, cubierto de plástico de 0,3 milímetros. Considera:

- Pendiente longitudinal: 1%.
- Provisión de agua: PVC de 2”.
- Nivel de agua: arqueta de PVC 4”.
- Drenaje de agua: filtro y PVC de 4”.

Para recircular el agua se utilizó una bomba de 0,75 Hp, con agua a temperatura constante de 24 °C, para ello se utilizó agua desde la caldera que se encuentra en el hatchery.

• Engorda

La instalación para esta fase se ocupa cuando el peso de un ejemplar es superior a 15 g, hasta los 50 g que corresponde al peso de comercialización.

La instalación consiste en una piscina de engorda en tierra de 30×6×1 m, con un cerco perimetral para evitar escapes; está cubierta con malla raschell o plástico para evitar depredación por aves.

2.2. Costos de inversión, operación y flujo de fondos

CUADRO 3. Resumen de la inversiones

Ítem	Características	Monto (US\$)
Terreno	2 ha	4.808
Estanque agua	Estanque 10.000 l	1.923
Captación agua	Pozo de 30 m y bomba sumergible de 50 m ³ /h	6.307
Galpón hatchery	430 m ²	37.208
Piletas	20 piletas de reproducción, incubación y eclosión	6.680
Instalaciones servicios		21.798
Estanques desarrollo	5 estanques excavados en terreno de 30x10x0,6 m	3.980
Estanques reproductores		2.535
Estanques engorda	10 estanques excavados en terreno de 50x20x1 m	16.550
Reproductores	770 ejemplares	3.850
Flete y derecho aduanero		11.615
Refugios	5 refugios/m ² en estanques de desarrollo, engorda y reproducción (costo unitario: US\$ 0,20)	1.575
Caldera	192.000 K/cal	9.615
Vehículo		11.538
Blower 3 HP		2.500
Bombas	1 bomba 3 HP y 1 de 1 HP	903
Aireadores	Engorda y desarrollo	7.700
Equipamiento menor	Balanza, equipo monitoreo, baldes, filtros, otros.	5.347
TOTAL		156.432

CUADRO 4. **Resumen de los costos de operación (US\$)**

Ítem (US\$)	AÑO	
	1	2 a 10
Alimento	1.205	2.402
Electricidad	1.111	2.223
Mantenición	970	970
Personal	16.163	16.163
Vehículo	2.340	2.340
Servicios básicos	1.000	1.000
Gas	14.501	29.002
Total	37.290	54.100

CUADRO 5. Flujo de caja del proyecto

Ítem	AÑO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción (kg)	-	1.750	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Ingresos (US\$/kg)											
Venta en fresco*	-	52.500	105.000	105.000	105.000	105.000	105.000	105.000	105.000	105.000	105.000
Costos (US\$/kg)											
Alimento	-	1.205	2.402	2.402	2.402	2.402	2.402	2.402	2.402	2.402	2.402
Electricidad	-	1.111	2.223	2.223	2.223	2.223	2.223	2.223	2.223	2.223	2.223
Mantenión	-	970	970	970	970	970	970	970	970	970	970
Personal	-	16.163	16.163	16.163	16.163	16.163	16.163	16.163	16.163	16.163	16.163
Vehículo	-	2.340	2.340	2.340	2.340	2.340	2.340	2.340	2.340	2.340	2.340
Servicios básicos	-	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Gas	-	14.501	29.002	29.002	29.002	29.002	29.002	29.002	29.002	29.002	29.002
Subtotal costos	-	-	54.100	54.100	54.100	54.100	54.100	54.100	54.100	54.100	54.100
Inversión (US\$/kg)	-156.432	0	0	0	-2.115	0	-523	-2.115	0	0	-2.115
Capital de trabajo	-54.482	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor residual inversión											66.933
Recuperación capital de trabajo											54.482
Flujo de caja	-210.914	15.210	50.900	50.900	48.785	50.900	50.377	48.785	50.900	50.900	115.718

* Precio talla sobre 52 g (fresco): US\$ 30/kg

• VAN 15% = (US\$/kg)? 27.298

• TIR = 18%

ANEXO 2. **Antecedentes del cultivo de la langosta de agua dulce**⁶

1. Antecedentes biológicos

La langosta de agua dulce (*Cherax quadricarinatus*⁷) es un crustáceo perteneciente al orden Decapoda, familia Parastacidae. Es un animal bentónico, capaz de resistir períodos de sequía y permanecer en altas densidades en pequeñas pozas de agua.

Presenta la forma típica de las langostas, es decir, el cuerpo dividido en dos partes principales: cefalotórax y cola. El primero corresponde a la fusión de la cabeza y el tórax e incluye las antenas, anténulas, ojos y piezas bucales; el tórax alberga cinco pares de patas: el primero son 2 quelas o pinzas de función defensiva; el segundo y tercer par son pinzas que las utilizan para comer y los 2 últimos pares los utilizan para moverse. La cola o pleón, está segmentada en diferentes secciones y termina en la punta o telson.

El color base del cuerpo es azul claro con pequeños puntos blanco amarillentos en todo el cuerpo. En las quelas, los machos presentan coloración roja que les da su nombre en inglés “redclaw”.

Según Villarreal (1999) y la Dirección de Acuicultura Argentina (2004), su potencial acuícola está dado por las siguientes características:

- Alcanzan un tamaño adulto de alrededor de 20 cm y un peso de 250-300 gr. Puede llegar a pesar cerca de 400 g en su medio natural de origen, aunque comúnmente (y según el clima) en cautiverio alcanza entre los 30 y 150 gr, en producción rentable.
- Su producción en carne representa el 40 a 50% de su peso corporal.
- Se reproduce dentro del año de vida y presenta varios desoves, siempre que las temperaturas del sitio seleccionado se mantengan constantes a más de 20 °C.
- Su fecundidad es alta comparada con otros crustáceos de su misma familia; carece de hábitos excavadores y presenta amplia resistencia a las condiciones limitantes en cautiverio.
- Necesita aguas cálidas (24 a 32 °C) para su normal crecimiento, aunque el óptimo es de 25 a 27 °C, no obstante, soporta un amplio rango (18 a 31).
- Carece de conductas agresivas (aunque suele mostrar canibalismo en sus primeras fases de vida).
- Presenta una alta potencialidad para la acuicultura, con alto crecimiento y sobrevivencia, siempre que se le proporcionen las condiciones de viabilidad en el cultivo.

Hábitat

La langosta de agua dulce es originaria de Australia. Se distribuye en los ríos del noroeste del país, donde resisten épocas de sequía e inundaciones, así como cambios de temperatura del orden de 40 °C, durante el día y la noche. Aunque vive en ambientes dulceacuícolas, soporta hasta 5 ppm de salinidad.

Antes de la época de lluvias pueden sobrevivir pequeñas poblaciones en estancamientos de agua; sin embargo, son muy vulnerables a la depredación intraespecífica por su alta densidad y por su comportamiento, ya que no cava refugios para protegerse, aunque los utiliza si se encuentran naturalmente o se le proporcionan.

⁶ Basado en el informe final del proyecto precursor (2007).

⁷ von Martens, 1868.

Ciclo de vida

Su ciclo de vida no presenta estados larvales libres; todo el desarrollo embrionario ocurre dentro del huevo. Los adultos alcanzan su mayor talla alrededor de los 4 a 5 años de edad, con un peso aproximado de 300 gramos. La reproducción sólo se presenta cuando las condiciones del medio son adecuadas; es decir, cuando la temperatura ambiente es superior a 20 °C.

El desarrollo de los huevos se extiende por 6 a 10 semanas aproximadamente, a temperaturas de 25 °C, luego eclosiona y pasa por una etapa larval inmóvil que no se alimenta y que permanece adherida a la hembra por un par de días. El juvenil, independiente de la hembra, es igual a un adulto, presenta una talla de 3 a 4 mm y se alimenta de zooplancton. Esta etapa dura alrededor de 50 a 60 días hasta que los individuos alcanzan una talla de 0,5 a 5 gr, que es con la cual se realiza la siembra, en caso de cultivarse. Durante 6 a 12 meses estos juveniles se alimentan de material orgánico en descomposición y alimento balanceado, hasta que alcanzan la talla de 50 a 150 gr.

Comportamiento

La langosta australiana no es agresiva con ejemplares de su especie, aunque puede presentar canibalismo si se mantiene en el mismo ambiente con ejemplares de menores tallas. Evita la luz directa del sol y requiere un área física individual, especialmente durante el día cuando permanece en refugios; presenta movilidad limitada.

Alimentación

Es omnívora oportunista, se alimenta de gran variedad de materia orgánica, principalmente en la noche. Consume animales y vegetales, tanto vivos como en descomposición.

2. Condiciones para el cultivo de la langosta australiana

Parámetros abióticos

- **Temperatura**

En el proyecto precursor se observó que la temperatura óptima para mantención y reproducción en un cultivo es entre 20 y 25 °C, rango donde se observaron tasas de crecimiento adecuadas y baja mortalidad; además, los ejemplares están alertas, con buena movilidad y presentan mudas periódicas, lo que se traduce en una buena tasa de crecimiento. Bajo 15 °C los ejemplares se encuentran aletargados y se alimentan insuficientemente; bajo 10 °C no se alimentan y trascurridas dos semanas se observa la muerte de hasta un 50% de la población.

- **Oxígeno**

El problema potencial más serio para el cultivo de la langosta es la baja saturación de oxígeno y correspondió a la principal causa de mortandad masiva ocurrida durante el desarrollo del proyecto precursor. En el Cuadro 6 se muestra la relación entre el nivel de oxígeno y los problemas productivos que se pueden presentar.

CUADRO 6. **Relación entre la cantidad de oxígeno y el riesgo productivo**

Oxígeno (mg/l)	Riesgo en la producción
0 - 1	Muy alto riesgo. Mortandad masiva
1 - 2	Alto riesgo. Mortandad en el corto plazo
2 - 3	Riesgo moderado. La tasa de crecimiento disminuye, mala reproducción, se presenta mortandad durante la muda
3 - 4	Límite reproductivo. No se observan problemas, aunque la tasa de crecimiento puede reducirse
> 4	No hay riesgo. Las condiciones de cultivo son adecuadas

- **pH**

El valor del pH en estanques de cultivo es menos crítico que para otras especies. La langosta crece y se reproduce en un intervalo amplio de pH, por lo que son raras las muertes asociadas a estrés por variación de éste. En general, la producción de langosta de agua dulce es eficiente en aguas duras.

- **Amonio**

El amonio es aportado por los desechos de las langostas y el material orgánico presente en el estanque, la concentración total depende del pH y la temperatura del agua y no debe exceder los 0,1 mg/l.

Nutrición

Las langostas requieren, además de proteínas, hidratos de carbono y lípidos como fuentes de energía. Según la literatura no requieren agregado de colesterol y lecitina (ambos necesarios en el caso de los crustáceos marinos), ya que estos compuestos son sintetizados por ellas mismas.

Las vitaminas son necesarias, aunque no se conoce con exactitud su requerimiento y los compuestos carotenoides incluidos en el alimento, como la astaxantina, contribuyen a la coloración del caparazón (Dirección de Acuicultura Argentina, 2004).

Según su edad, los individuos requieren entre 15 y 45% de proteínas en su dieta. Los juveniles consumen una mayor proporción de proteínas animales que los adultos, quienes requieren una mayor cantidad de las de origen vegetal, aunque también pueden consumir una proporción de origen animal.

En el proyecto precursor los juveniles fueron alimentados con *Artemia* (pequeños crustáceos) y *Daphnia* (crustáceos planctónicos). En los estadios posteriores se utilizó un alimento especialmente formulado, acorde a las distintas etapas de desarrollo, por el Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería y el Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CECTA), de la Universidad de Santiago de Chile (Cuadro 7). El alimento fabricado se utilizó en las fases de hatchery, desarrollo y engorda, y presentó una buena respuesta de aceptabilidad, tasa de crecimiento, estabilidad en el agua y rápida caída al fondo.

CUADRO 7. Composición del alimento formulado en el Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Santiago de Chile

Características	Iniciador	Desarrollo	Engorda
Diámetro (mm)	0,5	2,0	4,0
Materia seca (%)	90	82	82
Proteína total (%)	35	30	24
Extracto etéreo (%)	12	8	8
Fibra cruda (%)	22	30	40
Cenizas (%)	8	8	8
Extracto no nitrogenado (%)	13	6	2
Calcio (%)	12	8	8
Aditivo vitamínico (%)	1	1	1
Aditivo mineral (%)	1	1	1

El alimento formulado fue utilizado en diferentes proporciones, de acuerdo al peso corporal de los ejemplares (etapa de crecimiento). En la etapa de hatchery se utilizó un 5% del peso corporal, en la de desarrollo un 2 y en engorda un 1. Es importante la distribución espacial del alimento para dar oportunidad de alimentación a toda la población. El alimento debe proporcionarse al atardecer, cuando comienza la mayor actividad de los animales.

Densidad

La densidad de la población es un factor importante que se debe controlar, con el fin de disminuir la muerte por depredación (canibalismo), que aumenta con una mayor probabilidad de encuentro (mayor densidad).

En el proyecto precursor se determinó que la mejor densidad para cada etapa, con fines de facilitar el manejo, aumentar el crecimiento y disminuir la mortalidad, es:

- Hatchery: 500 gr/m²
- Desarrollo: 600 gr/m²
- Engorda: 350 gr/m²

Reproducción

• Selección de reproductores

Se recomienda seleccionar los ejemplares privilegiando las siguientes características:

- libres de ectoparásitos;
- individuos de mayor edad, hasta 2 años, ya que son mejores que los muy jóvenes; posteriormente su respuesta reproductiva se ve disminuida;
- ejemplares de 55 a 65 gr, ya que se observan mejores resultados, respecto del número final de juveniles obtenidos;
- mantención de actividad normal.

Es aconsejable utilizar machos y hembras de tallas similares; en el proyecto precursor se obtuvieron buenos resultados con una proporción machos hembras de 1:3.

Ambos sexos se distinguen fácilmente por la posición de los poros genitales: las hembras presentan dos en la base de cada pata ambulatoria anterior y el macho en la base de las patas ambula-



torias posteriores. Los machos presentan un parche rojo en la región posterior y terminal de cada quela (tenaza).

- **Fecundidad**

La fecundidad está relacionada, en parte, con el tamaño de la cola, por lo que también puede ser utilizada como criterio de selección.

Las hembras de 60 gr producen entre 100 y 300 huevos. La fecundidad alcanzada en el proyecto precursor fue mejor a la esperada, de acuerdo a la experiencia en otros países. Se obtuvo un promedio de 120 juveniles/hembra (rango: 40 a 200).

El avivamiento se realiza en cuatro semanas a temperaturas entre 26 y 29 °C y en ocho a temperaturas entre 22 y 24. Los huevos mueren cuando la temperatura baja de 14 °C.

Cuando el desove se completa, la hembra dobla su abdomen y con ello encierra los huevos en una “cápsula sellada”, evitando que éstos caigan. Los huevos miden 2 mm y son de color verde olivo. En la cápsula los huevos se hinchan y se adhieren a los pleópodos.⁸ Después de 1 o 2 días los huevos que no están adheridos a los pleópodos (no fertilizados) se pierden.

- **Huevos**

El desarrollo de los huevos depende de la temperatura y calidad del agua. Éstos pasan por una serie de cambios de color (verde olivo, ocre, rojo):

- primer estadio (de verde a ocre): 6 a 10 días, con temperaturas de 22 a 28 °C;
- segundo estadio (de ocre a rojo): 6 a 10 días (22 a 28 °C);
- tercer estadio (de rojo a rojo con ojo): 1 a 3 días y 7 a 10 días hasta eclosionar.

⁸ Apéndices nadadores presentes en el abdomen de los crustáceos.

Todo el ciclo ocurre dentro del huevo y demora entre 5 a 7 semanas, hasta la eclosión de las pequeñas langostas.

El número promedio de huevos/hembra fue de 150 (dentro de lo esperado) y el porcentaje de hembras fertilizadas de 87,2% (mayor al esperado), con un 13% de pérdida de hembras, contra un 30% esperado. Por seguridad se aconseja considerar un 30% más de hembras para obtener un determinado número de juveniles.

- **Fotoperíodo**

Para el ciclo de producción otoño invierno, cuando todas las fases reproductivas se llevan a cabo dentro del hatchery, se requiere mantener una iluminación de 14 horas luz y 10 horas de oscuridad.

ANEXO 3. **Literatura consultada**

- Ahyong, S. & Yeo, D.** 2007. Feral populations of the Australian Red-Claw crayfish (*Cherax quadricarinatus* von Martens) in water supply catchments of Singapore. *Biol Invasions*, 9:943–946.
- Aquaculture Council of Western Australia.** [En línea]. Farming Red Claw. <<http://www.aquaculturecouncilwa.com/how-to-get-into-aquaculture/species/redclaw/redclaw>> [Consulta: junio, 2009].
- Boisset, K.** 2009. The European market for shrimp is weak. *Shrimp Market Report*. May. FAO Globefish. [En línea] <<http://www.globefish.org/dynamisk.php4?id=4718>> [Consulta: mayo, 2009].
- Cortés, E., Villarreal, H., Civera, R., & Cruz, I.** 2004. Studies on the nutrition of the freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens): effect of the dietary protein level on growth of juveniles and pre-adults. *Freshwater crayfish*, 14:70-80.
- Dirección de Acuicultura Argentina.** 2004. Algo más sobre el cultivo de la Redclaw (*Cherax quadricarinatus*). 12 pp. [En línea] <http://www.produccionbovina.com/produccion_peces/piscicultura/65.red_claw.pdf> [Consulta: junio, 2009].
- Ferdouse, F.** 2008. Shrimp Market Reports. December - Japan. FAO Globefish [En línea] <<http://www.globefish.org/dynamisk.php4?id=4613>> [Consulta: mayo, 2009].
- Huner, J.** 1989. Overview of international and domestic freshwater crawfish production. *Journal of Shellfish Research*, 8(1):259-265.
- Josuweit, H.** 2008. Shrimp November - US. FAO Globefish. [En línea] <<http://www.globefish.org/dynamisk.php4?id=4613>> [Consulta: mayo, 2009].
- Lobegeiger, R. and Wingfield, M.** 2008. Report to farmers Aquaculture production survey Queensland 2006–07. Department of Primary Industries and Fisheries, Queensland, Australia.
- López, J.** 2009. Shrimp Market Report. May - US. FAO Globefish. [En línea] <<http://www.globefish.org/dynamisk.php4?id=4714>> [Consulta: mayo, 2009].
- Luchini, L. y Panné, S.** 2008. Perspectivas en acuicultura: nivel mundial, regional y local. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA). Dirección de Acuicultura. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Argentina. 99 pp. [En línea] <[http://www.sagpya.mecon.gov.ar/sagpya/pesca/acuicultura/06_Noticias/_archivos/081110_Perspectivas%20en%20acuicultura%20\(nivel%20mundial,%20regional%20y%20local\).pdf](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/sagpya/pesca/acuicultura/06_Noticias/_archivos/081110_Perspectivas%20en%20acuicultura%20(nivel%20mundial,%20regional%20y%20local).pdf)> [Consulta: junio, 2009].
- Pascual, M.** 2002. Programa Estratégico de Acuicultura. La situación de Argentina. Instituto de Biología Marina y Pesquera Alte. Storni San Antonio Oeste, Río Negro, Argentina.
- ProChile.** 2008. Perfil de mercado camarones - Alemania. ProChile Hamburgo. 29 pp. [En línea] <http://www.prochile.cl/documentos/pdf/hamburgo_camarones_2008.pdf?file=Perfil%20de%20Mercado%20de%20Camarones> [Consulta: junio, 2009].
- Queensland Crayfish Farmers Association Inc.** 2003. Building a World Class Redclaw Industry: The 2003-2012 Strategic Development Plan for the Australian Redclaw Industry.
- Rogers, D.** 1991. So you want to sell your crays in the US. *Austasia Aquaculture*, 5(6):23-24.
- Schenone, N. y Fernández, A.** 2008 Cría intensiva de langosta australiana (*Cherax quadricarinatus*) en presencia o ausencia de *Lemna minor*. Estudios preliminares. *Revista Argentina de Producción Animal*, 28(1): 335-348. [Resumen en línea] <http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_peces/piscicultura/101-langosta.pdf> [Consulta: junio, 2009].
- Villarreal, H.** 1999. Evaluación del potencial del cultivo de la langosta de agua dulce australiana *Cherax tenuimanus* en función de su eficiencia energética. Pp.: 65-80. En: Cruz, E., Ricque, M. y Mendoza, R. Eds. *Avances en Nutrición Acuícola III. Memorias del Tercer Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. Monterrey, N.L. México.
- Villarreal, H. y Naranjo, P.** 2007. Cultivo de langosta de agua dulce *Cherax quadricarinatus* "red-claw". Una oportunidad para la diversificación de la industria acuícola. *Industria Acuícola*. 6 pp. [En línea] <<http://www.industriaacuicola.com/PDFs/2.4%20-CultivoLangostaAguaDulce.pdf>> [Consulta: junio, 2009].

ANEXO 4. Documentación disponible y contactos

La publicación “Resultados y Lecciones en El Cultivo de Langosta de Agua Dulce (*Cherax quadricarinatus*)” se encuentra disponible a texto completo en el sitio de FIA en Internet (www.fia.gob.cl), en la sección Banco de Negocios FIA.

El Banco de Negocios FIA se implementó durante el año 2008 y su objetivo es transferir un conjunto de opciones de proyectos y negocios factibles desde el punto de vista de su rentabilidad económica y viabilidad técnica, incluyendo además, información de los ámbitos de mercado, gestión y comercialización.

También incorpora el análisis de los resultados de iniciativas y proyectos con bajo potencial de aplicación inmediata por otros usuarios, aunque con resultados valiosos y orientadores, donde se consignan las oportunidades y las limitantes que quedan por superar en las opciones analizadas.

Este servicio técnico comercial es una instancia pionera en Chile, que se inserta en el trabajo que realiza la Fundación y está orientado a difundir y explotar los resultados valorizados de los proyectos que ha cofinanciado.

Para ingresar directamente a las publicaciones, siga los pasos que se detallan a continuación:

1º: entrar a <http://aplicaciones.fia.cl/valorizacion/home.aspx>

2º: en el menú (izquierda) seleccionar “Planes de negocio y modelos aprendidos-Documentos”

3º: seleccionar “Ver Todo”

4º: seleccionar “Ver Ficha”

5º y último: seleccionar “Documentos Asociados”. Aquí se encuentran los libros y fichas correspondientes a cada plan de negocio o modelo aprendido.

En esta misma sección existe el campo “Precusores”, que ofrece vínculos hacia los proyectos precursores que dieron origen a los documentos y que se encuentran en la base de datos de iniciativas apoyadas por FIA. Desde esta base de datos se accede a la ficha resumen de cada proyecto precursor, que contiene información adicional sobre éstos, y a los contactos de los ejecutores y profesionales participantes. Adicionalmente, esta ficha contiene un vínculo al SIG (Sistema de Información Geográfica) de FIA, para identificar con precisión la ubicación del proyecto en particular.

Toda esta documentación puede consultarse también en los Servicios de Información para la Innovación de FIA, ubicados en:

Centro de Documentación en Santiago

Loreley 1582, La Reina, Santiago. Fono (2) 431 30 96

Centro de Documentación en Talca

6 norte 770, Talca. Fono-fax (71) 218 408

Centro de Documentación en Temuco

Bilbao 931, Temuco. Fono-fax (45) 743 348