



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 94 - 04

INFORME : PRE-FACTIBILIDAD DE CULTIVO DE ALGAS
FINAL NATIVAS, A TRAVES DE TRANSFERENCIA O
ADAPTACION DE TECNOLOGIAS

UNIDAD : UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO
EJECUTORA

ESTUDIOS Y CUMPLIMIENTOS

Nº 09/96

INFORME FINAL

PREFACTIBILIDAD DE CULTIVO DE ALGAS NATIVAS, A TRAVES DE
TRANSFERENCIA O ADAPTACION DE TECNOLOGIAS

FIP 94/04



UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

VALPARAISO - CHILE

Nº 09/96

INFORME FINAL

**PREFACTIBILIDAD DE CULTIVO DE ALGAS NATIVAS, A TRAVES DE
TRANSFERENCIA O ADAPTACION DE TECNOLOGIAS**

FIP 94/04

Nº 09/96

INFORME FINAL

PREFACTIBILIDAD DE CULTIVO DE ALGAS NATIVAS, A TRAVES DE
TRANSFERENCIA O ADAPTACION DE TECNOLOGIAS

FIP 94/04

Preparado por: Rodolfo Olivari M. Dr. Biología Marina
Rene Cerda D. M. Sc. Economía Pesquera
M. Olga Paredes P. Ingeniero Pesquero

Se agradece la participación en la edición del presente documento de la Srta. Maite Arratia Ocariz y Paola Arellano Toro.

RESUMEN EJECUTIVO.

El presente proyecto FIP 94/04 : " Prefactibilidad de Cultivo de Algas Nativas, a través de transferencia o Adaptación de Tecnologías ", ha sido desarrollado respondiendo al objetivo general: Evaluar la prefactibilidad técnica y económica de un cultivo mediante el análisis de alternativas de transferencia o adaptación de tecnologías, dirigido a las algas nativas *Lessonia trabeculata*, *Gigartina* sp., *Iridaea* sp y *Porphyra columbina*. este objetivo general fue abarcado considerando los objetivos específicos siguientes:

1. Evaluar a nivel de perfil el cultivo comercial de algas, *Lessonia trabeculata*, *Porphyra columbina*, *Iridaea* sp y *Gigartina* sp.
2. Describir y evaluar las tecnologías aptas de transferir y/o adaptar, para cultivar las algas objeto de estudio.
3. Evaluar a nivel de prefactibilidad técnico-económica las alternativas seleccionadas de cultivo comercial para cada una de las algas nativas analizadas en el proyecto.

La metodología y los resultados fueron tratados por separado considerando cada uno de los objetivos expuestos, de manera que el documento comprende esta indicación en cada ítem. Por lo tanto, el primer objetivo fue desarrollado en base a una descripción de la demanda internacional de los géneros que comprenden las algas en estudio, separando los requerimientos por su consumo directo o de sus derivados (ficocoloides). De igual forma se especifica la producción global mundial de éstas, para luego citar la evolución de la producción en los países más relevantes. Estos últimos se refieren a Japón, China, Korea y Filipinas. Posteriormente se presenta un análisis de la producción nacional de las algas, especificando la evolución de los desembarques, zonas y estacionalidad de la recolección. En este punto se hace mención a la estructura de la

industria y su comercialización, tanto a nivel nacional como exportación por especie en cuestión.

En relación al segundo objetivo luego de analizar y ponderar internacionalmente, los sistemas, técnicas y formas de cultivo para algas pertenecientes al mismo género, se realizó una jerarquización de valoración para seleccionar aquella técnica que se presentaba como más adecuada a las condiciones chilenas. Posteriormente se ha diseñado y dimensionado la producción a escala Hatchery para cada una de las macroalgas objeto de estudio, y se ha efectuado al análisis de ingeniería gruesa de los sistemas diseñados para sustentar las algas en el medio natural.

El diseño de la producción en ambiente controlado, ha sido realizada considerando cada una de las variables de estado que inciden en la fecundación y crecimiento de las macroalgas en su fase haploide, con objeto de poder determinar cuales eran las más relevantes y en que rango se deben manejar, para que sea exitosa la producción de semilla en hatchery. Las variables específicas que fueron analizadas consistieron en la complejidad de la técnica de manejo del ciclo haploide, el grado de éxito obtenido en la aplicación de la técnica, el comportamiento del sistema en el medio natural y las características reproductivas y de crecimiento de las algas cultivadas.

El objetivo 3 fue abordado en base a la previa determinación técnica del sistema de cultivo más adecuado para cada alga en estudio, que entrega los requerimientos de infraestructura, insumos requeridos y rendimientos a través de las distintas etapas de la secuencia productiva. Sobre esa base se implementó un centro de cultivo tipo con tres tamaños productivos diferentes y tres situaciones de rendimiento en términos de producción de algas por unidad de cultivo diferentes, simulando la situación más probable, optimista y pesimista del cultivo en mar, para observar la sensibilidad del sistema productivo. Se consideró además en esta evaluación, los precios de las algas de acuerdo a las variaciones observadas en la transacción de cada alga en cuestión.

La evaluación económica se realizó por medio de la utilización de los índices de valor actual neto (V.A.N.) y tasa interna de retorno (T.I.R.), índices que entregaron el resultado económico final para cada cultivo, aplicándose un análisis de riesgo al cultivo que bajo certidumbre mostró indicadores positivos. Los tamaños productivos se seleccionaron en base a las interacciones tecnológicas, geográficas, aspectos legales y experiencia personal.

Los resultados de la evaluación de perfil, indican que la posibilidad de desarrollar el cultivo de algas nativas Laminariales, Gigartinales y Bangiales, están influenciados por variados factores entre los que destacan el institucional, tecnológico y de mercado. El factor institucional guarda relación con las disposiciones legales que regulan el borde costero y la actividad de acuicultura contenidas en la Ley de Pesca y Acuicultura, que privilegia la mantención de las praderas naturales. Por otra parte, la disponibilidad de Areas Aptas de Acuicultura para el cultivo de algas, enfrenta dos restricciones importantes: una geográfica y otra económica.

El factor tecnológico es el menos restrictivo, ya que las técnicas de cultivo se encuentran muy desarrolladas, sin embargo la tecnología incurre en costos altos en relación a los posibles ingresos derivados de su comercialización.

Para el caso del género *Lessonia*, las perspectivas son de seguir respondiendo a la demanda como materia prima para obtener alginato y como alimento fresco para moluscos y equinodermos que impondrán una alta demanda de desarrollarse su tecnología de cultivo, como es el caso de "Abalon" y "Erizo" comestible. En lo que respecta a los géneros *Gigartina* e *Iridaea*, se observa un aumento de la demanda por el primero que se refleja en los precios de exportación, debido a la calidad de carragenano que puede ser obtenido de ella. El género *Porphyra* se presenta con perspectivas más remotas, pues no tiene un mercado desarrollado, si bien es una alga de gran valor nutricional, ya que los grandes consumidores

asiáticos son autosuficientes para abastecer su mercado interno y externo.

En referencia a las tecnologías factibles de transferencia o adaptación, existen una gran variedad de sistemas, métodos y técnicas ampliamente desarrolladas en otros países, por lo que contrasta fuertemente con la realidad actual nacional. La metodología seguida ha permitido seleccionar, caracterizar, diseñar y dimensionar las tecnologías que se especifican a continuación para las algas en estudio.

Para todas las algas existe una fase que debe ser desarrollada necesariamente en Ambiente Controlado o Hatchery, que comprende la obtención de semillas o juveniles manipulando la fase haploide hasta obtener fecundaciones, interactuando con el manejo de variables de estado específicas. Una vez obtenida la semilla, su traslado al mar en sustratos artificiales tiene las siguientes variantes:

Para *Lessonia trabeculata*, se seleccionó un sistema suspendido consistente en un módulo compuesto por tres líneas de 100 m. cada una, anclado en sus extremos por orinques. En el caso de *Gigartina* sp e *Iridaea* sp el sistema también es suspendido y consiste en redes sintéticas con un sistema de flotación de tubos de P.V.C.. Las redes son de dimensiones 24m por 2,4m, construídas en poliamida para facilitar la boyantez del sistema. Para *Porphyra* sp. el sistema es de fondo, consistente en redes de material sintético (poliamida), de 18m por 1,5 m, ancladas al fondo por un sistema de estacas y dispuestas paralelas al fondo.

Para operar la producción se ha dimensionado una infraestructura de apoyo de mar y tierra, entre las que destacan, en las primeras, una balsa de trabajo, además de embarcación de apoyo y trabajo, y en las segundas las necesarias obras civiles para disponer los hatchery y bodegas de insumos y materiales.

La evaluación de prefactibilidad económica indica poco rentable la operación con *Lessonia trabeculata* y *Porphyra columbina*, mientras que las Gigartinaceas reflejan atractivos indicadores económicos con resultados sustentados también por el análisis de riesgo aplicado. Las posibilidades más concretas de *L. trabeculata* se centran en la posibilidad de ser operada en apoyo a un cultivo comercial de moluscos gastrópodos como podría ser abalon. El caso de *Porphyra columbina*, merece una consideración especial, ya que se presenta como un cultivo que a escala artesanal podría tener una repercusión social en el sector respectivo, sin embargo y al igual que *L. trabeculata* el análisis económico indica que los costos de producción, son altos en relación a los beneficios esperados. La evaluación económica evidencia un fenómeno pequeño de economía de escala asociado a los diferentes tamaños productivos evaluados.

CONTENIDOS

| | |
|--|----|
| Introducción | 01 |
| Antecedentes generales | 06 |
| 1. Laminariales | 08 |
| 1.1. Antecedentes Biológicos | 08 |
| 1.2. Antecedentes Técnicos de Cultivo y Manejo | 14 |
| 2. Gigartinales | 29 |
| 2.1. Antecedentes Biológicos | 29 |
| 2.2. Antecedentes Técnicos de Cultivo y Manejo | 34 |
| 3. Bangiales | 42 |
| 3.1. Antecedentes Biológicos | 42 |
| 3.2. Antecedentes de Cultivo y Manejo | 46 |
| Materiales y Métodos | 55 |
| 1. Evaluación a nivel perfil del cultivo de las algas | 55 |
| 2. Diseño y dimensionamiento de los sistemas productivos | 57 |
| 2.1. Complejidad de manejo ciclo haploide | 59 |
| 2.2. Grado de éxito obtenido con la técnica | 60 |
| 2.3. Ingeniería del sistema posicionado en el mar | 60 |
| 2.4. Características de las macroalgas cultivadas | 60 |

| | |
|--|----|
| 3. Evaluación de prefactibilidad técnico-económica | 61 |
| Resultados | 64 |
| 1. Evaluación a nivel de perfil del cultivo comercial de las algas estudiadas | 64 |
| 1.1. Descripción de la Demanda de Algas Laminariales, Gigartinales y Bangiales | 64 |
| 1.1.1. La demanda de algas Laminariales y Bangiales para consumo humano | 68 |
| 1.1.2. Consumo de algas derivado de alginatos y carragenanos | 74 |
| 1.1.3. Consumo derivado de alginatos | 75 |
| 1.1.4. Consumo derivado de carragenanos | 78 |
| 1.1.5. Consumo derivado de ficocoloides nacionales | 81 |
| 1.1.6. Consumo de algas para alimentación de organismos marinos | 82 |
| 1.2. La producción mundial de algas Laminariales, Gigartinales y Bangiales | 83 |

| | |
|---|-----|
| 1.2.1. Producción en Japón | 87 |
| 1.2.2. Producción en China | 89 |
| 1.2.3. Producción en República de Korea | 91 |
| 1.2.4. Producción en Filipinas | 92 |
| 1.3. Producción nacional de algas Laminariales, Gigartinales y Bangiales | 96 |
| 1.3.1. Desembarque | 96 |
| 1.3.2. Zonas de recolección y estacionalidad | 99 |
| 1.3.3. Estructura de la industrial y comercialización | 101 |
| 1.3.4. Mercados de exportación | 103 |
| 1.4. Evaluación a nivel de perfil del cultivo de algas Laminareales, Gigartinales y Bangiales. | 114 |
| 2. Tecnologías Factibles de Transferir y/o Adaptar | 121 |
| 2.1. Sistema de cultivo diseñado para <i>Lessonia trabeculata</i> | 125 |
| 2.2. Sistema de cultivo diseñado para Gigartinales | 131 |
| 2.3. Sistema de cultivo diseñado para <i>Porphyra</i> sp. | 136 |
| 3. Variables de estado específicas consideradas para cada cultivo | 144 |

| | |
|--|-----|
| 4. Evaluación de prefactibilidad técnica-económica | 146 |
| 4.1. Evaluación económica de <i>Lessonia trabeculata</i> | 147 |
| 4.2. Evaluación económica de <i>Gigartina</i> | 152 |
| 4.3. Evaluación económica de <i>Porphyra</i> | 160 |
| Conclusiones | 168 |
| Bibliografía | 171 |

INDICE DE TABLAS

| | Pag. |
|---|------|
| I Importaciones anuales de algas de Japón y Estados Unidos en diferentes estados. | 67 |
| II Consumo humano anual de algas (en toneladas de alga seca) | 69 |
| III Composición del kombu y del nori. | 71 |
| IV Exportaciones de algas (excepto aquellas destinadas a wakame, hijiki y a producción de agar-agar) desde China, R. Korea y Filipinas a Japón. | 92 |
| V Escalas de producción de centros de cultivo en Filipinas. | 94 |
| VI Participación regional en el desembarque de algas, período 1980-1994, en porcentaje del total. | 100 |
| VII Índice de concentración de la exportación de algas como porcentaje de volumen acumulado en las primeras dos y cuatro empresas. | 103 |
| VIII Precios de alga húmeda con impurezas, temporada 1994-1995. | 149 |
| IX Monto de la inversión en US\$ para el cultivo de <i>L. trabeculata</i> . | 150 |
| X Rendimientos y precios estimados para <i>L. trabeculata</i> cultivada. | 151 |

| | | |
|------|---|-----|
| XI | Costos anuales de producción en el cultivo de <i>L. trabeculata</i> (miles de US\$). | 154 |
| XII | Monto de la inversión en US\$ para el cultivo de <i>Gigartina</i> . | 155 |
| XIII | Rendimientos y precios estimados para <i>Gigartina</i> cultivada. | 156 |
| XIV | Costos anuales de producción en el cultivo de <i>Gigartina</i> (miles de US\$). | 157 |
| XV | Indicadores de rentabilidad del cultivo de <i>Gigartina</i> . | 159 |
| XVI | Indicadores económicos para el cultivo de <i>Porphyra</i> . | 165 |

INDICE DE FIGURAS

| | Pag. |
|--|------|
| 01. Distribución geográfica de <i>Lessonia trabeculata</i> en las costas de Chile. | 10 |
| 02. Ciclo de vida de <i>Lessonia trabeculata</i> (Adaptado de Olivari, 1972). | 12 |
| 03. Sistema de cultivo Laminariales descritos por diferentes autores, utilizados en los principales países productores asiáticos. | 23 |
| 04. Distribución geográfica de las Gigartinales explotables comercialmente en Chile. | 32 |
| 05. Ciclo de vida de <i>Iridaea</i> sp. (De Goddard, 1990). | 35 |
| 06. Sistema de cultivo para Gigartinales empleados internacionalmente descritos por diferentes autores. | 41 |
| 07. Distribución de <i>Porphyra columbina</i> en las costas de Chile. | 44 |
| 08. Ciclo de vida de <i>Porphyra columbina</i> obtenido en ambiente controlado (De Santelices, 1989). | 45 |
| 09. Sistema de liberación y captación de conchoesporas, sistema de cultivo, y esquema del ciclo de vida del alga <i>Porphyra</i> sp. | 50 |
| 10. Destino de las Importaciones de Macroalgas Chilenas. | 66 |
| 11. Importaciones Japonesas de Algas Comestibles, 1989-1994. | 72 |

| | |
|---|-----|
| 12. Exportaciones Japonesas de Laver (cantidad y precio), 1989-1994. | 73 |
| 13. Importaciones Japonesas de Algas No Comestibles, 1989-1994. | 76 |
| 14. Importaciones y exportaciones Japonesas de Alginatos, 1989-1994. | 78 |
| 15. Importaciones y exportaciones Japonesas de Carragenanos, 1989-1994. | 81 |
| 16. Producción Mundial de Algas, entre 1983 y 1993. | 84 |
| 17. Principales Países Productores de Algas Pardas, 1983-1993. | 86 |
| 18. Principales Países Productores de Algas Rojas, 1983-1993. | 86 |
| 19. Producción Mundial de Algas Pardas en Principales Países. | 87 |
| 20. Producción de Algas Rojas en Principales Países, 1983-1993. | 88 |
| 21. Desembarque Anual de <i>Lessonia</i> y <i>Macrocystis</i> entre 1980 y 1994. | 97 |
| 22. Desembarque Anual de <i>Gigartina</i> e <i>Iridaea</i> entre 1980 y 1994. | 98 |
| 23. Volumen y Precio de Exportaciones de <i>Lessonia</i> a Principales Mercados. | 105 |
| 24. Exportación de <i>Gigartina</i> realizadas a Principales Mercados. | 106 |
| 25. Exportaciones de <i>Iridaea</i> realizadas a Principales Mercados. | 107 |
| 26. Precio de Exportación de <i>Gigartina</i> , entre 1987 y 1994. | 109 |

| | |
|---|-----|
| 27. Precio de Exportación de <i>Iridaea</i> , entre 1987 y 1994. | 110 |
| 28. Volumen y Precio de Exportación de Alginatos entre 1991 y 1994. | 112 |
| 29. Volumen y Precio de Exportaciones de Carragenano entre 1991 y 1994. | 113 |
| 30. Ciclo de producción para cultivo de <i>Lessonia trabeculata</i> . | 122 |
| 31. Sistema de cultivo propuesto para algas de tipo Laminariales. | 125 |
| 32. Estructura de fijación y detalle de un cabo impregnado con macroalgas, en condiciones de ser transportado al mar. | 129 |
| 33. Sistema de cultivo propuesto para el cultivo de Gigartinales. | 132 |
| 34. Sistema de cultivo propuesto para <i>Porphyra columbina</i> en las costas del país. | 138 |
| 35. Fases del ciclo de vida de <i>Porphyra columbina</i> en Chile. | 142 |
| 36. Distribución de probabilidad de E{VANR}. | 161 |

INTRODUCCION

En los últimos diez años el desembarque nacional de algas ha fluctuado entre las 126.000 y 228.000 toneladas anuales de acuerdo con las estadísticas de desembarque del Servicio Nacional de Pesca (SERNAP). En su composición se registran algas de las divisiones Rhodophytas y Phaeophytas de las más diversas variedades. En la primera destacan las del Género *Gracilaria*, *Gigartina* e *Iridaea* del orden de las Gigartinales y del Género *Gelidium* del orden de las Gelidiales. Entre las Phaeophytas destacan los géneros *Lessonia* y *Macrocystis* del orden Laminarial y *Durvillaea* del orden Durvillaeales.

En la actualidad más de un 30% del desembarque proviene del cultivo de *Gracilaria sp.*, conocida vulgarmente como "Pelillo", única alga que es cultivada artificialmente en el país para responder a la demanda de los productores de agar agar; sin embargo, los volúmenes recolectados del stock natural de esta alga son aún mayores a los provenientes de su cultivo artificial. Respecto a los desembarques de las algas sujeto del presente estudio cabe mencionar la existencia de una gran fluctuación en las Laminariales y una tendencia a disminuir en el caso de las Gigartinales; sus causas pueden encontrarse en la intensidad de explotación a que podrían estar sometidas o a fluctuaciones del

mercado. En el caso del género *Porphyra* del orden Bangiales el desembarque que registra es actualmente insignificante.

Los mayores usos de las algas son el consumo humano directo y la preparación de ficocoloides que tienen una variada aplicación en la industria de alimentos, farmacéutica y textil entre otras. La demanda por algas nacionales y por ficocoloides de producción nacional proviene principalmente del exterior. Las exportaciones físicas de algas secas para diferentes usos han pasado de 18.400 ton. en 1987 a 32.300 en 1994. De éstas, sobre el 86% corresponden a algas Laminariales y Gigartinales, con valores que se han elevado desde 4,9 a 15,0 millones de dólares entre ambos años. Por otra parte las exportaciones de ficocoloides nacionales fabricados a partir de estas algas han crecido a una tasa del 29% en los últimos cuatro años, totalizando un valor FOB cercano a los 9,4 millones de dólares en 1994.

Es probable que en el futuro, ante una eventual ampliación del mercado mundial de las algas y de sus productos derivados, este sector nacional no pueda enfrentar demandas mayores con la oferta proveniente de las praderas naturales y deba implementarse técnicas de cultivos para tal objeto. De hecho países asiáticos han incorporado estas técnicas a la producción de algas Laminariales y Gigartinales lo que les ha permitido incrementar y mantener una oferta importante de estas algas. Por lo mismo, tienen una posición dominante en el

mercado mundial lo que debe ser tomado en consideración para el desarrollo de este sector nacional. Con este objeto es conveniente emprender un análisis descriptivo de este mercado.

La tecnología mundial de cultivo empleada en las técnicas productivas de macroalgas, se basan en el ciclo reproductivo que presentan estos vegetales y/o su forma de crecimiento. La consecuencia técnica de esto, es que para compatibilizar una generación haploide gametofítica con una producción sostenida de juveniles, es necesario implementar una fase de todos estos cultivos en ambiente controlado, destinada a favorecer la obtención de juveniles. Estos juveniles, también denominados "semilla", son trasladados al mar alcanzada una determinada talla, comenzando así la fase de crecimiento destinada a obtener una biomasa comercializable.

Los cultivos realizados considerando la forma de crecimiento, se hacen aprovechando la gran tasa de crecimiento vegetativo meristemático que permite obtener una biomasa a partir de trozos de fronda de una macroalga. Con esta técnica de cultivo ha sido desarrollado a escala industrial el único cultivo en Chile con la Rodoficea *Gracilaria* sp., alcanzando niveles de producción como los mencionados anteriormente.

Las otras técnicas, han sido desarrolladas con éxito en otros países, destacando la producción alcanzada en los países asiáticos. Chile, ha desarrollado estas técnicas solo a escala experimental, manejando las variables de estado en laboratorio, destacando muy pocos estudios de ingeniería de sistemas destinados a producir algas en sistemas suspendidos o de fondo en el mar.

Contrastando las realidades aquí expuestas, es que se estima adecuado desarrollar un estudio que considere la Aptitud de Distrito chilena, el Sector Productivo nacional e internacional y el mercado de las algas para proyectar tamaños productivos. Por lo tanto, se ha planteado el siguiente objetivo general en el presente proyecto:

Evaluar la prefactibilidad técnica y económica de un cultivo, mediante el análisis de alternativas de transferencia o adaptación de tecnologías, dirigido a las algas nativas *Lessonia trabeculata*, *Gigartina* sp., *Iridaea* sp. y *Porphyra columbina*.

En relación a lo anteriormente expuesto y a manera de dar respuesta a cabalidad a los requerimientos técnicos y económicos, se han fijado los siguientes objetivos específicos:

1.-Evaluar a nivel de perfil el cultivo comercial de las algas, *Lessonia trabeculata*, *Porphyra columbina*, *Iridaea sp.* y *Gigartina sp.*

2. Describir y evaluar las tecnologías aptas de transferir o adaptar, para cultivar las algas objeto del estudio.

3. Evaluar a nivel de factibilidad técnico económica las alternativas seleccionadas de cultivo comercial para cada una de las algas nativas analizadas en el proyecto.

Para los fines prácticos de uso de los diferentes antecedentes y además para poder comparar valorativamente estos con los resultados obtenidos, se han agrupado las cuatro algas objeto del estudio en los siguientes grupos:

LAMINARIALES: *Lessonia trabeculata*

GIGARTINALES: *Iridaea* sp
 Gigartina sp

BANGIALES *Porphyra columbina*

Dada la temática y objetivos del proyecto, exceptuando a *Porphyra columbina*, el analizar técnicas de cultivo específicas para cada especie es prácticamente imposible, ya que lo licitado correspondía a dos especies y dos géneros, por lo que se optó por analizar aquellas estipuladas y experimentadas con algas similares, que a su vez constituyen o pueden constituir, símiles de importancia económica en el mercado internacional. Por lo tanto, el análisis de los antecedentes comprenderá resultados obtenidos con técnicas de cultivo desarrolladas con las especies citadas al inicio de cada punto tratado a continuación.

1. LAMINARIALES. (*Lessonia trabeculata*, Villouta y Santelices, 1986)

| | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| <i>Lessonia nigrescens</i> | <i>Macrocystis pyrifera</i> |
| <i>Macrocystis integrifolia</i> | <i>Lessonia flavicans</i> |
| <i>Ecklonia cava</i> | <i>Eisenia sp.</i> |
| <i>Laminaria digitata</i> | <i>Laminaria saccharina</i> |
| <i>Laminaria ochroleuca</i> | <i>Laminaria japonica</i> |
| <i>Laminaria angustata</i> | <i>Laminaria longissima</i> |
| <i>Laminaria fragilis</i> | <i>Sacchoriza polyschides</i> |
| <i>Undaria pinnatifida</i> | <i>Alaria fistulosa</i> |

1.1 Antecedentes Biológicos.

El género *Lessonia* se encuentra presente sólo en el Hemisferio Sur, representado en nuestro país por cuatro especies:

Lessonia flavicans, Bory, 1825.

Lessonia vadosa, Searles, 1978.

Lessonia nigrescens, Bory, 1825.

Lessonia trabeculata, Villouta y Santelices, 1986.

L. flavicans y *L. vadosa*, se encuentran repartidas en el extremo sur de Chile desde Canal Trinidad (49°S) hasta el Cabo de Hornos (55°S). Además *L. flavicans* se encuentra en las islas subantárticas. *L. nigrescens* habita desde Arica hasta Cabo de Hornos. (Santelices, 1989).

Lessonia trabeculata es una especie relativamente nueva para Chile ya que su descripción como tal, data de 1986 (Villouta y Santelices, 1986), siendo confundida anteriormente con *Lessonia flavicans* y *L. fuscencens*. Su presencia en nuestro país se encuentra entre Antofagasta y Puerto Montt, formando cordones sobre sustrato rocoso submareal, inmediatamente por debajo del cordón de *L. nigrescens* en áreas expuestas o en frentes protegidos especialmente en canalones con flujos de agua moderados.(Fig.1).

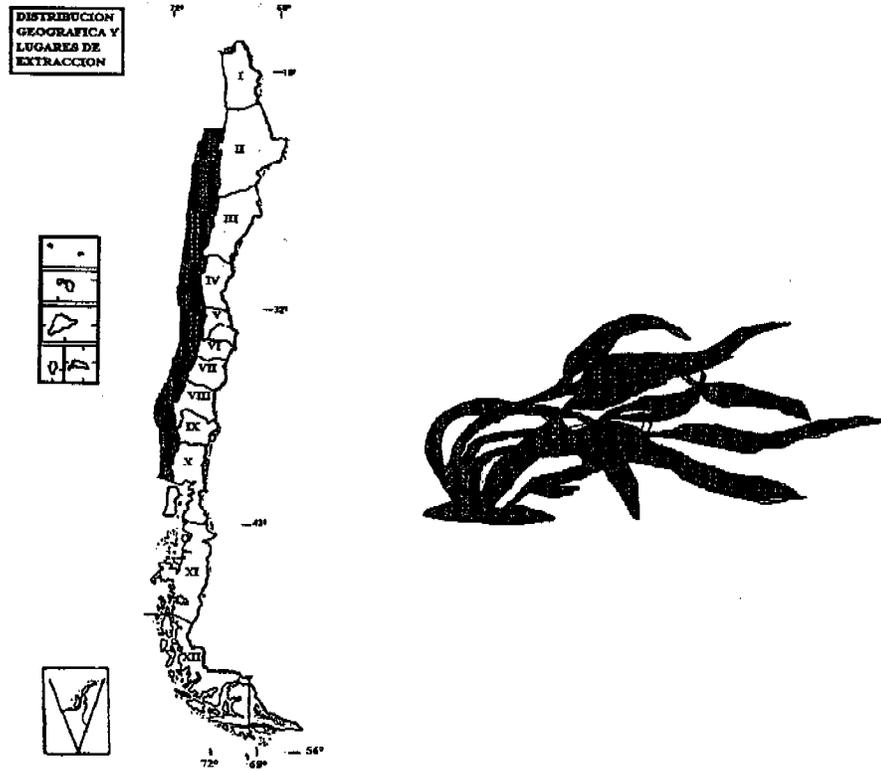


Figura 1 : Distribución geográfica de *Lessonia trabeculata* en las costas de Chile

Morfológicamente es una especie que mide un poco más de 2 m. de longitud, fija al sustrato por un disco aplanado duro conformado por hapterios unidos, del cual emergen estipes en número variable que al aplanarse dan forma a láminas alargadas de márgenes lisos o dentados. La corteza del hábito presenta numerosas cavidades trabeculares con filamentos desordenados. En general, por efectos de su desarrollo, al pasar desde los estados juveniles hasta adulto y por la acción de pastoreadores que coexisten y se alimentan de ella, esta alga muestra una gran variedad morfológica. (Santelices, 1989). (Fig.1)

Su ciclo reproductivo es heteromórfico, desarrollándose igual al de *L. nigrescens* descrito por Olivari (1972, 1974), alternando una fase gametofítica microscópica con otra macroscópica correspondiente a las grandes algas que se observan en el litoral. (Fig.2). Difiere *L. trabeculata* en el hecho que no presenta manchas sorales todo el año como es el caso de *L. nigrescens*, característica que determina un manejo diferente en cualquiera técnica de cultivo que se quiera manipular. Diversos estudios demuestran una variación estacional en la producción de esporas de *L. nigrescens*, con valores máximos entre marzo y julio y una disminución entre agosto y febrero, lo cual determina una aparición de juveniles también estacional con una alta presencia durante agosto que posteriormente empieza a disminuir. (Santelices, 1989).

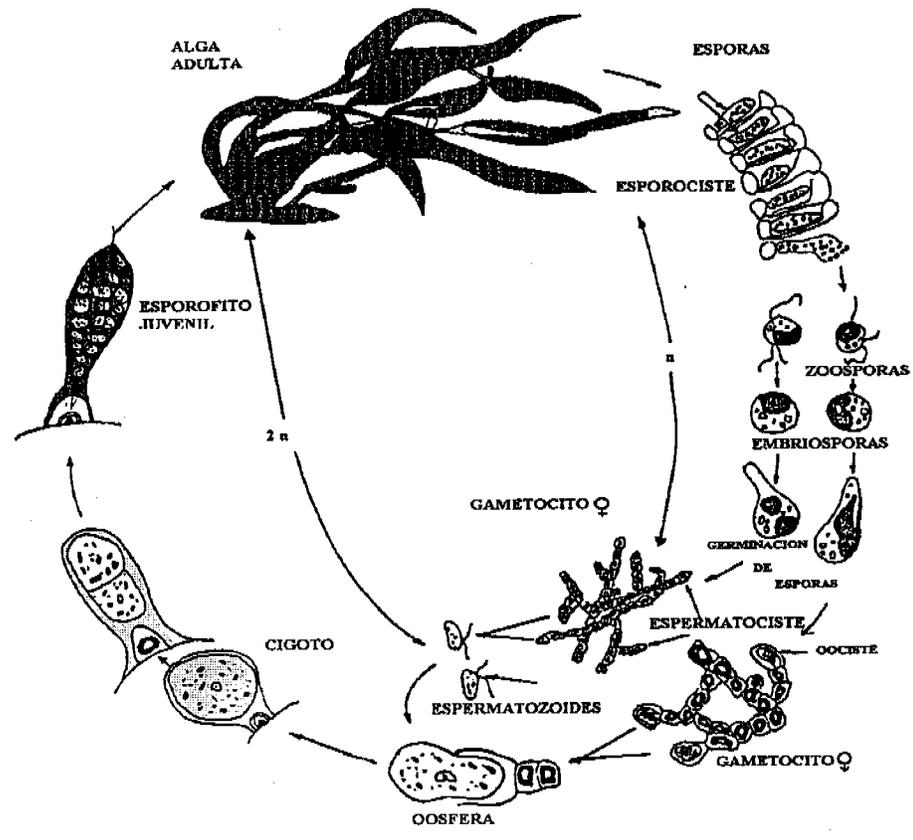


Figura 2: Ciclo de vida de *Lessonia trabeculata*
(Adaptado de Olivari, 1972)

El comportamiento reproductivo en condiciones de ambiente controlado de todas las Laminariales, indica que la producción de juveniles aptos para un repoblamiento o ubicación en sistemas de cultivo, está influenciado por factores ambientales que interactúan, incidiendo en aspectos de la fase microscópica de su ciclo de vida, siguiendo patrones similares a los observados en experiencias de diferentes investigadores con *L. nigrescens.*, (Olivari, 1972, 1974; Hoffman *et al.*, 1984, Avila *et al.* 1985). La obtención y mantenimiento de esporofitos juveniles en ambiente controlado, parece estar fuertemente relacionado a la dinámica y flujo de agua constante (Olivari, 1974). Experiencias que han contemplado experimentaciones en ambiente controlado y natural, realizados con dos poblaciones de *L. trabeculata* expuestas a condiciones mecánicas de agitación de agua diferentes, sugieren una mayor intensidad reproductiva en aquellas expuestas a movimientos de agua mas activos que la observada en la población de hábitat mas protegido. El resultado anterior ha sido inferido de experiencias de fertilización en que se ha medido liberación de zoosporas y su posterior asentamiento en sustrato, embriogénesis y tasas de sobrevivencia de gametofitos. (Edding *et al.* , 1993).

1.2. Antecedentes Técnicos de Cultivo y Manejo.

Como se mencionara anteriormente, los antecedentes técnicos de cultivo para *L. trabeculata*, han sido recopilados en base a aquellos existentes con los géneros de otras Laminariales, debido a la inexistencia de ellas para la especie objeto de este estudio. Por ello se trataran a continuación, antecedentes relacionados principalmente con los géneros *Lessonia*, *Laminaria*, *Macrocystis* y *Alaria*, pertenecientes al Orden Laminariales.

A nivel Hatchery o Ambiente Controlado destacan los resultados obtenidos por diferentes investigadores, quienes manipulando variables de estado que interactúan con factores bióticos, han proporcionado una data que analizada, optimizada y sintetizada puede ser aplicada en términos específicos para el alga objeto de estudio en términos de fertilidad, embriogénesis, producción de juveniles, estados haploides microscópicos, y en general a potenciales reproductivos. Estos resultados tienden todos a permitir una valoración de la cantidad de esporofitos juveniles producidos en las condiciones mencionadas, a su vez que permiten determinar tasas de crecimiento en ambiente controlado de las Laminariales estudiadas. (Anderson y North, 1969; Ávila *et al.*, 1985, 1986; Cosson, 1972, 1978; Cosson y Olivari, 1982; Hoffman y Santelices, 1982; Hoffman *et al.*, 1984; Norton y Burrows, 1969; Olivares, 1986; Olivari, 1972, 1974, 1982; Westermeier *et al.*,

1989). En cultivos experimentales de laboratorio, con clones de *L. nigrescens*, Collantes y Melo (1988), han afinado las manipulaciones biotecnológicas para inducir las células vegetativas a producir callos que sirvan posteriormente para propagar estos tejidos. Estas experiencias destinadas a propagar vegetativamente macroalgas a partir del cultivo de tejidos, han sido refrendadas posteriormente con otras macroalgas Rodofíceas incluyendo además a *Lessonia nigrescens*. (Collantes *et al.* 1990).

Experiencias similares y con el mismo objetivo se han realizado con otras Laminariales internacionalmente. Por ejemplo, con *Undaria pinnatifida*, Kawashima y Tokuda (1993) han desarrollado esta técnica a escala industrial manejando fotoperíodos e intensidad luminosa.

La calidad y cantidad de luz incide en el crecimiento y fertilidad de gametofitos y esporofitos de Laminariales. Según estudios de Matsui *et al.* (1992), alternando la luz blanca con azul o verde, los gametofitos crecen y se ramifican rápidamente llegando a su fertilidad antes que aquellos sometidos a cultivo solamente con luz blanca. Así mismo, la luz roja favorece la permanencia latente de fertilidad e inhibe el crecimiento de esporofitos. Cosson (1978), en experiencias similares con *Laminaria digitata* ha llegado a resultados similares, y además empleando la luz roja ha logrado conservar los gametofitos infértiles

por un prolongado período, los cuales al ser sometidos nuevamente a fotoperíodos normales con luz blanca recuperan su potencial reproductivo, obteniéndose así esporofitos en cualquiera época del año. Trabajos realizados manipulando intensidades de iluminación, han determinado que este parámetro juega un rol importante en la fertilidad de gametofitos, su desarrollo y tiempo de fecundación, como por ejemplo en *Lessonia nigrescens*, (Ávila *et al.* 1985 ; Olivari, 1974), *Laminaria digitata*, *L. saccharina* y *L. ochroleuca*, (Cosson, 1973, 1976 y 1978; Olivari, 1982), o bien en *Laminaria setchellii*, (Dieck, 1991). Similar caso es el que presenta el desarrollo de *Ecklonia kinome* ya que según Tsukidate (1987), la intensidad de luz afecta directamente su desarrollo obteniendo un óptimo con esta alga a los 10.000 lux.

La temperatura es otra variable de estado que incide en el desarrollo de los gametofitos, es así como Egan *et al.* (1989) y Penniman *et al.* (1988), afirman que el crecimiento óptimo de estos para *Laminaria longicruris* se desarrolla entre los 15-20°C, presentando un significativo decremento a temperaturas inferiores a este rango. Para el caso de *Ecklonia kinome*, Tsukidate (1987), obtiene coincidentemente un crecimiento óptimo a los 15°C. Bolton, J. y R. Anderson, (1987) al comparar el crecimiento de *Ecklonia maxima* con *E. biruncinata* detectaron que tanto el crecimiento vegetativo como la reproducción de los gametofitos es similar para ambas especies pero a

un rango de temperatura superior en 2-3°C en *E. biruncinata*. La influencia de esta variable en el crecimiento de *Lessonia abyssalis* presenta la misma tendencia con temperaturas óptimas levemente superiores a las requeridas por *Ecklonia* sp, siendo las primeras del orden de los 18-20°C. (da-Costa-Braga *et al.* 1994).

Respecto a la acción de concentración de nutrientes de medios de cultivos en las fases haploides experimentadas en medio ambiente controlado, se tienen pocas referencias. Estudios de Tsukidate (1987), indican que inciden en el crecimiento de los gametofitos en las diferentes etapas de desarrollo de *Ecklonia kinome* la cual presenta mejor desarrollo entre 0,2 - 200 µM de Nitrógeno y a 0,014 - 1,4 µM de Fósforo.

Las experiencias realizadas en el medio natural con sistemas suspendidos han sido escasas en nuestro país. Badilla (1979), inspirada en tecnología asiática, diseñó y experimentó un sistema suspendido similar al empleado por Japón con *Undaria pinnatifida*, destinado a sustentar *L. nigrescens*. Dicho sistema permitió detectar inicialmente el comportamiento hidrodinámico de materiales sintéticos en el mar y por otra parte estudiar su comportamiento con diferentes alternativas de posicionamiento y anclaje al sustrato en frentes expuestos. Black (1984), instaló esporofitos juveniles de la misma alga en una línea en el mar, cuyos resultados (no publicados) indican que el crecimiento de

esta alga es factible en dichas condiciones. Olivari y Flores (1984), y posteriormente Olivares (1986), trabajando con *L. nigrescens* y *Macrocystis pyrifera* en experiencias de repoblamiento, demostraron la factibilidad de implantar en mar esporofitos juveniles obtenidos en ambiente controlado y por otra parte, realizando liberaciones de zoosporas *in situ*, manipulando su fijación al sustrato en módulos y rocas tratadas, han obtenido buenos resultados de repoblamiento con *L. nigrescens* que permiten estimar una tasa de crecimiento en el medio natural, contrastable a las obtenidas en cultivo artificial.

Actualmente en nuestro país se trabaja en la ingeniería de un sistema que soporte fuerte tracción mecánica (Arratia, 1995). Este sistema destinado a cultivar Laminariales para ser empleadas en la alimentación de abalones y erizos, se encuentra terminado en su diseño y dimensionamiento, encontrándose en construcción para ser posicionado en áreas de concesión de la V Región.

La experiencia internacional contrasta fuertemente con la experiencia chilena, ya que se observan producciones a escala industrial obtenidas en sistemas de cultivo suspendido con diferentes algas Laminariales. En los países asiáticos, la tecnología productiva ha sido centralizada en dos especies, *Laminaria japonica* y *Undaria pinnatifida*, mientras que en países europeos, Francia por ejemplo, el esfuerzo en este mismo sentido ha sido dirigido a *L. digitata* y *U. pinnatifida* a la vez de

experimentar con la obtención de híbridos combinando características de alto crecimiento con adecuado contenido químico. En ambos casos las técnicas productivas son coincidentes en dos aspectos; el primero consistente en la necesidad de producción de semilla o esporofitos juveniles en Ambiente Controlado o Hatchery, para posteriormente implantar los sustratos con algas en sistemas suspendidos en el mar y el segundo aspecto, está basado en el interés de cultivar algas de importancia económica. En la situación japonesa hay que considerar además que la cultura oriental sustenta y motiva un aprovechamiento de los recursos con técnicas productivas acorde a sus necesidades socioeconómicas.

Si bien las prácticas de cultivo en los países asiáticos tienen siglos de antigüedad, sólo en los últimos cincuenta años se han establecido las bases científicas de su desarrollo. La producción artificial y cultivo de *Undaria pinnatifida* fue intentada experimentalmente en Japón hacia fines de 1930, iniciándose los cultivos a escala comercial en 1955 en Miyagi, para posteriormente extenderse a toda la costa japonesa. (Ikenoue y Kafuku, 1992).

El tiempo apropiado para implantar en el mar los esporofitos juveniles obtenidos en Hatchery en relación a la temperatura del agua, es una variable que debe ser considerada en las técnicas de cultivo de Laminariales. Kirihara *et al.* (1993), en trabajos realizados con

Laminaria japonica pronostican como el mejor período de siembra cuando la temperatura del mar no supera los 16°C. Experiencias realizadas por Mairh *et al.* (1991) en Hokkaido, Japón, con la misma alga, indican que después de la introducción en mar en mayo, las algas crecen mas de 2 m. hasta diciembre habiéndose incrementado la temperatura del agua desde los 10°C hasta 23°C en ese período.

En Francia, el cultivo de la misma especie anterior, comienza después que ostricultores descubrieran en sus sistemas de cultivo una alga nueva desconocida hasta entonces en el país, y que sus esporas estaban adheridas a las conchas de ostras importadas desde Japón. A partir de ello, se desarrolló una nueva técnica denominada "Free-living" que permite iniciar el cultivo en cualquiera época del año independiente de las épocas de madurez sexual de los esporofitos y de la temperatura del agua de mar (Perèz, 1991).

En los dos casos anteriores, una vez que las algas son trasladadas al mar, sólo queda esperar de 4 a 5 meses para poder efectuar la cosecha. El tamaño de las algas que se obtenga durante este período, depende de la distancia a que se encuentren estas, obteniéndose algas de mayor talla mientras mayor sea la separación entre estas, recomendándose una distancia de 10 cm entre las plantas (Perèz, 1991).

En China, el cultivo de *Laminaria japonica* se inicia entre fines de agosto y fines de septiembre cuando los stocks de reproductores maduran. La subsecuencia de cultivo de la germinación de las zoosporas continúa por alrededor de 45 días y el proceso completo es finalizado desde mediados de octubre hasta fines de noviembre. En este período, los gametofitos son puestos en estanques de cultivo con equipos de control de temperatura de agua, luz, nutrientes y otras condiciones. Posteriormente, cuando la temperatura del agua de mar cae bajo los 18°C, los esporofitos son trasladados al mar para complementar su desarrollo en sistemas de cultivo suspendido. (Kawashima, 1993).

Dado el nivel de producción alcanzado en Japón con el recurso algas, el Ministerio de Agricultura, Forestación y Pesquerías ha desarrollado un plan de manejo de los cultivos de estas macroalgas, que en el caso de las Laminariales atendiendo a las consideraciones técnicas enunciadas anteriormente, los hatchery deben entregar a los pescadores bastidores triangulares contruidos en P.V.C., conteniendo la semilla (esporofitos juveniles) que han sido obtenidas adpersándolas o por fijación pasiva a cabos nylon que sirven de sustrato primario (Kida, 1990).

La tecnología de los sistemas empleados en mar por los países asiáticos en cuanto a su diseño, es coincidente en lo que respecta a la base de sustentación de la semilla obtenida en Hatchery. Estos consisten en una

estructura rígida de material boyante unidas por un cabo de material sintético y anclada en ambos extremos. El sistema de flotación en algunos casos consiste en una vara de bambú, o una varilla de P.V.C, unida con un cabo en la misma dirección o bien perpendicularmente. En este último caso, se obtiene una línea doble que sustenta en forma suspendida a las algas. Existe también la variante de suspender el sustrato de fijación perpendicular a la superficie del agua. Estos sistemas han sido utilizados indistintamente con *Laminaria japonica*, *Undaria pinnatifida*, *U. undarioides* y *U. petersenania*. (Kawashima, 1993; Ohno y Matsuoka, 1993). En cuanto a la profundidad en que son ubicadas las algas en estos sistemas, esta es dependiente de la variaciones estacionales de intensidad de radiación solar y de la concentración de nutrientes en las capas superficiales. En cuanto al dimensionamiento de estos sistemas, en la literatura se encuentran más que nada sus longitudes, pero no así el cálculo de ingeniería de anclaje y boyantes frente a determinadas condiciones de oleaje, corrientes y mareas. (Fig.3)

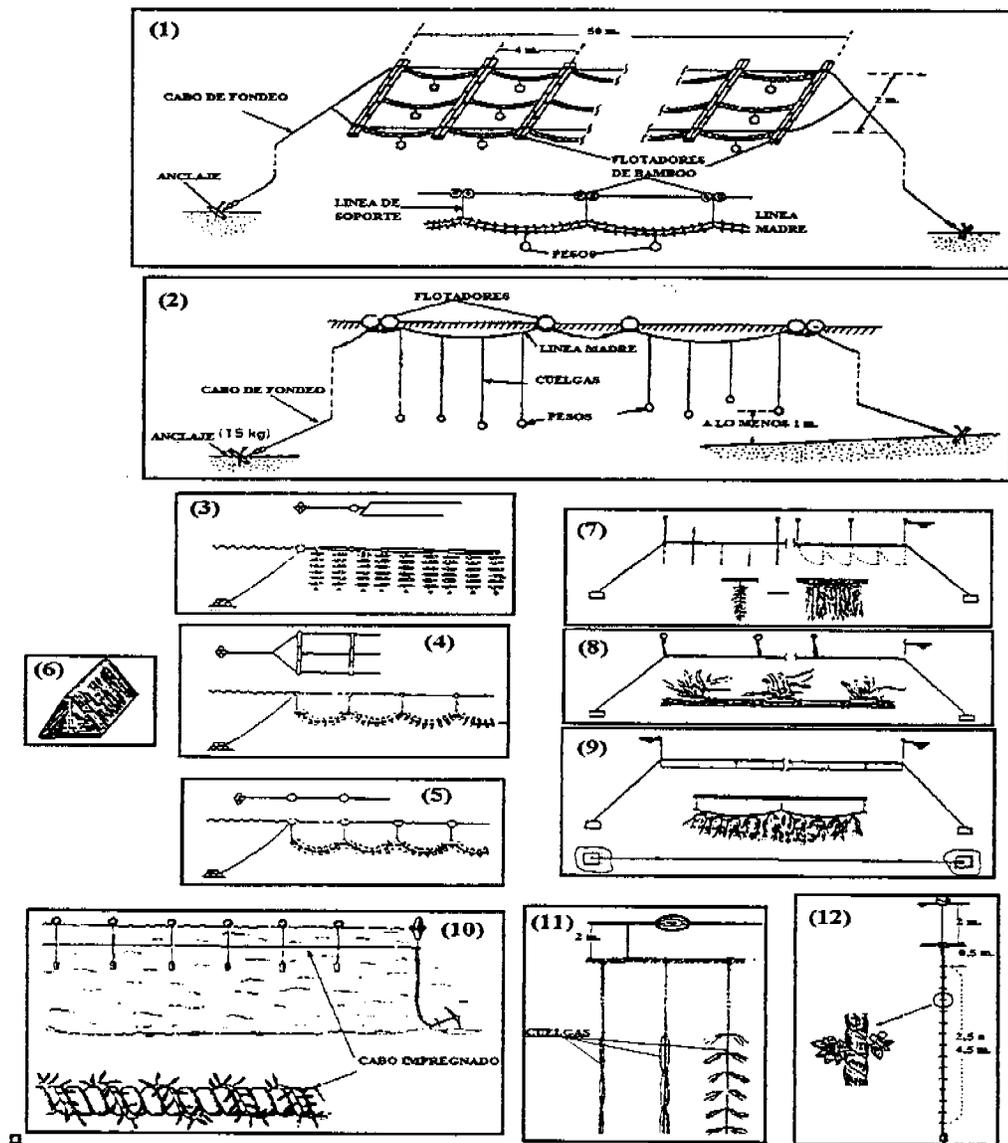


Figura 3: Sistemas de cultivo de Laminariales descritos por diferentes autores, utilizados en los principales países productores asiáticos.

En lo referente a la técnica de cultivo en ambiente controlado o hatchery para obtener semilla, con las mismas algas anteriores en los países ya mencionados, esta consiste fundamentalmente en el control de crecimiento y maduración de esporofitos a través de su ciclo de vida completo, manejando variables de ambiente controlado, especialmente condiciones de fotoperíodo, temperatura, aireación y flujo de agua. (Kawashima, 1993; Ohno y Matsuoka, 1993).

Francia aparece en Europa como el país que concentra la actividad cultivadora en algas Laminariales, debido posiblemente a que gran parte de su economía en recursos marinos algales se basa en la producción de espesantes y gomas a partir de *Laminaria digitata*. La aplicación de la técnica realizada por Perèz *et al.* (1991) con *Undaria* citada anteriormente, es la consecuencia de experimentaciones anteriores realizadas con *Laminaria digitata* (Perèz 1969, 1972) y con motivo de la introducción en Francia de la Laminarial chilena *Macrocystis pyrifera* en la costa de Roscoff (Braud *et al.*, 1974). Esta introducción fue exitosa y se realizó a partir de gametofitos obtenidos en nuestro país, ubicándose posteriormente esporofitos juveniles en los sustratos rocosos franceses, llegando a crecer hasta individuos de gran talla en ese medio natural. Estas algas fueron levantadas por razones técnico-políticas gestionadas por Greenpeace el año 1975.

El objetivo de la introducción de dicha alga era tener en la ribera francesa una especie de alta tasa de crecimiento, que reemplazara a *L. digitata* que es de menor tasa de crecimiento y alcanza una talla bastante inferior a *Macrocystis*. El resultado negativo a causa de aquella contingencia política, ajeno a lo exitoso de la técnica, motivó el ensayar combinaciones de características genéticas entre algas francesas como *Sacchoriza polyschides*, *Laminaria saccharina* y *L. ochroleuca*, Laminariales de alta tasa de crecimiento, con *L. digitata*. Así, Cosson y Olivari (1981) y Olivari (1982) como resultado de la obtención de esos híbridos, implantaron con éxito esporofitos viables obtenidos en laboratorio en el sustrato rocoso de Ville Franche sur Mer en el Canal de la Mancha, Normandía, empleando para ello un sistema de cultivo de fondo. Aparte de lo exitoso del sistema diseñado valorado en términos de condiciones de resistencia mecánica a la acción del oleaje, la técnica puso en evidencia la alternativa de obtener híbridos de estas Laminariales y por otro lado a raíz de las comprobaciones experimentales inherentes a la experiencia que fue necesario realizar, se supone la existencia de especies en la naturaleza que se han estabilizado a través de este mecanismo reproductivo, y que al ser cultivadas como cultivo monoespecífico se obtienen algas de la misma especie y de aquellas que podrían ser parentales como fue el caso de "Laminaria digitata à stipe bifide".

Olivari y Flores (1985), han sugerido que *Lessonia trabeculata* sea un caso como el descrito, ya que experiencias preliminares han demostrado que en los primeros estados de desarrollo los esporofitos asemejan a *Lessonia nigrescens*, *L. trabeculata* y *Macrocystis sp.* en la proporción de 1:2:1. Análisis químicos de *L. trabeculata* demuestran que su contenido y calidad del ácido algínico presentan valores intermedios al ser comparados con los contenidos de sus supuestos parentales. (Marchesse, 1985). También, al revisar la fenotipia de las tres algas, es posible detectar en fronda y disco adhesivo de *L. trabeculata* características combinadas de *L. nigrescens* y *M. integrifolia*. Esta teoría podría ser respaldada por el comportamiento expansivo del alga objeto de este estudio, detectado por Camus *et al.* (1991), en el intermareal norte de Chile.

Las experiencias de hibridaciones en Laminariales ponen a su vez en evidencia la obtención de esporofitos haploides partenogenéticos, los cuales aparte de presentar anomalías morfológicas conservan sus características de contenidos químicos. Estudios dirigidos a aprovechar la biomasa de estos ejemplares han permitido diseñar técnicas productivas adecuadas a favorecer las obtenciones de biomasa con estas características. (Cosson y Olivari, 1981). Experiencias en este sentido han sido realizadas por Lewis *et al.* (1991), obteniendo de gametofitos hembras varias generaciones de esporofitos de *Laminaria japonica* con aspecto diferente a los esporofitos diploides y de menor

talla medidos por el transcurso de al menos 8 años, permitiendo así esta comparación con los esporofitos de ciclo de vida normal.

Análisis de los contenidos químicos específicos de *L. trabeculata* como el mencionado anteriormente, prácticamente no existen, por lo cual aquella referencia es importante considerarla ya que incide en las transacciones comerciales. Sin embargo, el contenido de ácido algínico del alga se supone que está afectada por las mismas variables que en todas las otras Laminariales.

Honya *et al.* (1993), en *Laminaria japonica* indican que la calidad y concentración del ácido algínico varía levemente entre Marzo y Octubre en las praderas de Hokkaido, Japón, pero que se incrementa hacia fines del verano. Resultados similares han sido observados por investigadores chinos con *Laminaria* sp. utilizando análisis de espectros de acción luminosa infrarroja (Zheng *et al.* 1992). La concentración de nutrientes en relación a la estación anual aparenta ser otra variable que afecta la composición y estructura del alginato de las Laminariales, ya que en experiencias realizadas con *Laminaria saccharina* en sistemas de ambiente controlado con agua de mar circulante, se ha obtenido valores diferentes para los períodos mayo-julio y septiembre-diciembre a concentraciones diferentes de nitratos y fosfatos (Indergaard *et al.* 1990). Con *Laminaria digitata* persiguiendo el mismo objetivo se había detectado la misma relación y

variación (Indergaard y Skjaak, 1987). Análisis preliminares efectuados con *Macrocystis pyrifera* de nuestro país, detectan resultados similares al anterior, observándose variaciones entre el 13 y 21%. Este mismo estudio relaciona sus resultados a las concentraciones de ácido algínico de praderas del hemisferio norte, contrastando los valores mínimos y máximos que son diferentes a los obtenidos en Chile para la misma alga (Etcheverry y López, 1982).

Actualmente en Chile, se realizan análisis de contenido de ácido algínico de *Lessonia trabeculata* y *L. nigrescens*, en cuanto a su variación estacional y calidad, destinados a recomendar lugares de extracción para ser procesadas en una planta elaboradora de alginatos. Resultados preliminares indican un mayor contenido y calidad de gel de *L. trabeculata* que algunas Laminariales, pero menor que *L. nigrescens*. (Olivari y Paredes, 1995).

La interacción de diferentes variables incidentes en los contenidos de ácido algínico y alginato de diferentes algas Laminariales, así como en *Ascophyllum nodosum* y *Macrocystis pyrifera* y su incidencia en los procesos de extracción a escalas de laboratorio e industrial, confirman los resultados indicados anteriormente y sugieren puntos críticos de evaluación en las consideraciones que deberán ser realizadas para proyectar los cultivos de las algas Laminariales (Trono, 1988).

2. GIGARTINALES. (*Gigartina sp.* *Iridaea sp.*)

| | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| <i>Gigartina chamissoi</i> | <i>Chondrus canaliculatus</i> |
| <i>Mastocarpus papillatus</i> | <i>Chondrus crispus</i> |
| <i>Callophylis variegatus</i> | <i>Gigartina skottsbergii</i> |
| <i>Gigartina radula</i> | <i>Euchema cottonii</i> |
| <i>Euchema spinosum</i> | <i>Gigartina canaliculata</i> |
| <i>Gigartina pectinata</i> | <i>Euchema uncinatum</i> |
| <i>Gigartina teedii</i> | |
| | |
| <i>Iridaea ciliata</i> | <i>Iridaea laminarioides</i> |
| <i>Iridaea capensis</i> | <i>Iridaea obovata</i> |

2.1 Antecedentes Biológicos.-

Los géneros *Iridaea* (Bory, 1826) y *Gigartina* (Stackhouse, 1809), pertenecen a la familia Gigartinaceae (Hauck, 1885; Kylin, 1932), Orden Gigartinales. Estas algas Rodophyta son explotadas comercialmente por su alto contenido en carragenano, ficocolide de amplia aplicación en la industria (Etcheverry, 1986). En nuestro país destacan las siguientes especies por sus volúmenes de explotación en relación al aprovechamiento industrial mencionado (Fig.4).

Gigartina chamissoi, J Agardh, 1842.

Gigartina skottsbergii, Setchel y Gardner, 1936.

Iridaea ciliata, Kutzing, 1849.

Iridaea laminarioides, Bory, 1827-1829.

Gigartina chamissoi, es una especie de mucha variabilidad morfológica que habita nuestro litoral desde la zona intermareal hasta alrededor de los 15 m. de profundidad, siempre en zonas protegidas del oleaje. Su talla máxima observada son 50 cm. en ejemplares adultos, de coloración roja en diversas tonalidades con un patrón de ramificación generalmente subdicotómico. Su fronda está compuesta de láminas angostas y sus márgenes presentan proliferaciones aguzadas semejando dientes o espinas. Su distribución está dada para todo Chile y Perú, encontrándose mayormente concentrada entre Chiloé e Iquique (Santelices, 1989).

Gigartina skottsbergii, al contrario de la anterior, está constituida por una sola lámina ancha, gruesa y áspera al tacto, de forma orbicular, creciendo acostada en el sustrato y fijada a éste por prolongaciones rizoidales gruesas de mas de 1 cm de largo. Su talla es de aproximadamente 50 cm de alto con una ancho promedio de 30 cm. En los organismos adultos, la fronda en su cara superior presenta formaciones globosas verrugosas. Es de ambientes protegidos habitando siempre lugares de sustratos duros cubierto de agua. Se

encuentra distribuida en Chile entre Valdivia y Cabo de Hornos. (Santelices, 1989).

Iridaea ciliata, igual que la anterior presenta una gran lámina orbicular y raramente otras menores, lisas, con pequeñas proliferaciones en la base semejantes a cilios y se fija al sustrato rocoso por medio de un pequeño disco. Estas proliferaciones aparecen incluso en los ejemplares juveniles lo que permite su identificación y distinción de *G. skottsbergii*. En la lámina muchas veces se presentan perforaciones y se distinguen en ella cistocarpos y soros irregularmente repartidos. Su coloración roja se combina con variantes púrpura, pardo y verdosa. Se encuentra distribuida en Chile entre Valparaíso y Tierra del Fuego. (Santelices, 1989).

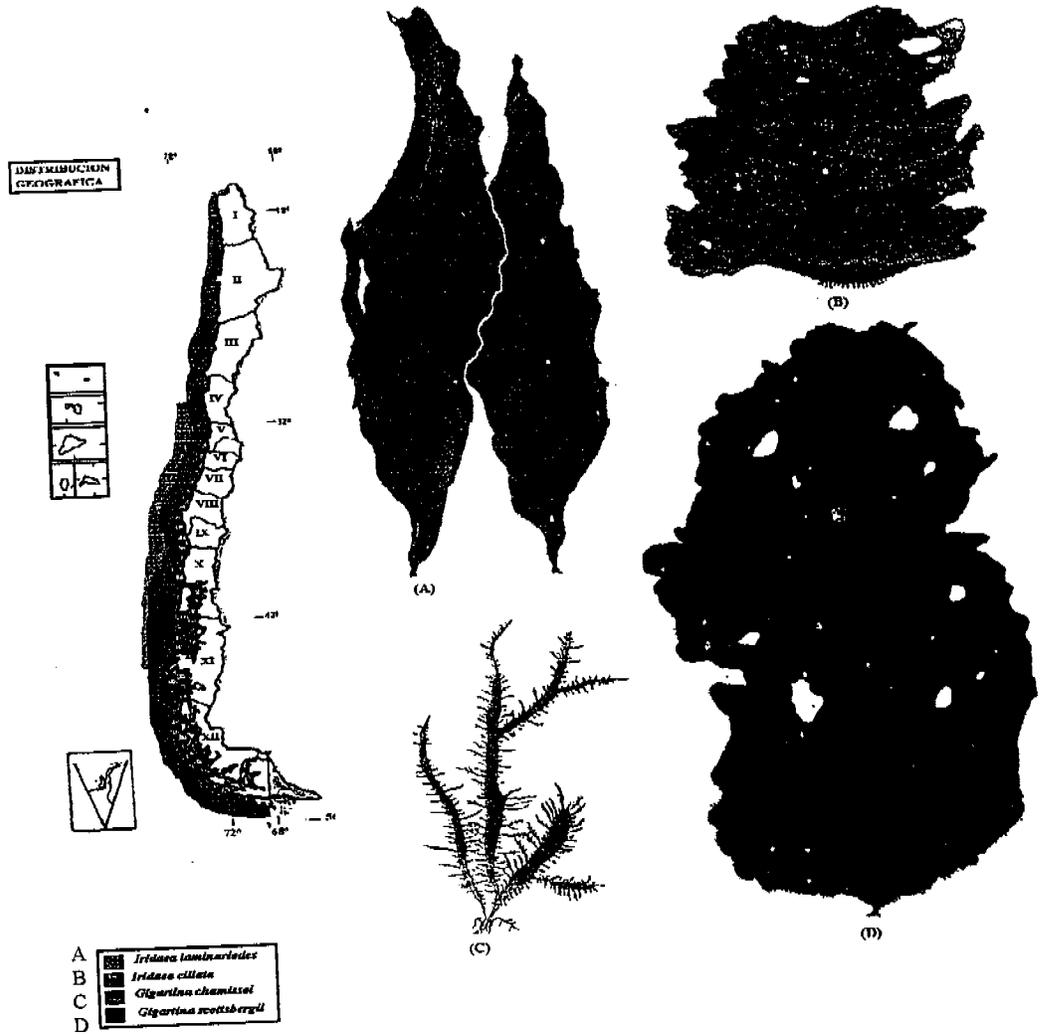


Figura 4 : Distribución geográfica de las Gigartinales explotables comercialmente en Chile

Iridaea laminarioides, a diferencia de las anteriores, habita la zona intermareal de frente expuesto y semiexpuesto al oleaje. La fronda esta formada por una o varias láminas lanceoladas que parten de un disco adhesivo de forma irregular, siendo casi cilíndricas acanaladas en la base para después desenvolverse y ensancharse en láminas de talla variable, alcanzando las mas grandes 30 cm. de alto por 5 cm. de ancho. El color de esta rodoficea es muy variable, presentando una coloración café-verde oliváceo en las algas mas expuestas a la radiación y rojo-pardo en las que permanecen mas cubiertas de agua. Se encuentra distribuida en Chile desde Coquimbo al sur (Santelices, 1989).

El ciclo reproductivo de las Gigartinales es alternante isomórfico, alternando un esporofito con gametofitos diferenciados genéticamente en machos y hembras de fenotipia prácticamente idéntica y de talla similar, entre ellos y con respecto al esporofito, lo que hace difícil su diferenciación en las praderas naturales.

En las Gigartinaceae, tal como en los géneros *Iridaea* y *Gigartina*, existe una rama carpogonial con tres células que nacen sobre una célula soporte que funciona como generativa auxiliar. Después de la fertilización las células hembras que rodean la auxiliar producen un filamento corto formando así un tejido relativamente compacto, dividiéndose sucesivamente varias veces y por lo tanto envolviendo la

célula auxiliar, lo cual origina un levantamiento en la superficie de la fronda distinguiéndose así los carposporangios de los cistocarpos ya que estos últimos se encuentran insertos por debajo de la superficie de la lámina. Por lo tanto, los gametofitos machos forman los espermatangios en la capa mas externa de la corteza naciendo de él espermacios y de los soros tetrasporangiales nacen tetrasporas cruzadas (Goddard, 1990) (Fig.5).

2.2 Antecedentes Técnicos de Cultivo y Manejo.

Existen factores abióticos que limitan la producción de algas como son la latitud, temperatura, luz, movimientos de agua y nutrientes. Cada uno de estos factores presentan rangos óptimos y que accionando combinadamente inciden en el éxito del cultivo de cada especie en particular (Kautsky, 1990).

La germinación de las esporas esta relacionada con la distribución vertical de las algas en el litoral, tal como en *Iridaea laminarioides* y *Gigartina chamissoi* que germinan luego de algunos días de estar expuestas a la desecación (Aste y Alveal, 1988).

La luz en combinación con la concentración de nutrientes del medio es un factor limitante para el crecimiento de *Euchema spinosum* en invierno. La adición de nutrientes en primavera-verano parece ser mas

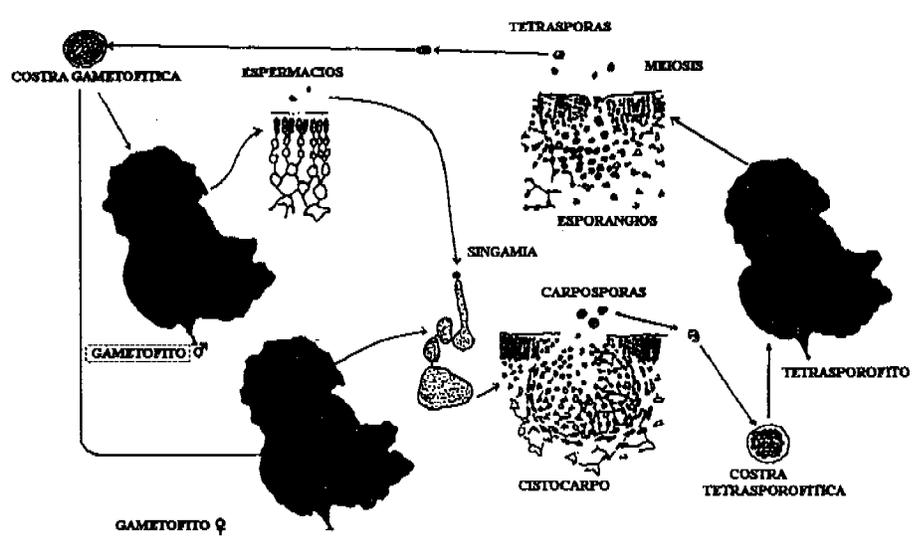


Figura 5: Ciclo de vida de *Iridaea sp.* (De Goddard, 1990)

efectiva nitrato entregada. Menores concentraciones de este nutriente llevan a obtener un bajo crecimiento (Zertuche *et al.*, 1988). Mediciones efectuadas en las praderas naturales, han demostrado la influencia directa de la luminosidad en la biomasa de macroalgas existente, la cual aumenta significativamente en las épocas de mayor intensidad luminosa (Bolton y Joska, 1993).

El ficocoloide característico de las Gigartinaceae es el carragenano. Este gel presenta variaciones de concentración en algas de la misma especie que se deberían a diversas razones. Una de ellas podría ser las diferentes concentraciones de nitrógeno del medio, presentando un mayor contenido las algas sometidas a fertilizaciones inferiores al 49% de este nutriente. A su vez también se observa una influencia directa en el crecimiento, siendo este mayor en cultivos fertilizados al 5,5 % diariamente (González *et al.*, 1992).

En nuestro país las técnicas de cultivo han estado centralizadas en experiencias de laboratorio, dirigidas a determinar fundamentalmente el ciclo de vida y obtención de esporofitos juveniles (Kim, 1976), en especial con *Iridaea ciliata* (Collantes *et al.*, 1987) y como manejar producciones a partir de discos basales en situaciones de ambiente controlado (Poblete y Lafón, 1987). También con *I. ciliata*, Poblete *et al.* (1985), han demostrado su viabilidad de manejo manipulando variables abióticas, evaluando su tasa de reproducción y crecimiento.

En el medio natural, los estudios se han centrado en investigar la estrategia de colonización de praderas, tal como con *I. ciliata* de la cual se ha obtenido éxito en la captación de esporas ubicando colectores artificiales (Romo *et al.*, 1985). Por otra parte, prospecciones necesarias para implementar secuencias de repoblamiento y cultivo, ya han sido realizadas con *Gigartina chamissoi* en IV y VI regiones (Olivari *et al.*, 1994).

A escala industrial, internacionalmente existen sistemas de producción con las macroalgas objeto de este estudio, empleándose sistemas de fondo o suspendidos consistentes en redes o módulos de P.V.C., (Munford y Waaland, 1985). Estos autores han experimentado con éxito redes suspendidas a superficie y cerca del fondo, previamente impregnadas en Hatchery con esporofitos juveniles de *Iridaea cordata* y *Gigartina exasperata*.

En Filipinas y China con diversas especies del Género *Euchema* se producen a escala artesanal e industrial cantidades considerables de biomasa, con técnicas como las mencionadas anteriormente. La técnica de fondo consiste en estacas de fierro empotradas al sustrato y distanciadas cada 10 m., unidas por un cabo nylon donde se atan láminas de alga cada 10 cm. Cada monolínea es posicionada a 1 m. de distancia una de otra. Los sistemas suspendidos son boyantes gracias a varas de bambú o P.V.C., y flotadores. El sistema de anclaje es

tradicional y se une al sistema mediante un orinque de material sintético, nylon generalmente. La semilla necesaria para ser fijada en los monofilamentos, es obtenida de esporofitos que son manejados en ambiente controlado favoreciendo deshidrataciones que al ser rehidratados se rompen los soros liberando así las tetrasporas (Trono, 1993).

Los resultados empleando las técnicas y sistemas mencionados, han permitido obtener relaciones de tasas de crecimiento diaria en aquellas condiciones, con algas tales como *Euchema spinosum* y *E. striatum* (Lim y Porse, 1981), y con *E. serra* (Tseng y Yong, 1984). Estas tasas de crecimiento observadas en medios donde la temperatura es fluctuante (Ohmi y Shimura, 1981; Tseng y Yong, 1984) pueden permitir realizar comparaciones con otras observadas en algas objeto del presente estudio.

Las bases biológicas para el manejo de praderas de *Iridaea* en Chile parecen estar centradas en la acción de factores de incremento de biomasa a causa del desarrollo de estructuras reproductoras, a la remoción de algas viejas por acción del oleaje lo cual produce una disminución de biomasa y a la desecación combinada con la intensidad de radiación, altas temperaturas y desecación en la estación estival, produciéndose consecuentemente una reducción de biomasa hacia fines del verano. Este comportamiento permite detectar poblaciones de

algas pequeñas en otoño y su crecimiento en invierno en conjunto con plantas viejas (Santelices, 1989). Esto ha sido comprobado con *Iridaea laminarioides* detectándose además un favorecimiento de los valores de cobertura al coexistir con otras especies de macroalgas. Si bien se ha demostrado la factibilidad de producir estas macroalgas a partir de esporas, la producción de biomasa en estas condiciones es mas lenta que a partir de la regeneración de los discos, obteniéndose valores de longevidad que permiten pronosticar edades de permanencia en el sustrato (Hannach y Santelices, 1985). Estos comportamientos observados en *Iridaea* alientan la idea de implementar en el manejo de praderas una poda selectiva que permita una máxima producción. (Norambuena y Santelices, 1987).

Directamente relacionado con una producción en cultivo de las algas *Gigartina* e *Iridaea*, será necesario manejar en la producción el hecho de la existencia del ciclo alternante de generaciones, ya que experiencias en el medio natural demuestran que los gametofitos producen carragenanos kappa y los esporofitos ficocoloide tipo lambda, ambos de usos y aplicaciones diferentes, y que, al ser cosechados en conjunto, la industria procesadora debe invertir recursos en la separación (Santelices, 1989). En las praderas naturales se ha observado que tanto en *I. laminarioides* e *I. ciliata* la presencia de gametofitos son mas abundantes que los esporofitos en el intermareal y submareal respectivamente (Hannach y Santelices, 1985;

Santelices y Norambuena, 1987; Poblete *et al.*, 1985). Sin embargo, Westermeier *et al.* (1987), no han encontrado claramente esta diferencia proporcional en tipo y cantidad de hábitos adultos en praderas de *I. laminarioides*.

Estudios más recientes realizados con *I. ciliata* en la X región, han permitido detectar variables y sus rangos que afectan la liberación, viabilidad y sustratos de asentamiento de esporas, como también proyectar normas de manejo y cultivo en base a observaciones *in situ* efectuadas en las praderas, especialmente relacionadas con densidad y reclutamiento (Ávila *et al.*, 1994).

Estudios, experimentaciones y sus resultados como los anteriores son los que permiten proyectar y sentar las bases para diseñar y dimensionar sistemas de cultivo para nuestro país, con sus respectivas secuencias de producción (Fig.6).

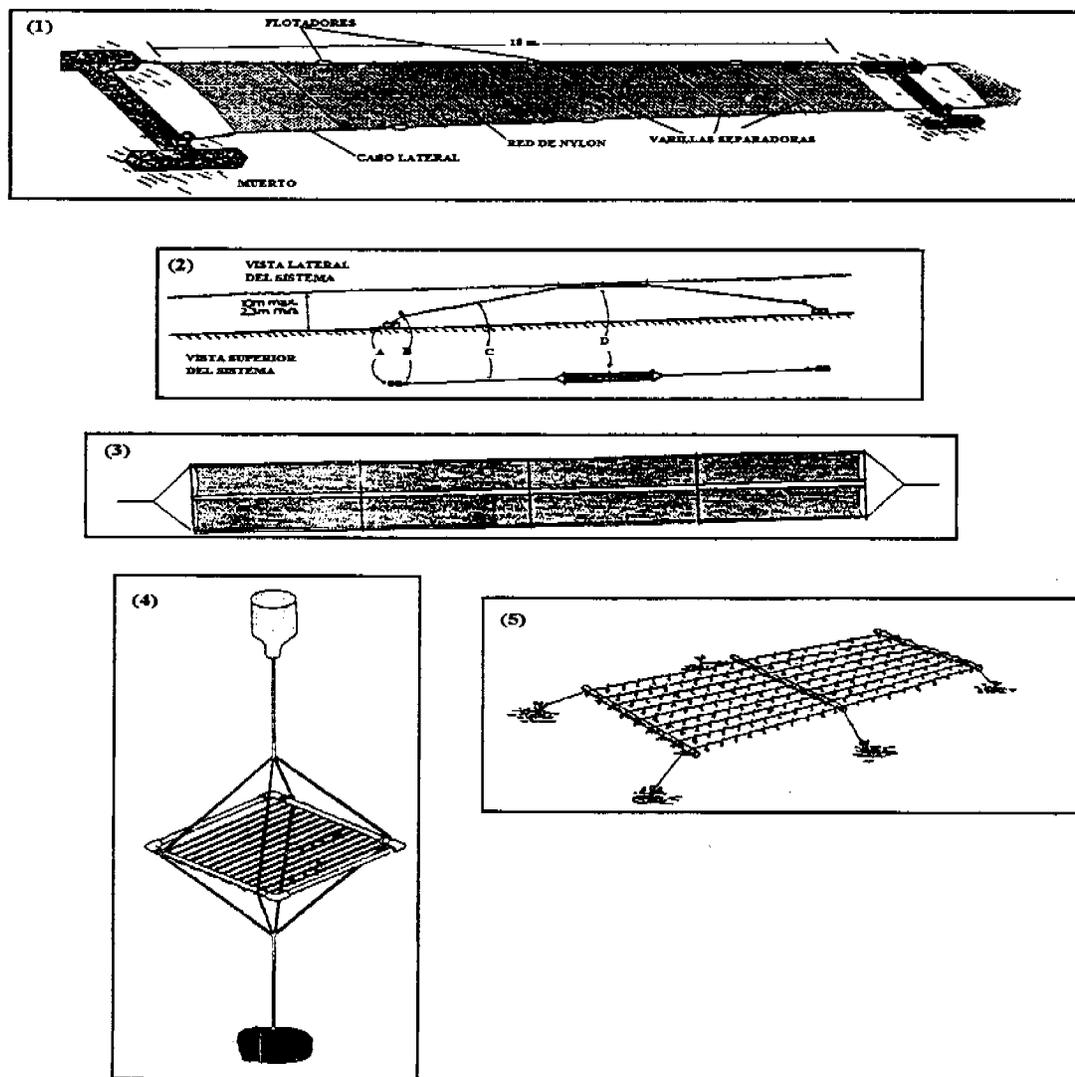


Figura 6 : Sistemas de cultivo para Gigartinales empleados internacionalmente descritos por diferentes autores

3. BANGIALES. *Porphyra columbina*, Montagne, 1845.

En Chile las experiencias dirigidas a manejar y cultivar *Porphyra columbina* difieren a las anteriores en cuanto a especificidad, profundidad de los estudios y aplicaciones de los resultados. Por lo tanto, las bases biológicas y técnicas de manejo y cultivo, serán consideradas en esta parte centralizadas en la especie objeto del estudio, analizando aquellos resultados con el género obtenidas en experiencias extranjeras, especialmente cuando se trate de aspectos sensibles a la contingencia de transferencia tecnológica.

3.1 Antecedentes Biológicos.-

Porphyra columbina es una especie común de la costa de Chile entre Iquique y Cabo de Hornos, pero mayormente concentrada entre Bahía Choros (al norte de Coquimbo) y la isla grande de Chiloé, habitando a manchones el nivel alto de los sustratos duros del intermareal. Es de forma laminar oblonga o lanceolada alcanzando tallas de alrededor 10 cm. y coloración rojo-púrpura con alternadas variaciones desde el amarillo al verde oliváceo.

Su fronda está constituida por solo una corrida de células grandes (60-100 μm), otorgándole esto una extremada delgadez que permite su consumo en estado fresco, comercializándose con el nombre de "luche" (Santelices, 1989). (Fig. 7).

Como todas las especies del género, su ciclo de vida es heteromórfico, alternando una fase foliosa laminar con otra filamentosa denominada *Conchocelis* por habitar generalmente las conchas de moluscos. En los conchosporangios de esta fase se forman conchosporas que al fijarse a un sustrato duro germinan y por sucesivas divisiones establecen un talo folioso laminar. La fase Porphyra posee gametos diferentes machos y hembras, que al producirse la fertilización liberan carposporas que crecen fijas al sustrato originando filamentos que pueden presentar fragmentaciones vegetativas o fertilización a través de monosporas (Santelices, 1989) (Fig.8).

Esta modalidad de ciclo reproductivo alternante, determina la presencia estacional de *P. columbina* en el sustrato, verificándose su presencia abundante y de mayor talla entre otoño y mediados de primavera, entrando posteriormente en etapa senescente hasta su desaparición prácticamente total en verano en Chile central (Matamala *et al.*, 1985; Venegas, 1989).

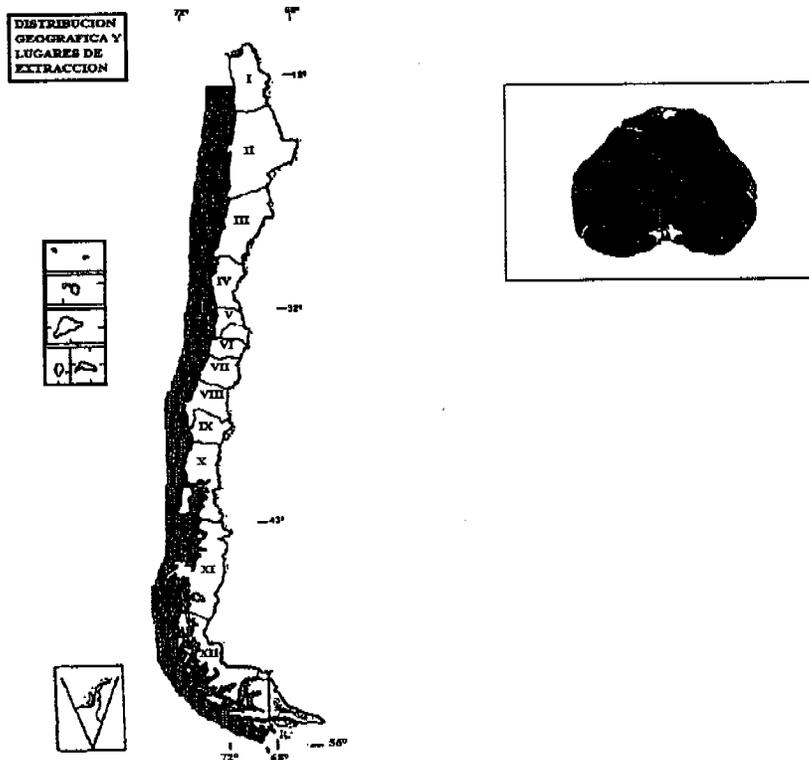


Figura 7 : Distribución de *Porphyra columbina* en las costas de Chile.

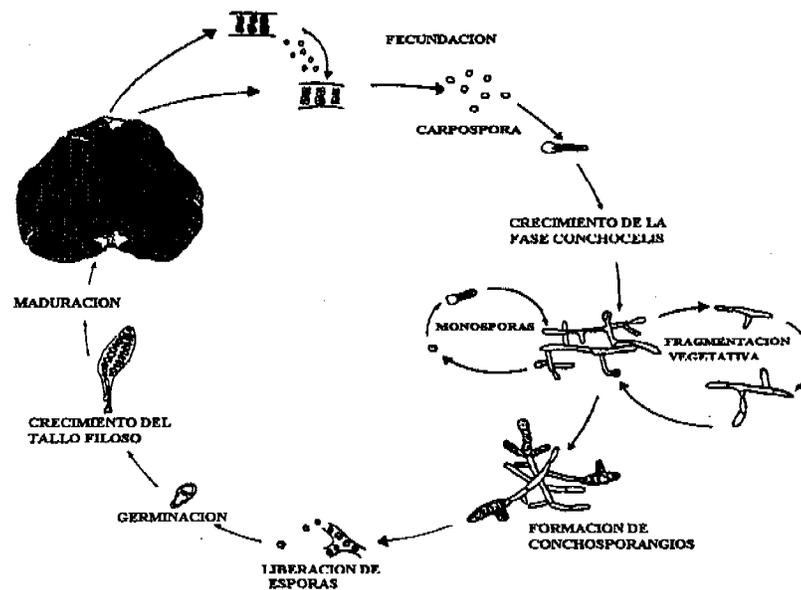


Figura 8 : Ciclo de vida de *Porphyra columbina* obtenido en ambiente controlado (De Santelices, 1989)

3.2 Antecedentes de Cultivo y Manejo.

Por lo expuesto en los antecedentes biológicos queda claro que el cultivo de todas las especies de *Porphyra* requiere conocer y manejar el ciclo de vida de la especie, controlando las diferentes fases de desarrollo. Inicialmente Candia *et al.* (1978), describió la existencia de conchosporas en *P.columbina*. Ávila *et al.* (1986), completaron el ciclo de vida de la especie y determinaron los factores que participan en el crecimiento y fertilidad de las etapas de su desarrollo. Las investigaciones anteriores, entre otras, han demostrado que son variables importantes en el manejo y cultivo, la irradiación, fotoperíodo y temperatura..

También se tiene claro que la fase *Conchocelis* se propaga por fragmentación vegetativa o monosporas en fotoperíodos y rangos de temperatura diferentes. A su vez, la formación de esporangios ocurre bajo condiciones diferentes de las variables mencionadas, generalmente a temperaturas más bajas (10°C) y fotoperíodos cortos (8:12 horas). La liberación de conchosporas tiene lugar bajo estas mismas condiciones, pero la diferenciación de gametos de las frondas se obtiene a 15°C y fotoperíodo 16:8 horas. Por lo tanto, dadas estas exigencias aparece como estrictamente necesario realizar estas fases del cultivo en condiciones de Hatchery, si quiere obtener una producción a gran escala.

Otro factor importante en la producción es mantener un sustrato adecuado para la fijación y desarrollo de *Conchocelis* la cual se desarrolla de preferencia bajo la capa superficial de conchas de moluscos dando a la concha una coloración rojiza (Santelices, 1989). Este comportamiento es importante ya que permite la eliminación de otras especies que se fijan a estos mismos sustratos, por simple roce mecánico forzado.

Diversas caparazones de moluscos han sido experimentadas como sustratos de fijación para *Conchocelis*. Seguel y Santelices (1987), han utilizado *Protothaca taca*, *Mesodesma donacium*, *Aulacomya ater*, *Concholepas concholepas* y *Ostrea japonica* encontrando que si bien la fijación y crecimiento se ejerce sobre todas ellas, la permanencia depende de la erosión que sufra la concha, siendo las mas efectivas las conchas de loco y ostra. Observaciones *in situ* y experimentaciones de laboratorio de Matamala *et. al.* (1985) sugieren que la abundancia de *Conchocelis* en el medio natural dependería del tiempo de permanencia del sustrato calcáreo en la zona intermareal, mientras que las fijaciones experimentadas en *Argopecten purpuratus*, *Ostrea chilensis* y *Tagelus dombeii*, demuestran ser igualmente aptos frente a equivalentes ofertas de esporas.

En el medio natural han sido experimentados colectores de semilla de *P. columbina*, para lo cual han sido diseñados ingenierilmente sistemas colectores y posicionados a diferentes alturas con respecto a las mareas y en relación al grado de exposición al oleaje. Los sustratos colectores empleados consistieron en redes sardineras y anchoveteras, conchas de *Argopecten purpuratus* y *Ostrea chilensis*, y bloques de cemento tipo BT-3 (Venegas, 1989). Los resultados de esta experiencia indican que los mejores colectores en cuanto a fijación de semilla resultaron ser las conchas de ostras y red anchovetera, mientras que en referencia al comportamiento hidrodinámico el sistema colector red anchovetera presentó el mejor comportamiento, aparte de ser el de menor costo y mantención. Por su parte, Tseng (1990 y 1993), en experimentaciones similares con varias especies de *Porphyra*, ha determinado que la limpieza prolija de las rocas del sustrato natural puede ser empleada como técnica exitosa para favorecer el crecimiento de las algas pero solamente en las estaciones de otoño de cada año.

Actualmente se encuentra en construcción en nuestro país, un sistema a escala piloto destinado a obtener *P. columbina* en redes de material sintético, a partir de *Conchocelis* fijada en conchas de *Crassostrea gigas*. El sistema diseñado contempla la técnica asiática de burbujeo para estimular la liberación de conchosporas y su transporte hasta el sustrato de fijación. (Orellana, 1995).

En el continente asiático, principalmente Japón, China y Corea el cultivo de las especies de *Porphyra* data del siglo XVII con técnicas artesanales, y los que se ha llamado técnica moderna a partir de los años 60 con una producción a escala industrial, llegando a representar valores promedios del 25% de producción en Japón, en relación al total de los recursos marinos cultivados (Oohusa, 1993). En este país, la producción se ha centralizado en dos especies, *P. yezoensis* y *P. tenera*, aplicando las técnicas de producción en ambiente controlado y natural perfeccionadas gracias a la alta experiencia y desarrollo tecnológico alcanzadas a través de tantos años de trabajo, lo cual ha significado producciones a escala industrial como las mencionadas.

La técnica asiática a escala industrial consiste en liberar las carposporas por tracción mecánica en mortero de las frondas de *Porphyra*, para posteriormente vertir una suspensión en estanques con agua de mar estéril conteniendo conchas de ostras. La germinación de la fase conchocelis tiene lugar bajo condiciones de irradiación y densidad de agua de mar específicas para las especies como las ya descritas, evitando la acción solar directa. La liberación de conchosporas y respectiva fijación a las redes de cultivo que se posicionarán en el mar, se realiza mediante la combinación de estimulación mecánica y burbujeo de aire, para lo cual existen cuatro técnicas siendo las mayormente empleadas las denominadas "rotatorio" y "burbujeo" (Ikenoue y Kafuku, 1992) (Fig.9).

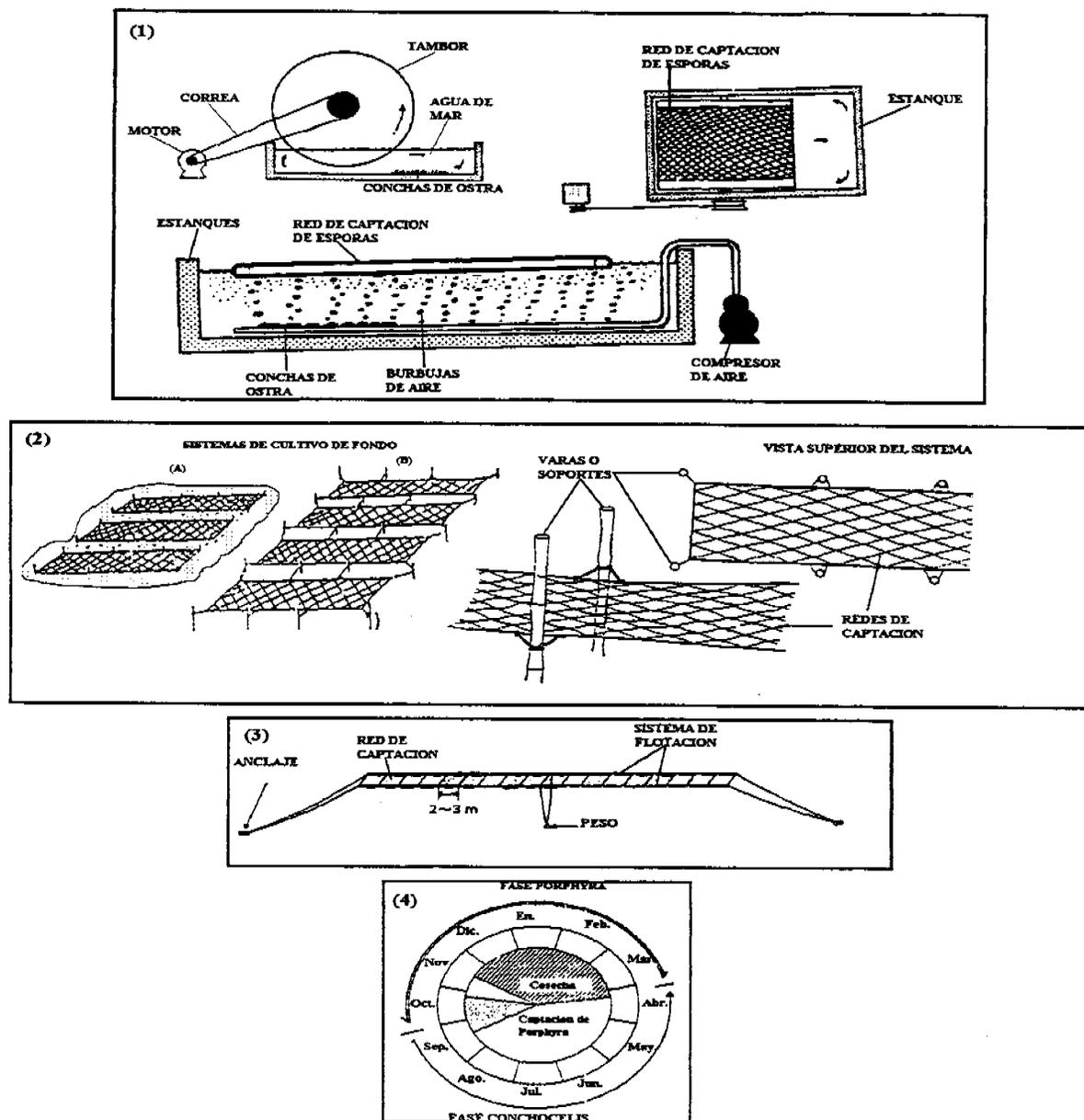


Figura 9 : Sistemas de liberación y captación de conchosporas, sistemas de cultivo, y esquema del ciclo de vida del alga *Porphyra sp.*

El posicionamiento en el mar de redes impregnadas en la forma descrita, tiene lugar después de un manejo por desecación y rehidratación para evitar la acción de fouling especialmente diatomeas y otras algas, (Oohusa, 1993). Investigaciones realizadas en la misma temática, con objeto de favorecer un crecimiento parejo y así poder inhibir el crecimiento prematuro de *Porphyra*, han sido realizadas por KIDA (1990).

Este posicionamiento de las redes se realiza vertical u horizontal al sustrato, siendo siempre de tipo suspendido en relación a la red.. Esta suspensión se realiza mediante estacas en sitios donde la profundidad lo permite, o de lo contrario, mediante un sistema de flotación dado por boyas, varas de P.V.C. o bambú. La distancia entre redes debe ser mantenida en forma tal de permitir el trabajo de cosecha empleando una embarcación no motorizada (Ikenoue y Kafuku, 1992) (Fig.9).

La variable temperatura acciona directamente en el crecimiento y por lo tanto en el éxito del cultivo de estas algas. Matsuo *et al.* (1994) en *Porphyra suborbiculata*, ha demostrado que el crecimiento óptimo de filamentos de *Cochochelis* ocurre entre 15 y 25°C, mientras que la producción de cochosporangios tiene lugar dentro de un rango de temperatura más restringido (20-25°C).

Las monosporas son liberadas en el mismo rango que filamentos de *Conchocelis* y las carposporas a la misma temperatura que la producción de conchosporangios. El fotoperíodo mas adecuado en todo el proceso ha resultado ser 10:14. Li, (1991), en *P. vietnamensis* ha observado un rango mas restringido en la formación de conchosporas, 27°-29°C, mientras que Yang y Wang (1993), en *P. haitenensis* han encontrado que la temperatura óptima de crecimiento de *Conchocelis* es 25°C y que las intensidades lumínicas altas y bajas inhiben la fijación al sustrato por alteraciones en los rizoides en la fase foliosa, estimándose un óptimo de 2.000 Lux. Estos diferentes resultados, ha influído en el manejo de esta fase del alga siendo considerado para la impregnación en las redes que son transportadas posteriormente al mar.

Los mismos autores anteriores, estiman que la salinidad óptima es 33 p.p.m.; no obstante Lewmanomont y Chittpoolkusol (1993), indican que a 25 p.p.m. han encontrado el óptimo de formación de filamentos de *Conchocelis* de *P. vietnamensis* y que la inducción de liberación de conchosporas tiene lugar a un rango entre 10-15 p.p.m. de salinidad, 25°C e intensidad lumínica de 1.000 Lux.

Variadas experiencias como las anteriores pueden ser citadas en relación a la obtención de semilla en hatchery con resultados similares a los observados, tales como Notoya *et al.* (1992), con *P.kinositae*; Sidirelli y Wolff (1992) con *P. Leucosticta*, Yamamoto *et al.* (1991) y He y Wang (1991) en *P. yezoensis*; Hannach *et al.* (1989) con *P. abbottae*, Migita e Ito (1987) con *P. torengashimensis*, o bien Kapraun y Lemus (1987), con *P. spiralis*. Sin embargo, aparentemente la variable salinidad no tendría una incidencia directa en el crecimiento en los sistemas comentados, por lo que se observa una preocupación por la dedicación en el manejo, de las otras variables comentadas aquí.

Con *P. columbina* en New Zealand, Brown *et al.* (1990), han detectado que la declinación en biomasa en el medio natural de la fase foliosa, está directamente relacionada a las condiciones adversas de los parámetros ambientales extremos, tales como las altas temperaturas y fuerte irradiación. Experiencias de laboratorio de estos mismos autores simulando variaciones de temperatura diarias, corroboran lo observado en terreno. Por otra parte, se observa en estas mismas situaciones la aparición de las fases foliosas en sustratos diferentes a lo observado en temporadas anteriores.

El alto grado de industrialización del cultivo de *Porphyra* en los países asiáticos, exige una disponibilidad en toda época del año de redes con semilla para iniciar el cultivo en el mar. Esta exigencia ha sido soslayada gracias a la resistencia de esta alga para permanecer una vez deshidratadas, almacenadas a bajas temperaturas en cámaras frigoríficas. El porcentaje de sobrevivencia cercano al 100% es directamente proporcional en porcentajes de humedad bajo (20%), a temperaturas inferiores de 15°C bajo cero, (Doumenge, 1991).

MATERIALES Y MÉTODOS.

1. EVALUACIÓN A NIVEL PERFIL DEL CULTIVO DE LAS ALGAS.

(OBJETIVO 1).

El propósito del análisis descriptivo de esta sección es poder conocer sobre la demanda que puede esperarse para las algas sujeto de este estudio y la oferta competidora y propia, a fin de evaluar a nivel de perfil y de pre-factibilidad económica el cultivo de estas algas.

Para estos efectos la metodología utilizada ha contemplado el análisis bibliográfico de información relacionada con la producción, utilización y mercadeo de algas y los productos manufacturados a partir de ellas. En esta materia la información es escasa y caracterizada por ser general e incompleta y discontinua en el tiempo. Esta dificultad también ha sido expresada por Critchley (1993).

Una segunda fuente de información ha estado conformada por anuarios estadísticos oficiales sobre comercio exterior de algunos países disponibles en bibliotecas nacionales, incluida información nacional de exportaciones obtenidas del Instituto de Fomento Pesquero. En general este tipo de información presenta la dificultad de ser demasiada agregada en su denominación, a la vez muy diversa para un mismo producto, y sin información detallada acerca de la característica del

producto. Los desembarques de algas nacionales fueron obtenidos de los Anuarios Estadísticos de Pesca publicados por el Servicio Nacional de Pesca.

Otra fuente de información estuvo compuesta por una serie de entrevistas sostenidas con ejecutivos y consultores del sector productivo nacional y encuesta sobre precios de algas dirigida a algunas empresas del sector. Cabe destacar el bajo nivel de respuesta obtenido, lo que se atribuye a la sensibilidad de este tema para el sector privado.

La información estadística se ha presentado preferentemente en gráficos de series de tiempo para permitir la visualización de tendencias; la información disponible no permite un mayor análisis de la misma. Los precios de los producción transada en mercados externos han sido deflactados por el índice de precios al por mayor de Estados Unidos

2. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS, (OBJETIVO 2).

El diseño y dimensionamiento de los Centros productivos que se proponen transferir, han sido calculados contrastando los tamaños productivos de centros extranjeros con especies afines o similares, las condiciones de cultivo, características biológicas de las algas y lugares de producción. Estos criterios selectivos fueron comparados con las condiciones climáticas e hidrobiológicas de nuestro país, considerando los ciclos de vida de las algas objeto del presente estudio.

Los cálculos técnicos de ingeniería de los sistemas productivos se encuentran en el Anexo 1, para lo cual se emplearon los métodos tradicionales de resistencia de materiales, dimensionamiento de sistemas suspendidos y cálculo de anclajes. Para estos cálculos se ha trabajado con el supuesto que las algas, por sus características morfológicas y alto contenido acuoso, poseen un peso despreciable para el dimensionamiento en base a la resistencia de los sistemas.

En el caso de *L. trabeculata* y macroalgas Gigartinales los centros de cultivos proyectados y que han servido de base a los cálculos de ingeniería, fueron diseñados considerando una concesión marítima con porción de agua y fondo, mínima de 50 ha. para disponer los módulos

de crecimiento, sus respectivos anclajes y la consecuente infraestructura de mar; y 1 ha. de porción de playa, necesaria para disponer las obras civiles y adecuar una superficie de trabajo para las faenas de tierra.

El sistema productivo diseñado para *P.columbina*, fue considerado en base a una concesión marina de 1 ha. y una infraestructura de hatchery de 1,5 ha. independiente de la localización del espacio productivo en mar, por las razones expuestas en el punto 3.

La disposición de los módulos de crecimiento en la concesión, se ha proyectado considerando las condiciones climáticas e hidrodinámicas de nuestro país, los espacios necesarios para la operación y una superficie de trabajo flotante para optimizar la operación de siembra, cosecha y mantención. Por otra parte, las distancias entre módulos y de estos con la balsa de trabajo, se han obtenido de la respuesta a necesidades técnicas de profundidad de trabajo y la facilidad que debe tener la operación de cosecha y siembra de algas.

La toma de decisión del tipo de cultivo ha considerar, suspendido o de fondo, fue realizada en base a la Aptitud de Distrito chilena, considerando profundidad de trabajo, mano de obra necesaria para operar y materiales que involucran ambos tipos de sistemas.

El análisis y evaluación de las técnicas y sistemas de cultivos posibles de transferir o adaptar a las algas nativas chilenas, fue realizado mediante la aplicación de criterios selectivos ponderando su aplicabilidad, éxito obtenido en anteriores experiencias y biomasa obtenida con el sistema. Estos criterios selectivos específicos fueron los que aparecen a continuación, los cuales fueron ponderados de los valores de tabla que figuran en el anexo 1.

- 2.1 Complejidad de manejo del ciclo haploide
- 2.2 Grado de éxito obtenido con la técnica
- 2.3 Ingeniería del sistema posicionado en el mar
- 2.4 Características de las macroalgas cultivadas

Las variables e indicadores de ponderación asignada a cada uno de los criterios selectivos, fueron asignadas a través del conocimiento de Know-how y Técnica Delphi, determinándose la siguiente selección y ponderación.

2.1 Complejidad de manejo ciclo haploide

Variables Consideradas:

Ambientales: Luminosidad(Lum), Temperatura(T°), Otras(Otr).

Técnicas: Características Sustrato de Fijación(SUS), Tiempo empleado en obtención de juveniles(TOJ), Sofisticación de equipamiento empleado en la manipulación(SEM).

Indicadores:

No Observado = (N/O); Muy complejo = 1; Complejo = 2; Simple = 3.

2.2 Grado de éxito obtenido con la técnica

Variables consideradas:

Semilla obtenida en Hatchery(SOH), Semilla obtenida en medio natural(SOM), Condiciones climáticas del lugar de aplicación de la técnica(CAT), Especies con las que se aplicó la técnica(EAT)*

Indicadores:

Gradación de (N/O) a 3 según el grado de éxito obtenido.

*EAT ha sido considerado según si haya correspondido específicamente a la especie (3), género (2) u otra (1).

2.3 Ingeniería del sistema posicionado en el mar.

(En referencia a su comportamiento en el medio natural)

Variables consideradas:

Sistema de suspensión(SUS), Sustrato artificial de algas(SAA), Sistema de anclaje empleado en el posicionamiento(SAP).

Indicadores:

No observado = (N/O); Malo = 1; Regular = 2; Bueno = 3.

2.4 Características de las macroalgas cultivadas.

Variables consideradas:

Crecimiento meristemático en técnicas de cultivo (CMT), Tasa de crecimiento observada (TC), Porcentaje de fertilidad (PF).

Indicadores:

No observado = (NO); Deficiente = 1; Regular = 2; Bueno = 3.

3. EVALUACIÓN DE PREFACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA.

(OBJETIVO 3).

De acuerdo con la(s) tecnología(s) de cultivo seleccionadas para cada especie de alga nativa y las características de posibles áreas geográficas donde aplicarlas y posibles de aplicar, se describió la secuencia de producción y el diseño de ingeniería del proceso. Fueron seleccionadas tres escalas de producción, a fin de considerar en etapas posteriores los efectos de interacción tecnológica, geográficas y legales, tomando en cuenta la experiencia internacional si era el caso. En base a la información de diseño de ingeniería, se proyectaron los requerimientos de infraestructura y de insumos para los diferentes tamaños y sistemas productivos, así como de rendimientos, a través de las distintas etapas de la secuencia productiva. De allí se valoraron los costos a precio de mercado actual y el precio del producto, definida como el alga producida al término de la secuencia productiva, obtenido el análisis del mercado nacional.

La evaluación económica se realizó a través del criterio del Valor Actual Neto (V.A.N.) del flujo de fondos generados por una inversión en un horizonte de planeación. Esto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{St}{(1+r)^t} - I_0$$

en que

S_t = Beneficio al final del año

I_0 = Inversión inicial

r = Tasa de descuento

n = Duración del período

El análisis fue efectuado bajo situación de certidumbre para cada uno de los sistemas en las tres escalas de producción previstas. El horizonte de planificación era similar para todas las situaciones a evaluar. Se procedió también a calcular la Tasa Interna de Retorno (T.I.R.) de cada proyecto; esto es la tasa de descuento para un V.A.N. igual a cero, a fin de verificar eventuales discrepancias entre ambos criterios para evaluar los deferentes tamaños de inversión. Con tal objeto fueron variadas las tasas de descuento hasta que el V.A.N. fue igual para cada proyecto, comparándose luego con el costo de capital para decidir sobre el criterio de evaluación a emplear en caso de la existencia de la discrepancia mencionada (Levy y Sarnat, 1986).

El análisis de sensibilidad consideró variaciones del rendimiento de producción dentro de los rangos de valores extremos en la secuencia productiva y de los precios del alga de acuerdo a las variaciones observadas en el mercado. Para tal efecto se establecieron las

condiciones más probables o esperadas, pesimista y optimista para estas variables.

El análisis de riesgo se aplicó en aquella situación aceptable económicamente bajo situación de certidumbre. Para tal efecto se construyó una distribución de frecuencia del valor actual neto generado mediante simulación de valores probabilísticos de las variables rendimiento y precio del producto, a partir del supuesto de una distribución de frecuencia triangular para los valores más probables, pesimista y optimista de esta variable. Para ello se utilizó el paquete computacional RISK, empleando el muestreo de hipercubo latino para generar valores aleatorios.

RESULTADOS.

I EVALUACION A NIVEL DE PERFIL DEL CULTIVO COMERCIAL DE LAS ALGAS ESTUDIADAS.

1.1 Descripción de la Demanda de Algas Laminariales, Gigartinales y Bangiales

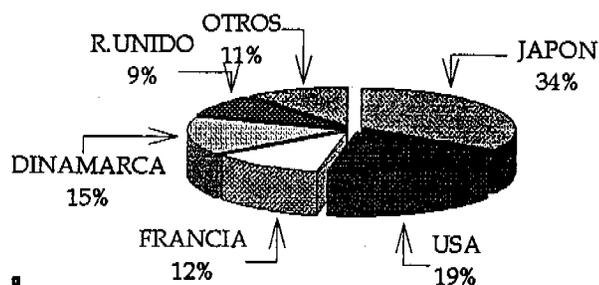
Las algas tienen a través del mundo una variedad de usos y aplicaciones; sin embargo, los dos más importantes son el consumo directo para alimentación humana, el principal, y la extracción de ficocoloides que son empleados en una variedad de industrias tales como la de alimentos lácteos y acuosos, la textil, del papel, farmacéutica y otras.

El consumo mundial de algas para consumo humano directo ha sido estimado en más de 400 mil toneladas anuales de alga seca, en tanto que el uso de ficocoloides por las diversas industrias a nivel mundial ha sido establecido en 50 mil toneladas anuales de peso seco de estos coloides (Richards-Rajadurai, 1990). El valor de la industria de algas se estima en mil millones de dólares anuales, mostrando un crecimiento cercano al 10% anual. Aunque no existe una estimación del valor del comercio mundial de esta industria, Critchley (op. cit.) informa que

entre 1970 y 1980 este incrementó desde 50 a 250 millones de dólares, siendo Japón el país con mayor importación de algas para los diversos usos. Entre 1989 y 1994 el valor de sus importaciones de algas en diversos estados y formas fluctuó entre 145 y 169 millones de dólares; el valor de las importaciones de Estados Unidos han fluctuado entre 27 y 31 millones de dólares en los últimos cinco años, aunque con cantidades proporcionalmente significativas con relación a Japón (Tabla I); los valores corresponden a CIF nominal al tipo de cambio promedio anual entre Yen y Dólar. Ambos países son mercados importantes para la producción nacional de algas ya que en conjunto se destinan a ellos alrededor del 49% de las exportaciones físicas de algas con un 53% del valor total de exportado valorado en precios FOB nominal (Figura 10).

La comercialización de las algas en el mercado internacional se realiza bajo diferentes formas tales como seca, que es la principal, fresca, salada y en polvo. Las tres primeras son las comunes para dirigirlas al consumo humano directo, en tanto que las formas secas y en polvo se dirigen a la industria de ficocoloides. No existe una uniformidad en cuanto al grado de humedad contenida en el producto comercializado en seco, variando entre un 15 a un 35 por ciento de humedad, aunque lo más común es de un 18% de humedad, al menos para las algas nacionales exportadas.

PARTICIPACION POR PAIS DEL
VALOR EXPORTADO DE ALGAS NACIONALES



PARTICIPACION POR PAIS DEL
VOLUMEN EXPORTADO DE ALGAS NACIONALES

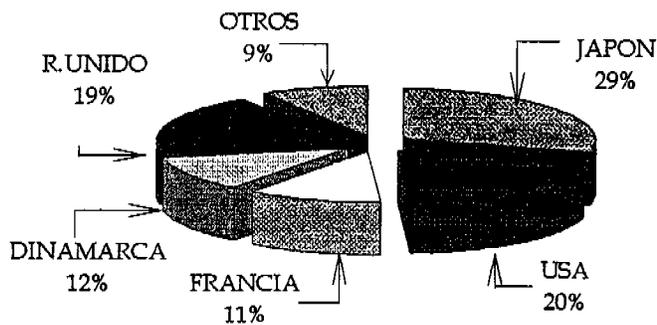


Figura 10: Destino de las Exportaciones de Macroalgas Chilenas.

Tabla I. Importaciones anuales de algas de Japón y Estados Unidos en diferentes estados

| Año | Japón | | Estados Unidos | |
|------|-----------|--------------|----------------|--------------|
| | Volumen | Valor | Volumen | Valor |
| | (ton) | (miles US\$) | (ton) | (miles US\$) |
| 1989 | 62.823,19 | 145605,02 | | |
| 1990 | 62.973,66 | 146.077,65 | 31.613,50 | 29.765,45 |
| 1991 | 60.401,33 | 150.667,34 | 44.974,92 | 29.710,93 |
| 1992 | 54.545,32 | 162.769,79 | 54.966,10 | 27.909,55 |
| 1993 | 55.447,05 | 156.196,23 | 47.520,34 | 28.977,78 |
| 1994 | 61.216,93 | 169.013,52 | 38.149,37 | 30.983,31 |

Fuente: Japan Tariff Association

U.S. Department of Commerce

La principal demanda de algas para consumo humano directo proviene de los países del Sudeste Asiático, considerándose también a Estados Unidos con una demanda emergente; las algas transadas internacionalmente de mayor importancia corresponden a los géneros *Laminaria*, *Undaria* e *Hizikia* entre las *Phaeophytas* y al género *Porphyra* entre las *Rhodophytas*. Dentro de las primeras puede considerarse a la nacional *Lessonia* sp. como símil y a *Porphyra* sp. en el segundo grupo. Sin embargo, también pareciera existir una demanda

externa creciente por algas del género *Gigartina*, en vista del aumento de esta por la símil nacional.

Los principales coloides que se producen a partir de algas son agar-agar, derivados de algas rojas conocidas como agarófitas; carragenano, derivado de algas rojas carragenophytas, y alginatos, que se obtienen a partir de algas pardas. Los coloides que interesan para este estudio son carragenanos, que entre otras algas se produce a partir de las nacionales *Iridaea* sp. y *Gigartina* sp., y alginatos que entre otras algas se extrae de *Lessonia trabeculata*. En consecuencia se hará una descripción de la demanda de estos ficocoloides desde donde se deriva parte de la demanda por estas algas.

1.1.1 La demanda de algas Laminariales y Bangiales para consumo humano

A nivel internacional el mayor uso de algas para consumo humano directo se produce en los países orientales como Japón, China y la República de Korea, aún cuando las algas son de consumo popular en la mayoría de los países asiáticos y en aquellos donde existen comunidades asiáticas. Entre estos tres países el consumo de algas de la población alcanzaría alrededor del 85% del total estimado según lo señalado por McHugh (Critchley, op. cit.).

Los productos más populares se conocen con los nombres japoneses de wakame, hijiki y kombu a partir de las algas pardas *Undaria pinnatifida*, *Hizikia fusiforme* y *Laminaria sp.*, respectivamente y nori que se produce del alga roja *Porphyra sp.*; internacionalmente el kombu y el nori se conocen como kelp y laver (purple laver), respectivamente. El consumo de ambas representaría el 80% del consumo total (Tabla II).

Tabla II. Consumo humano anual de algas
(en toneladas de alga seca)

| | Total | Porcentaje | China | Rep. de Korea |
|--------|---------|------------|---------|---------------|
| Wakame | 81 400 | 17,9 % | 1.800 | 75.000 |
| Hijiki | 9 600 | 2,1 % | | |
| Kombu | 294 600 | 64,8 % | 120.000 | |
| Nori | 69 130 | 15,2 % | 18.000 | 25.000 |

Adaptado de McHugh (op. cit.)

El consumo de Japón asciende a unas 120 mil toneladas anuales de alga seca (700 mil toneladas de peso húmedo) de estos cuatro productos, con un 45% de consumo de nori; la producción japonesa de nori, proveniente únicamente de cultivos, es mayor que la producción de Korea e incluso mayor que su consumo interno por lo que Japón es un

exportador neto de este producto. Uno de los mercados en expansión para el nori es Estados Unidos, dada su gran cantidad de población de origen asiático, el que presenta expectativas de crecimiento de un 10% anual según estimaciones de McHugh y Richards-Rajadurai (Critchley, op. cit.).

El wakame y el hijiki son productos especiales que se producen a partir solamente de las algas *Undaria pinnatifida* y *Hiziki fusiforme*, respectivamente (Nisizawa, 1987) y que son exclusivas de la región. En cambio el kombu tiene como fuente una gran variedad de algas Laminariales, así como el nori puede obtenerse de una gran variedad de algas del género *Porphyra*. En ambos productos puede incluirse a *Lessonia trabeculata*, que de hecho es importada desde Japón, y *Porphyra* sp., respectivamente.

El kombu es preparado por los japoneses ya sea secado al aire o en secadores o procesado en seco y/o salado en diferentes formas; en tanto el nori se obtiene como un producto de hojas secas prensadas. El valor nutritivo del primero se caracteriza por su alto contenido de carbohidratos no fibrosos en las diversas especies de *Laminaria* y el segundo por su alto contenido proteico (Tabla III). El peso seco de estos productos fluctúa entre un 15 a un 20% del peso húmedo de alga.

Tabla III. Composición del kombu y del nori
(%de gramos de peso seco)

| | Carbohidratos | | | | |
|-----------|---------------|-----------|---------------|------------|-------------|
| | Proteínas | Lípidos | No - fibrosos | Fibrosos | Cenizas |
| Kombu | | | | | |
| Seco | 8,7 - 9,2 | 1,3 - 2,2 | 50,7 - 64,3 | 3,7 - 14,3 | 18,7 - 24,1 |
| Procesado | 5,8-21,3 | 0,4-2,3 | 40,4-79,4 | 0,4-6,5 | 10,4-53,0 |
| Nori | 43,6 | 2,1 | 44,4 | 2,0 | 7,8 |

Fuente: Nisizawa (1987)

La importación de algas para consumo humano desde Japón en el período 1989-1994 ha fluctuado entre 37,5 a 44,7 mil toneladas anuales, considerando las partidas arancelarias 1212.20-131/132 y 139 de los anuarios estadísticos de la Japan Tariff Association. La participación de algas importadas para la producción de kombu y nori alcanzaría al 7% del total, con cantidades fluctuantes en el período con una media de 7.500 toneladas secas y frescas, en tanto que para la producción de wakame e hijiki se elevaría al 81 y 12%, respectivamente. En término de valor la importación de algas para producir kombu y nori sería también de un 7% en el período, de un total fluctuante entre 116,9 y 139,2 millones de dólares CIF anuales al

tipo de cambio nominal promedio anual entre yen y dólar. El precio CIF para estas algas tiende a incrementar relativamente y a ubicarse por sobre el precio medio de importación para las algas destinadas al consumo humano (Figura 11).

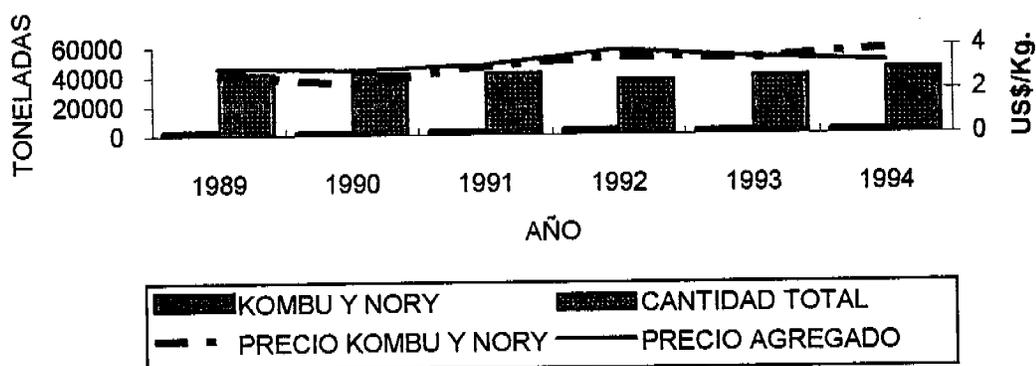


Figura 11: Importaciones Japonesas de Algas Comestibles, 1989 - 1994.

En el mercado intermediario japonés el precio del kombu ha fluctuado entre 7,5 a 10 dólares por kilo, en tanto que el del nori ha sido de 24 dólares por kilo en el mismo mercado durante la última década. El precio del nori exportado por Japón muestra incrementos importantes entre 1989 y 1994 debido probablemente a una tendencia decreciente de la oferta exportable japonesa (Figura 12). Los principales países de destino de nori seco y tostado y sazonado son Estados Unidos, Korea, Taiwán y Hong-Kong; sin embargo, los únicos que muestran un

aumento en las importaciones son los países que conforman el NAFTA, principalmente Estados Unidos. Los países que conforman el MERCOSUR no alcanzan a importar una tonelada anual.

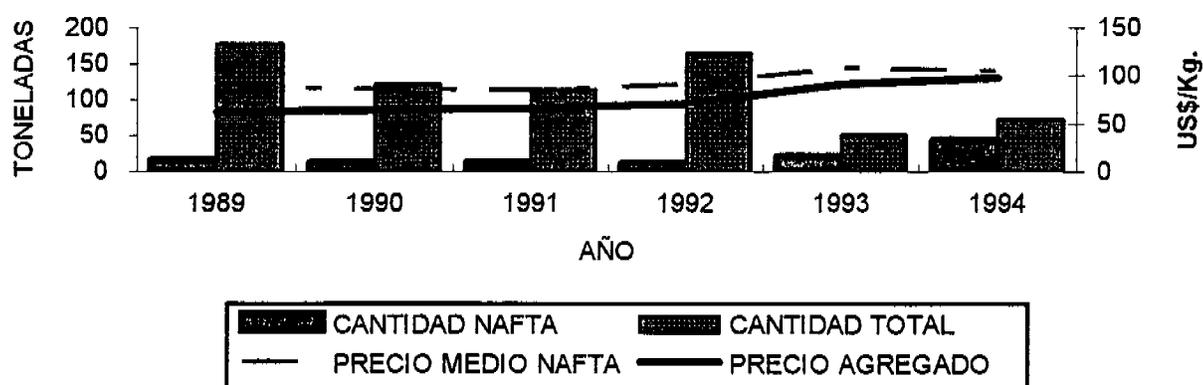


Figura 12: Exportaciones Japonesas de Laver (cantidad y precio), 1989 - 1994.

A nivel nacional, aunque no hay antecedentes, es posible apreciar que el consumo directo de algas es insignificante y no forma parte de la dieta de la población. Existen, sin embargo mercados a nivel local cuyos mayores consumidores pertenecen generalmente a la población rural y estratos socio-económico bajo. Estos se ubican en ciudades costeras en ferias libres y mercados principalmente en las regiones central y sur del país. Las algas consumidas son del género *Porphyra* (luche), que se expende en panes con alrededor de un 50% de humedad, y *Durvillaea*

(cochayuyo), que se vende seca, con muy bajo contenido de humedad en paquetes.

1.1.2 Consumo de algas derivado de alginatos y carragenanos

A nivel mundial la producción de ficocoloides representa un importante consumo de diferentes especies de algas, lo que ha incentivado el cultivo de éstas, principalmente en los países asiáticos. Sin embargo, el mercado de algas para estos fines es de un comercio limitado dado que los productores de ficocoloides tienden a mantener un abastecimiento propio de la materia prima, al menos en lo que respecta a algas pardas (McHugh, 1987).

A su vez algunos mercados de coloides pueden presentar una alta competencia entre ellos y en otros un tipo de coloide puede ser la única opción real de producción y comercio. También en determinados usos puede esperarse una competencia de ficocoloides con las gomas de plantas y los derivados de celulosa. En todo caso debe considerarse que el uso del coloide en un determinado producto representa un bajo contenido, menos de un uno por ciento, y con una muy baja incidencia en el costo total de producción; en consecuencia, la elasticidad precio de la demanda de coloides tiende a ser bastante inelástica. Por lo mismo el precio del ficocoloide puede no ser determinante en la decisión del comprador, sino otros factores como

calidad y su reproductibilidad, los que en alguna medida dependen de la fuente de extracción utilizada.

1.1.3. Consumo derivado de alginatos

De la mayor parte de las algas pardas grandes que crecen en aguas más frías se puede extraer alginatos de diferentes propiedades acorde con las características de los componentes de cada especie. Las principales especies como fuente comercial son del género *Ascophyllum*, *Laminaria* y *Macrocystis* y, en menor nivel, *Lessonia*, *Durvillaea*, *Sargassum*, *Eklonia* y *Turbinaria*. La variedad de grados de alginatos puede clasificarse de acuerdo con su aplicación en grado farmacéutico con precios más elevados, grado alimentación de precio intermedio y grado técnico con precios menores.

La producción , que en término de volumen es considerada como la más importante dentro de la industria mundial de ficocoloides, se limita a pocas compañías de Estados Unidos, Reino Unido, Noruega y Francia; en menor escala también es producido por Japón y Korea, países que deben importar algas debido a la gran demanda que tienen de *Laminaria* sp. para la producción de kombu (Figura 13), lo que eleva los precios por sobre niveles comerciales para fabricar el ficocoloide. Entre las algas importadas por Japón para la producción del alginato hay una participación importante de *Lessonia* chilena, la

que se estima en un 43% del total para el período 1989-94. Por otra parte, los productores de alginatos de Estados Unidos también utilizan la misma alga como suplemento al abastecimiento de *Macrocystis*, aunque de la información estadística de importaciones del Departamento de Comercio de Estados Unidos se deduce que las importaciones de algas para consumo industrial es insignificante, menos del 0,1% del total.

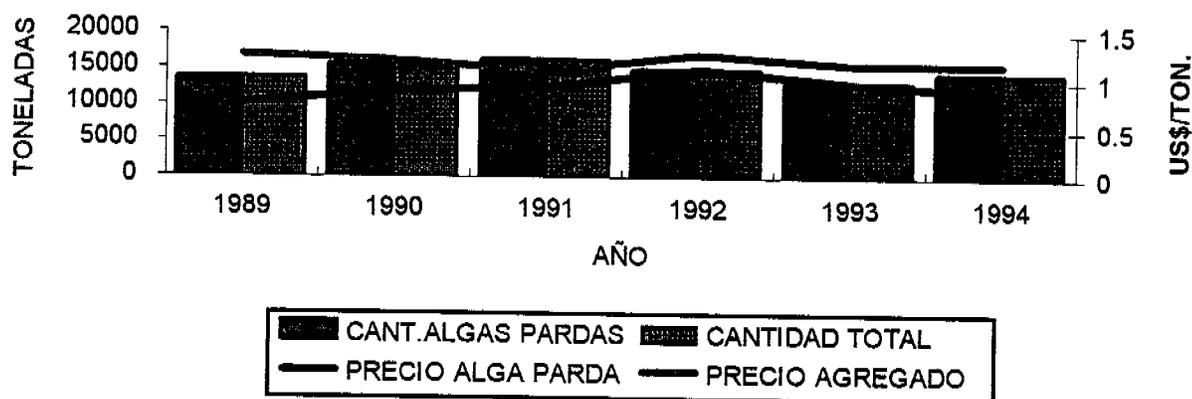


Figura 13: Importaciones Japonesas de Algas no Comestibles, 1989 - 1994.

Luning (Critchley, op. cit.) entrega un rendimiento nominal en términos globales de 3,6% de materia prima de alga seca a alginato; para el caso de *Lessonia* y *Durvillaea*, McHugh (1987) indica que el rendimiento es de 14% y de 24% del peso seco con un contenido de humedad del 15 al 20%, respectivamente. Ello entregaría rendimientos

entre 2,1% y 2,8% de *Lessonia* húmeda y entre 3,6 y 4,8% de *Durvillaea* húmeda.

El mercado mundial de alginatos se estimaba entre 20 mil y 24 mil toneladas anuales en la década de los 80 (McHugh, 1987), en tanto que Richards-Rajadurai (Critchley, 1993) informa de una producción anual entre 22 mil a 25 mil toneladas con una proyección de alcanzar las 50 mil toneladas por año hacia mediados de la década actual. Respecto a los precios del alginato ellos están asociados al grado del producto; así, éstos fluctúan entre 13 y 15,5 dólares por kilo para alginatos de grado farmacéutico, entre 6,5 y 11 dólares por kilo para el grado alimentación y entre 5,5 y 7,5 dólares por kilo para el grado técnico (Critchley, op. cit.).

No se disponen de mayores antecedentes sobre el comercio mundial de alginatos con excepción de Japón, que durante el período 1989-94 ha importado un promedio anual de 2.100 toneladas con un valor nominal de 10 millones de dólares y ha exportado alrededor de 1.600 toneladas anuales con un valor nominal de 13,44 millones de dólares (Figura 14). La participación de Chile en las importaciones físicas de alginatos desde Japón representan aproximadamente un 11% del total importado por este país.

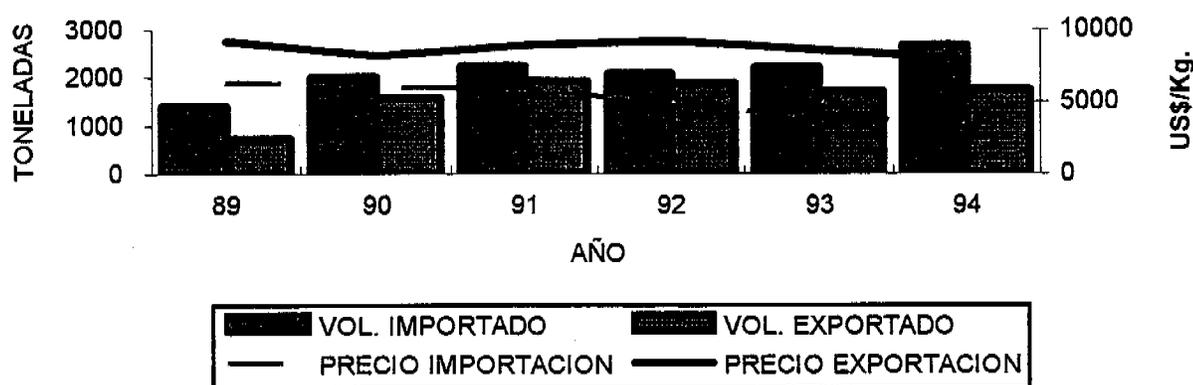


Figura 14: Importaciones y Exportaciones Japonesas de alginatos, 1989 - 1994.

1.1.4. Consumo derivado de carragenanos

La fabricación de carragenanos emplea como materia prima una gran variedad de algas rojas tales como *Chondrus crispus*, *Euchema cottoni*, *Euchema spinosum*, *Gigartina* sp., con algunas de sus representantes identificadas también como *Iridaea* en la literatura entre las más importantes. Se reconocen tres tipos de carragenanos: lambda, kappa e iota cada uno con su propias característica de gel de acuerdo con la especie de alga desde donde se extraen. Por ejemplo, *Chondrus* proporciona una mezcla del tipo lambda y kappa; *Gigartina* es una buena fuente de lambda; *Euchema cottoni* proporciona carragenano kappa y *E. spinosum* carragenano iota (Stanley, 1987).

Los principales países productores de carragenano han sido tradicionalmente Estados Unidos, Francia y Dinamarca, cuando la producción ha estado sustentada por algas recolectadas de bancos naturales. En la actualidad se han incorporado a la industria países asiáticos como la República de Korea, principal productor en la región, Filipinas e Indonesia; también la industria se ha expandido en Japón y más lentamente en China. La razón se encuentra en la gran expansión que ha tenido en esos países, especialmente en Korea y Filipinas, el desarrollo del cultivo de *Euchema* sp. la que cubre aproximadamente el 90% de todo el alga cultivada para la producción de carragenano (Richards-Rajadurai, 1990). Por otra parte, el desarrollo de la industria de carragenanos en estos países se debe al asentamiento en ellos de compañías europeas y estadounidenses.

Según Critchley (1993) el éxito en el cultivo ha provocado un exceso de oferta de *E. spinosum* en el mercado mundial; sin embargo, Richards-Rajadurai (op. cit.) indica que el mercado de carragenano presenta una demanda creciente, estimando un nivel de consumo entre 16 mil y 20 mil toneladas anuales, lo cual es coincidente con la proyección efectuada por Stanley (1987) de un crecimiento anual de la producción mundial del 2,2% sobre un tamaño de mercado de 13.200 toneladas para 1982.

De acuerdo a lo descrito por Luning (op. cit.) que establece un rendimiento global del 7,5% de alga seca a carragenano, se podría establecer un requerimiento de 210 mil a 260 mil toneladas de alga seca por año. Ello se traduciría en un consumo de 800 mil a 1,2 millones de toneladas anuales de alga húmeda, considerando rangos de humedad de un 20% a 30%.

Japón nuevamente aparece, con relación al nivel total de producto, con una importante participación en el comercio internacional con un promedio cercano a las 2.500 toneladas anuales de importaciones con un valor nominal de 20 millones de dólares y exportaciones no tan significativas, del orden de las 500 toneladas anuales (Figura 15). Los principales países exportadores al mercado japonés son Dinamarca, Filipinas, Estados Unidos, Francia y Korea. Respecto del mercado estadounidense, las estimaciones indican un tamaño de 40 millones de dólares anuales.

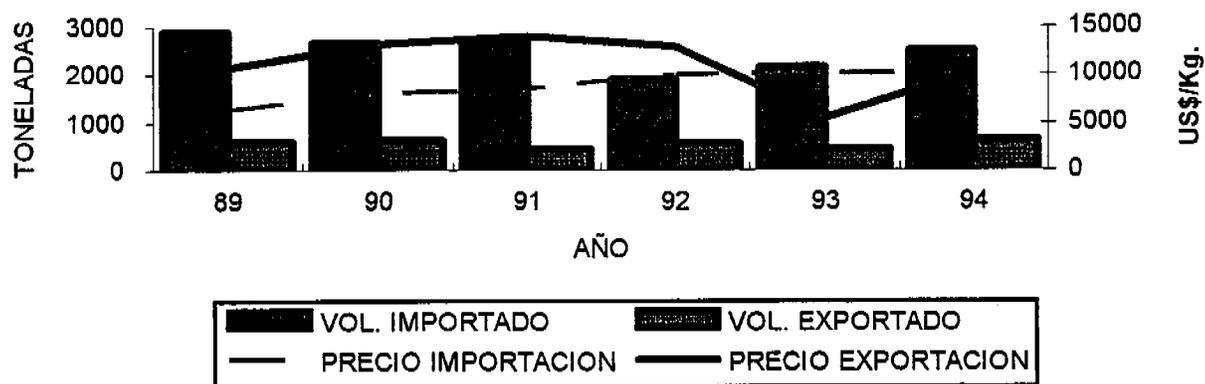


Figura 15: Importaciones y Exportaciones Japonesas de Carragenanos, 1989 - 1994.

1.1.5. Consumo derivado de ficocoloides nacionales

La producción nacional de alginatos y carragenanos empieza a aparecer registrada en las estadísticas oficiales a partir de 1989 y como tales aparecen en los registros de exportaciones a partir de 1991. Los primeros son producidos a partir de *Lessonia*, *Macrocystis* y *Durvillaea*, en tanto que el carragenano utiliza *Iridaea* como materia prima.

Casi en su totalidad la producción se destina al mercado internacional, siendo Japón y Brasil y Argentina los principales destinos del alginato, y estos dos últimos y Dinamarca los principales para el carragenano. A

Japón se ha destinado un 55% del volumen total de alginato exportado entre 1991 y 1994 y a Dinamarca un porcentaje similar de carragenano en el mismo período. Durante este las exportaciones físicas de alginato han crecido a una tasa del 20% anual lo que es equivalente a 75 toneladas por año; si este volumen de incremento se mantuviese constante el consumo adicional de algas como materia prima podría dimensionarse entre 2.500 y 3.500 toneladas anuales.

En el mismo período, las exportaciones de carragenano han incrementado a una tasa del 37% anual con un promedio de 155 toneladas aproximadamente. Con este nivel de crecimiento de la exportación física, el mayor consumo requerido de materia prima fluctuaría entre 7.000 y 10.000 toneladas.

1.1.6. Consumo de algas para alimentación de organismos marinos

Una fuente potencial de demanda de algas pardas es el desarrollo del cultivo de organismos marinos tales como *Loxechinus albus* (erizo) y *Haliotis* sp. (abalon), ambos de desarrollo incipiente en el país, especialmente el primero.

Respecto a abalón una de las causas por las cuales la industria no ha tenido un desarrollo comercial ha sido por la dificultad de abastecimiento de alimento natural, que es *Lessonia* sp.. El alimento

artificial para esta especie no está completamente probado y es de costos altos para soportar una operación comercial en caso que sea eficaz. Por otra parte, el pellets que se necesita para estos Gastrópodos, requiere en su manufacturación de macroalgas.

Los requerimientos de alga fresca para un centro de producción de abalón con una capacidad de 100 toneladas anuales se estiman de 15 a 20 toneladas semanales, lo que es equivalente a un consumo de entre 800 y mil toneladas de *Lessonia* fresca por año.

1.2. La producción mundial de algas Laminariales, Gigartinales y Bangiales.

La producción mundial de algas, según las estadísticas de la Food and Agricultural Organization (FAO), ha tenido un incremento a partir de 1991; de un promedio aproximado a 4 millones de toneladas anuales mantenido entre 1983 y 1990, el desembarque ha crecido a una tasa promedio del 16% anual alcanzando un volumen de 6,37 millones de toneladas de peso húmedo (Figura 16).

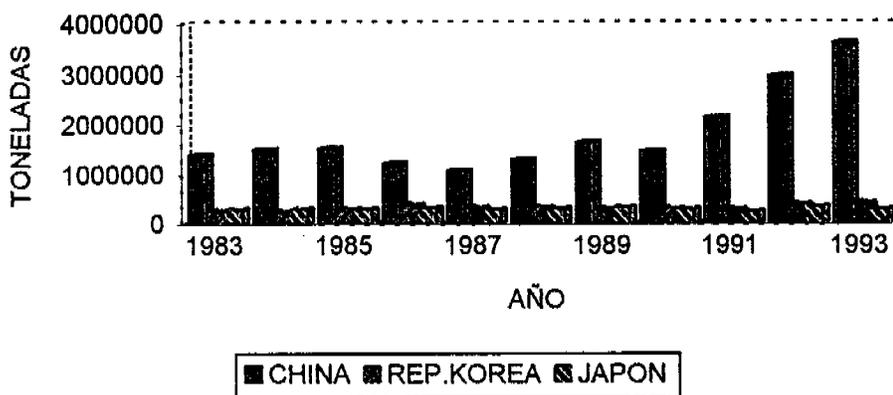


Figura 16: Producción Mundial de Algas, entre 1983 - 1993.

El mayor volumen corresponde a algas pardas, que de un desembarque entre 2.8 a 3 millones de toneladas anuales muestra un gran aumento a partir de 1991 alcanzando casi los 5 millones de toneladas de alga húmeda en 1993. Las algas rojas de una producción de un millón de toneladas han incrementado primero al nivel de 1,2 millones hacia 1988, para alcanzar un nivel ligeramente superior a 1,4 millones de toneladas de alga húmeda en 1993. Comparativamente la producción de algas verdes es insignificante y en ningún caso ha sobrepasado las 20 mil toneladas anuales.

El gran incremento del desembarque de algas pardas está constituido por la especie dominante de este grupo la *Laminaria japonicus*, en

tanto que en las rojas puede deberse principalmente a *Porphyra* sp; ambas especies son intensamente cultivadas en los países asiáticos y el incremento de su producción se debe a la mayor expansión de su cultivo reemplazando a la recolección desde los bancos naturales.

Entre los principales países productores de algas pardas China es el más importante, participando con un 56% del total mundial de estas algas, promedio entre 1983 y 1993; le siguen la República de Korea, la RDP de Korea y Japón con alrededor de un 10% cada una, completando así el 85 % del total mundial. Chile sólo figura con el 1,7% del total (Figura 17). Respecto de las algas rojas, Japón tiene la mayor participación con un 30% del total mundial seguido de Filipinas con un 20% y que ha observado un crecimiento sostenido de su producción; Chile tiene una participación del 9%, ligeramente inferior a China y la República de Korea (Figura 18).

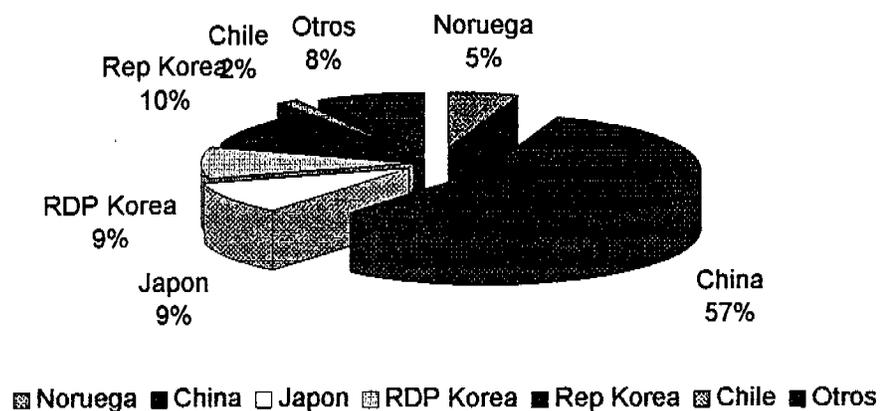


Figura 17: Principales Países Productores de Algas Pardas, 1983 - 1993.

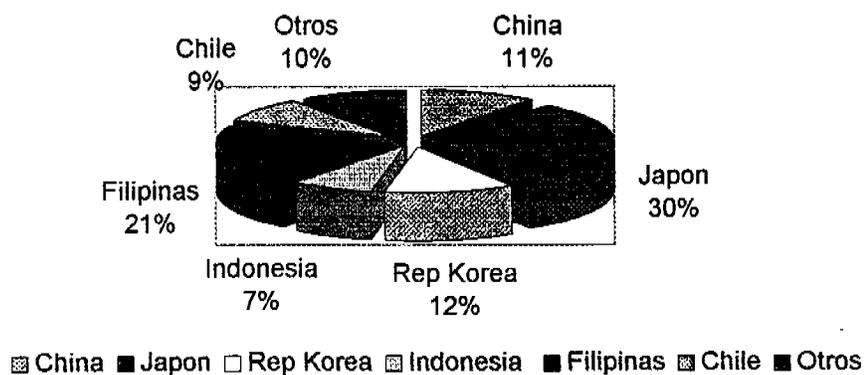


Figura 18: Principales Países Productores de Algas Rojas, 1983 - 1993.

1.2.1 Producción en Japón

Japón es un importador neto de algas ya sea para consumo humano o industrialización, con una gran cantidad relativa de *Undaria* en el primer rubro destinada a la producción de wakame. La producción interna de algas en Japón está destinada casi en su totalidad al consumo humano. De una producción sostenida alrededor de 300 mil toneladas anuales de algas pardas peso húmedo la mitad ella correspondería a *Laminaria japónica* de las cuales unas 140 mil toneladas provienen de cultivo, de acuerdo con la información presentada en Yamaha (1990), (Figura 19). La otra parte la compone principalmente *Undaria*, de las cuales unas 100 mil provienen de cultivo.

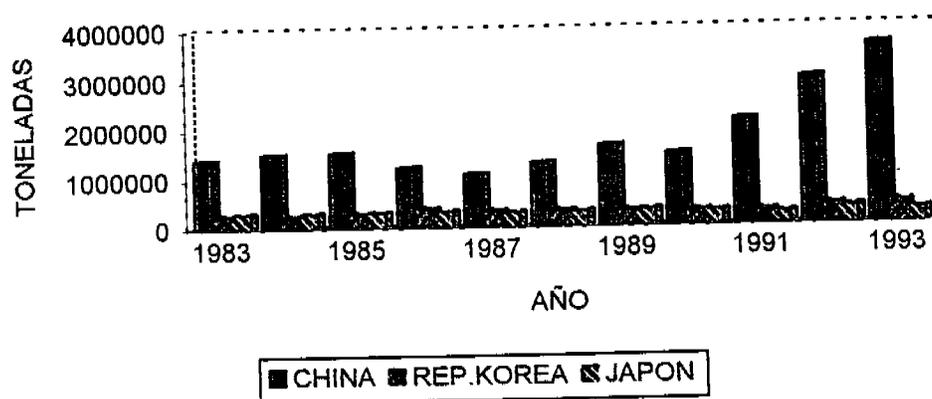


Figura 19: Producción Mundial de Algas Pardas en Principales Países.

En cuanto a algas rojas Japón mantiene un nivel de producción alrededor de 400 mil toneladas anuales peso húmedo la cual también la destina mayoritariamente al consumo humano, (Figura 20). De este volumen, unas 350 mil toneladas podrían corresponder a *Porphyra* para la producción de nori. La recolección de esta alga desde praderas naturales es insignificante, por lo que la totalidad es obtenida de cultivo, actividad que ocupa unas 12 mil hectáreas de superficie marina (Yamaha, op. cit.). La técnica de cultivo utilizada consiste en un sistema de redes, sujetas entre varas o flotantes, a las cuales previamente se han fijado los esporofitos en ambiente controlado.

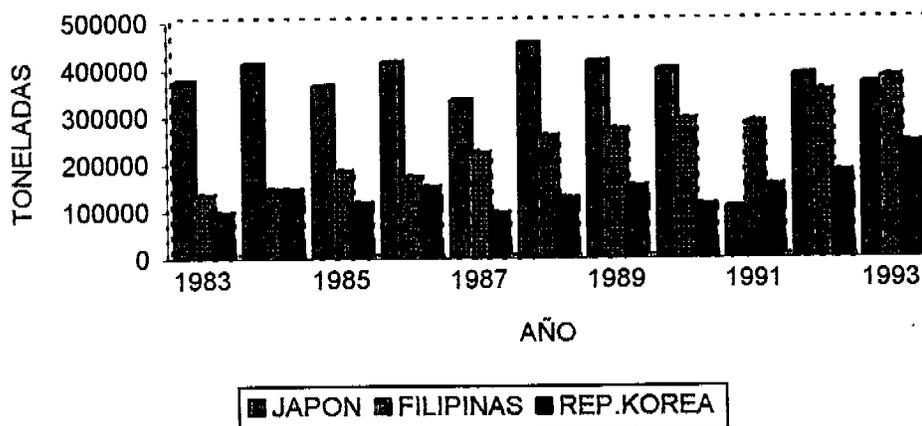


Figura 20: Producción de Algas Rojas en Principales Países, 1983 - 1993.

Se estima que la producción japonesa de algas está en sus niveles máximo y cualquier incremento sostenido de la producción sería bajo, exceptuando las variaciones anuales puntuales que puedan producirse por factores ambientales o de mercado u otros económicos. Por lo mismo es que el abastecimiento de materia prima para la producción de ficocoloides e incluso para satisfacer la demanda para consumo humano debe conseguirse en el mercado internacional; los grandes volúmenes de producción en otros países del área y con costos de producción más bajos permite la importación a precios comerciales especialmente para la utilización industrial del alga.

1.2.2 Producción en China

China es el principal productor en el mundo de algas pardas; su producción ha tenido un incremento espectacular desde 1,5 millones de toneladas anuales durante la década anterior ha llegado a niveles de 3,6 millones en 1993. Esta está compuesta por *Laminaria japónica* para la preparación de kombu el cual también tiene un consumo interno importante (Figura 20). Critchley, (1993) indica que existe un consumo de un millón de toneladas de alga húmeda, del cual un 80% se destina a kombu y u 12% a nori. Internamente existe una importante producción de alginatos a partir de *Laminaria japónica*, la que también es exportada para este fin o para consumo humano. Los niveles de producción han incrementado debido a la expansión de los

cultivos, alcanzando la superficie marina destinada al cultivo de *L. japónica* las 18.230 hectáreas según China Agricultural Yearbook de 1994.

La otra alga de importancia comercial es *Porphyra*, la principal alga roja, la que también es cultivada y que se destina a la producción de nori; la producción total de algas rojas es de una 150 mil toneladas al año de las cuales al menos un 80% debería ser *Porphyra*, con una superficie cultivada de 11.630 hectáreas. En los últimos años China también ha iniciado el cultivo de *Euchema* para el abastecimiento local de una de las dos plantas productora de carragenano (Richards-Rajadurai, 1990).

Las exportaciones chinas a Japón de las algas de interés para este estudio se estiman en unos 6 millones de dólares anuales, lo que no es una cifra alta dentro del total. Kombu es el producto comestible exportado, en tanto que *Laminaria* seca debiera ser el producto para uso industrial (Tabla IV). El resto de las exportaciones se destina a los mercados europeos y estadounidense. Por otra parte, China es un importador de *Euchema* desde Filipinas para completar el abastecimiento de las plantas de carragenano que en ella operan desde 1985.

1.2.3 Producción en República de Korea

La República de Korea es el país con el mayor consumo per capita de algas en el mundo; el consumo de wakame alcanza al 75% del total estando el resto principalmente compuesto por nori. La producción de algas en consecuencia está orientada hacia *Undaria* y *Porphyra*; de las cerca 400 mil toneladas anuales de algas pardas producidas en los últimos años, unas 350 mil toneladas se destinan a la obtención de unas 70 mil toneladas de wakame. *Undaria* es recolectada de bancos naturales y una parte menor es cultivada.

La producción de *Laminaria* es baja, no sobrepasaría las ocho mil toneladas anuales, las que se obtienen en su casi totalidad a través de su cultivo y se orienta a la producción de kombu. La otra alga parda cultivada es *Hizikia* obteniéndose unas 40 a 50 mil toneladas anuales destinadas en su totalidad a la producción de unas ocho mil toneladas de hijiki.

Según The Agriculture and Fisheries Statistics Bureau de 1994, en Korea existen unas 2660 licencias para el cultivo de algas para una superficie de 66.000 hectáreas, lo que significa un promedio cercano a las 25 hectáreas por licencia.

La principal exportación de Korea es wakame que en un 80% se destina al mercado japonés; la exportación de *L. japónica* a ese mercado es baja, estimándose en una 850 toneladas de Kombu y 1.150 toneladas de alga seca (Tabla IV). Por otra parte, Korea es el principal productor de carragenano en el Asia, para lo cual importa *Euchema* desde Filipinas para abastecer dos plantas que existen en el país.

Tabla IV. Exportaciones de algas (excepto aquellas destinadas a wakame, hijiki y a producción de agar-agar) desde China, R. Korea y Filipinas a Japón

| | Para consumo directo | | Para uso industrial | |
|--------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| | Volumen (ton.) | Precio (US\$/ton.) | Volumen (ton.) | Precio (US\$/ton.) |
| China | 1.950 | 3.050 | 780 | 320 |
| Rep.de Korea | 850 | 3.060 | 1.150 | 2.760 |
| Filipinas | | | 2.100 | 540 |

Fuente: Japan Tariff Association, 1989 a 1994.

1.2.4 Producción en Filipinas

Filipinas es el segundo país en la producción de algas rojas aportando aproximadamente el 20% de la producción mundial, después de Japón. Entre 1987 y 1991 la producción estaba en el rango de las 200-300

mil toneladas anuales de alga húmeda; para los dos años siguientes el rango subió a 300-400 mil toneladas.

La producción está orientada casi únicamente a *Euchema* sp para la producción de carragenano; según Llana (1991) alrededor del 93% de la producción de estas especies se destina a esta industria, la que se obtiene a través del cultivo. La recolección de *Euchema* desde praderas naturales es mínima, al igual que el volumen de desembarque de otras algas rojas comerciales tales como *Gracilaria* y *Porphyra* y que no se cultivan. Las principales especies cultivadas son *E. cottoni* para la producción de carragenano kappa y *E. spinosum* para producir carragenano iota; sin embargo, otros autores como Llana (op. cit.) cita solamente a *E. alvarezii* y *E. denticulatum* para como las algas cultivadas para los mismos fines.

Las técnicas de cultivo fueron introducidas en Filipinas en 1970; en la actualidad se utiliza el cultivo en monolíneas de fondo que se fijan en estacas o flotantes, en forma ocasional, donde las líneas se suspenden horizontalmente de una balsa de bambú. Actualmente la tendencia es tener producciones de varias "clases mensuales" del alga, con adpersión rotativa de las líneas inmediatamente una vez que estas se desocupan al cosechar cada vez la planta completa, lo que permite tener cosechas más frecuentes y producción continua (Padilla y Lampe, 1989).

El cultivo de algas se ha transformado en una buena forma de tener ingresos alternativos a la pesca para los pescadores artesanales filipinos. Las escalas de producción son variables y se clasifican como pequeñas, medianas y grandes dependiendo de la superficie y la producción mensual (Tabla V).

| Escala | Superficie (Ha.) | Producción (Kg.-mes) |
|---------|---------------------|-------------------------|
| Pequeña | menor de 0,25 | 4.400 |
| Mediana | 0,25 - 0,5 | 8.500 |
| Grande | mayor de 0,25 | 13.600 |

La superficie total cultivada ha incrementado de 5.700 hectáreas en 1988 (Llana, op. cit.) a 7.000 hectáreas en 1990 con un rendimiento de 5,8 a 7,6 toneladas (peso seco) por hectárea por cultivo (Samonte *et al.*, 1993). Por otra parte Padilla y Lampe (op. cit.) informan rendimientos de 36,04 toneladas (peso húmedo) por hectárea para una operación anual de 11 meses, bastante mayor que 6,27 toneladas por hectárea que se obtenía en 1978-79. Los mismos autores informan de costos de producción de 40 dólares por tonelada y precios de playa que fluctúan entre 200 y 230 dólares por tonelada, aunque en el tiempo el beneficio por tonelada ha disminuido con la consiguiente

disminución del retorno sobre la inversión que estiman en un 78% para un cultivo típico.

En los últimos años ha existido un crecimiento de la industria interna de carragenano, lo que ha expandido las operaciones de cultivo dado los retornos económicos de éstas y a la ubicación de nuevos espacios para el cultivo; la industria hacia 1990 estaba compuesta por una planta de carragenano refinado y otras tres firmas para la producción de carragenano no refinado. Estas pertenecen a compañías ligadas a corporaciones alemanas, danesas y estadounidense. La producción de algas no absorbida por las plantas locales se destina a los mercados de Europa (Dinamarca, Francia y Reino Unido), Estados Unidos y Asia (Japón, Korea y Taiwán) y otros; en 1988 un 57% de las exportaciones físicas se dirigían a Europa y un 16% a Estados Unidos (LLANA op. cit.). Los precios FOB por tonelada de alga seca (35% de humedad) fluctuaban en 1990 entre 675 y 700 para *E. cottoni* y entre 1.000 y 1.200 dólares para *E. spinosum*.

Con el fin de proteger a la industria, el Gobierno filipino prohibió la exportación de semillas y de algas frescas; de todas formas la industria está afectada por el incremento de la producción extranjera, particularmente de Indonesia en donde los precios de playa son más bajos, entre 110 a 200 dólares por tonelada. Los pronósticos indican que la oferta puede llegar a ser superior a la demanda con la

consecuente caída en el precio del producto; adicionalmente existe de por sí inestabilidad en los precios, lo que afecta más aún la producción sobre todo dada las condiciones de atadura insumo-producto existente en la industria (Padilla y Lampe op. cit.; Llana op. cit.).

1.3 Producción nacional de algas Laminariales, Gigartinales y Bangiales

1.3.1 Desembarque

El desembarque total de algas nacionales presenta fluctuaciones que se sitúan entre 75 mil toneladas anuales de peso húmedo en 1980 y 230 mil toneladas en 1990; durante el último quinquenio el promedio se aproxima a las 170 mil toneladas anuales, de las cuáles una 50 mil corresponden a cosecha de *Gracilaria* proveniente de cultivo. En este período la explotación de los recursos algales generaron exportaciones por un valor nominal promedio de 16,4 millones de dólares, de los cuáles unos 12 millones corresponden a valor de exportación de las algas de interés. Al agregar las exportaciones de alginatos y carragenano este valor promedio sube a 19,2 millones de dólares por año.

Los registros de desembarque del SERNAP indican grandes fluctuaciones en el desembarque (recolección) de *Lessonia*, entre 27

mil y 121 mil toneladas anuales; aunque no es posible ajustar significativamente una tendencia, se aprecia que el desembarque se mueve débilmente en forma ascendente, especialmente en los últimos años, pero con una tasa baja (Figura 21). La otra alga parda de importancia comercial, *Macrocystis*, presenta volúmenes de recolección bastante menores y con una disminución persistente a partir de 1990.

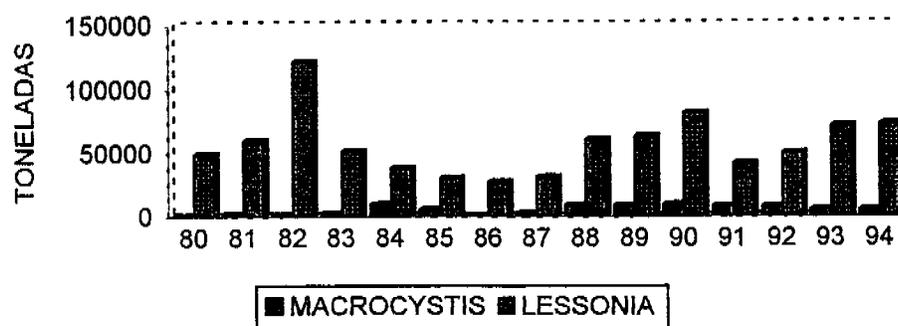


Figura 21: Desembarque Anual de *Lessonia* y *Macrocystis* entre 1980 y 1994.

En cuanto a las algas rojas *Iridaea* y *Gigartina* la recolección también muestra las mismas características fluctuantes de las anteriores; sin embargo es destacable los períodos más cortos de estas fluctuaciones para las algas *Iridaea* que para las *Gigartina*. Se aprecia que la recolección de *Iridaea* explotando las áreas actuales podría mantenerse entre las 25 mil y 28 mil toneladas anuales bajo la actual

tecnología; en tanto en *Gigartina* el rango es proporcionalmente más amplio, fluctuando entre 5 mil a 10 mil toneladas anuales en las circunstancias actuales (Figura 22). Los registros de desembarque de *Porphyra* indican recolección esporádica con un volumen máximo de 181 toneladas en 1993.

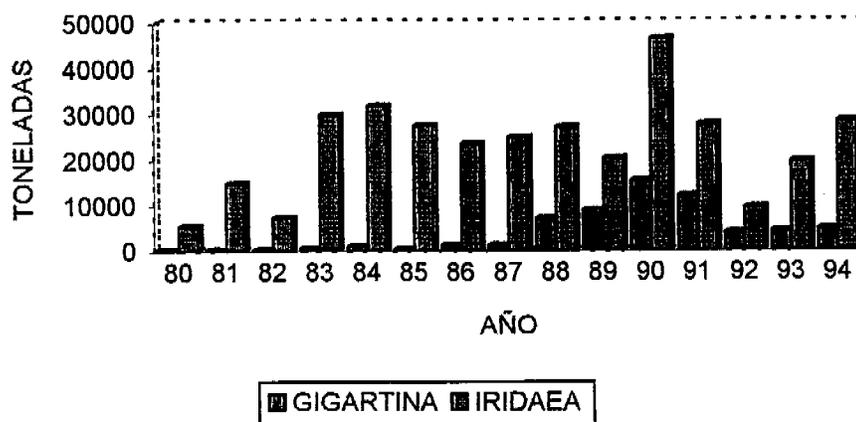


Figura 22: Desembarque Anual de *Gigartina* e *Iridaea* entre 1980 y 1994.

En general puede que estas fluctuaciones se deban principalmente a las variaciones de demanda del mercado internacional caracterizado por inestabilidad de precios más que a explotación excesiva de los recursos; esto también ha sido señalado por Ponce (1986). Tal vez esto sea menos efectivo en el caso de *Iridaea* ya que interanualmente se observa tendencias opuestas en la recolección en las dos regiones en

que se extrae el alga, la VIII y X regiones; ello podría significar traslado de recolectores hacia la región con mayor abundancia a fin de mantener el rendimiento anual global para satisfacer la demanda. También en el caso de *Gigartina* podría esperarse, dado el comportamiento del desembarque, que existiera una sobreexplotación de las praderas naturales dado los precios crecientes que esta alga enfrenta.

1.3.2 Zonas de recolección y estacionalidad

La extracción de *Lessonia* y *Macrocystis* se concentra en la zona centro norte, siendo la III región la que concentra el mayor desembarque con una participación promedio de 49% y 62%, respectivamente. En cambio para *Gigartina* e *Iridaea* el desembarque se concentra en las Regiones VIII y X; para *Gigartina* la X región participa con un 81% del desembarque, en tanto que para *Iridaea* la participación de las Regiones VIII y X se distribuye en un 41% y 49%, respectivamente (Tabla VI). A diferencia del comportamiento inter-regional del desembarque de *Iridaea*, en el caso de las otras especies citadas se observa que las expansiones y regresiones de sus fluctuaciones se producen simultáneamente en la misma dirección en las regiones donde se recolectan; ello ayuda a explicar parcialmente que dichas fluctuaciones no están muy relacionadas con la intensidad de

explotación de las praderas naturales, estando más bien afectadas por el comportamiento de la demanda.

Si bien los desembarques indican que la recolección de estas algas se realiza durante todo el año, existe una marcada estacionalidad para *Gigartina* e *Iridaea* que se manifiesta entre los meses de septiembre y abril. Dicha estacionalidad está en relación con la mayor actividad de su ciclo productivo y condiciones ambientales favorables a su desarrollo en esa época, que también favorece las faenas de los recolectores especialmente en la zona sur del país donde se concentra la actividad de recolección. El número de personas que participa en la recolección de algas no es posible precisarlo; la única información que puede ser aproximada son los registros de SERNAP, que indican que en 1994 existían 6.225 recolectores de orilla en el país (Tabla VI).

Tabla VI. Participación regional en el desembarque de algas, período 1980-94, en porcentaje del total

| Regiones | I | II | III | IV | VI | VII | VIII | X | Otras |
|------------------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|
| <i>Lessonia</i> | 11 | 28 | 49 | 11 | | | | | 1 |
| <i>Macrocystis</i> | 4 | 12 | 62 | | | | | | 22 |
| <i>Gigartina</i> | | | | | | | 17 | 81 | 2 |
| <i>Iridaea</i> | | | | | 4 | 2 | 44 | 49 | 1 |
| Recolectores de orilla | 187 | 61 | 154 | 503 | 209 | 377 | 1.026 | 2.201 | 1.507 |

Fuente: Anuarios Estadísticos de Pesca, SERNAP.

La formas de recolección varían de acuerdo a la localidad y a la especie y su medio ambiente; por ejemplo, durante los periodos de baja marea las algas en la zona intermareal son recolectadas manualmente. Las de la zona submareal se recolectan en la zona intermareal cuando se producen varazones y también son extraídas por buceo apnea en las zonas de poca profundidad y por buceo tipo hooka a profundidades mayores a 1,5 metros.

1.3.3 Estructura de la industria y comercialización

La producción de algas se destina mayoritariamente a la exportación como alga seca, con un contenido de humedad que generalmente es de un 18%, y a la industria nacional de alginato y carragenano en cuyo caso el contenido de humedad es alto.

Las empresas dedicadas a la exportación de algas secas por lo general no están especializadas sino que ofrecen la variedad casi completa de las algas exportables; sin embargo el número de éstas dedicadas a la exportación varían con la especie. De acuerdo a los registros de exportación en los últimos ocho años el número promedio dedicada a cada especie fluctúa entre siete y diez empresas.

En término de la concentración de las exportaciones físicas se observa un índice cercano al 75% del volumen exportado en dos empresas, no

significando siempre las mismas, para *Lessonia* y *Gigartina* y de un 56% para *Iridaea*; este índice es bastante constante para *Lessonia* e *Iridaea*, en tanto que para *Gigartina* tiende a disminuir en los últimos años del período. Cuando el índice se establece para las primeras cuatro empresas con mayor volumen de exportación este es bastante estable y se aproxima al 90% del total exportado.

En cuanto a la industria de ficocoloides existen tres plantas para la producción de alginato, aunque sólo dos figuran con continuidad en las exportaciones, y cinco plantas para producir carragenano; dos de ellas iniciaron su operación en 1993 y 1994, en tanto que solo dos han exportado constantemente.

El proceso de secado final, limpieza y preparación del alga de exportación es realizado por las propias firmas exportadoras. El abastecimiento lo logran a través de proveedores o mayoristas de playa que compran a los recolectores en las caletas o bien adquiriéndola directamente de los recolectores y de sus organizaciones cuando existen. La calidad del alga adquirida varía en contenidos de humedad, la que fluctúa entre un 35% a un 90-95%, dependiendo de esta y del grado de impureza el precio de venta. Las impurezas presentes son arena y otras algas alcanzando a un 7% y a un 8-10% respectivamente en algas húmedas y a un 5% y 3% en algas secas.

La Tabla VII a continuación muestra los precios por alga húmeda para la actual temporada de recolección según información proporcionada por exportadores. A partir de esta misma, de acuerdo a los rendimientos informados de un 11%, desde alga húmeda con impurezas a alga exportable, se puede estimar precios superiores en un 60% para alga completamente limpia.

| Tabla VII. Precios de alga húmeda con impurezas, temporada 1994-95 | | |
|---|--------------------------|----------------------------------|
| | Precio playa (\$/Kg.) | Precio intermediario (\$/Kg.) |
| <i>Lessonia</i> | 30 - 40 | 50 |
| <i>Gigartina</i> | 55 - 65 | 65 - 70 |
| <i>Iridaea</i> | 35 - 50 | 40 - 50 |

1.3.4 Mercados de exportación

Los principales mercados de destino de algas secas y de ficocoloides nacionales son Japón, Estados Unidos y la Unión Europea; el volumen exportado de algas pardas y rojas, excluyendo *Gracilaria* y *Gelidium*, ha fluctuado entre 16 mil y 29 mil toneladas anuales en los últimos ocho años. Por otra parte las exportaciones de alginato y carragenano han incrementado desde unas 600 toneladas anuales en 1991 a

alrededor de 1.400 toneladas en 1994, mostrando un crecimiento sostenido en ambos ficocoloides. A continuación se presenta una descripción de la evolución y tendencia de estas exportaciones por tipo de producto.

1.3.4.1 Exportaciones de *Lessonia*

Las exportaciones de *Lessonia* se concentran hacia dos mercados: Japón y el Reino Unido, con volúmenes bastante similares, entre cinco mil a seis mil toneladas hacia cada uno de ellos, que muestran una tendencia a estabilizarse en los últimos tres años; ello independiente del volumen total exportado de esta alga, el que presenta fluctuaciones supuestamente por variaciones en la cantidad demandada desde otros mercados como Estados Unidos y Francia. La demanda desde estos se presenta inestable recurriendo al abastecimiento nacional cuando pudiera existir escasez en el resto de sus proveedores lo que se refleja en el precio. El precio FOB muestra una tendencia sostenida al alza, con caídas puntuales que reflejarían disminuciones de la demanda desde mercados distinto al de Japón y del Reino Unido (Figura 23).

Sin embargo el precio muestra niveles distintos en los últimos cuatro años en estos dos mercados; en el mercados japonés, luego de fluctuaciones en el rango de los 210 a 260 dólares por tonelada se

tiende a mantener entre los 240 y 250 dólares por tonelada con una caída suave dentro de este rango. Para el mercado del Reino Unido en cambio, el precio ha tendido sostenidamente al alza, excepto en 1994 que cae a unos 290 dólares la tonelada, lo que justifica la importancia relativa que ha tomado este mercado en determinados períodos. El nivel de precios de Lessonia para el total exportado puede situarse entre los 260 y 270 dólares la tonelada; en el que va corrido de 1995 el precio FOB se sitúa en 280 dólares la tonelada.

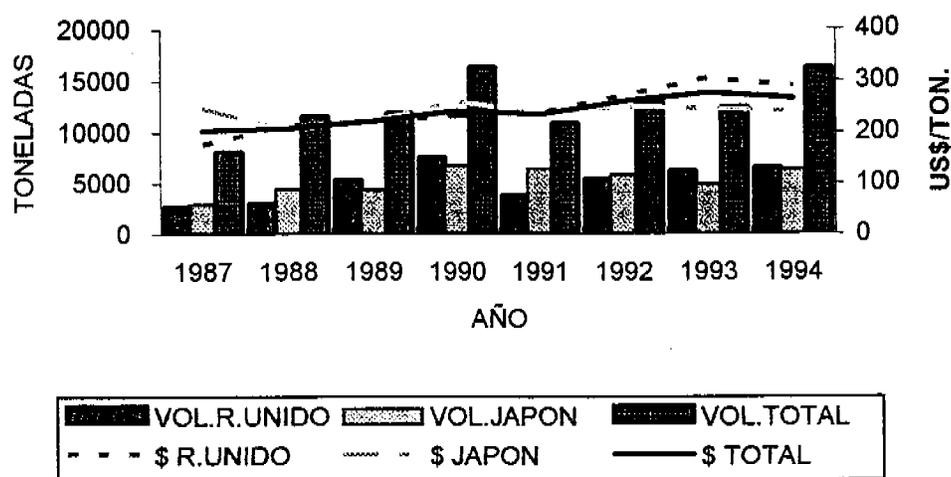


Figura 23: Volumen y Precio de Exportaciones de *Lessonia* a Principales Mercados.

1.3.4.2 Exportaciones de *Gigartina*

Las exportaciones de *Gigartina* se dirigen casi exclusivamente hacia tres mercados: Estados Unidos, Dinamarca y Francia, en este orden de importancia; un cuarto mercado de destino es Japón, pero con un consumo bajo y muy variable. El consumo más estable proviene de Estados Unidos entre 1.800 a 2.800 toneladas anuales, en tanto que el de Dinamarca y Francia, más fluctuante, muestra cantidades similares; aunque en los últimos tres años el de Dinamarca se mueve entre las mil y dos mil toneladas con un fuerte incremento y Francia se mantiene entre 500 a 700 toneladas luego de la baja total de 1992 (Figura 24).

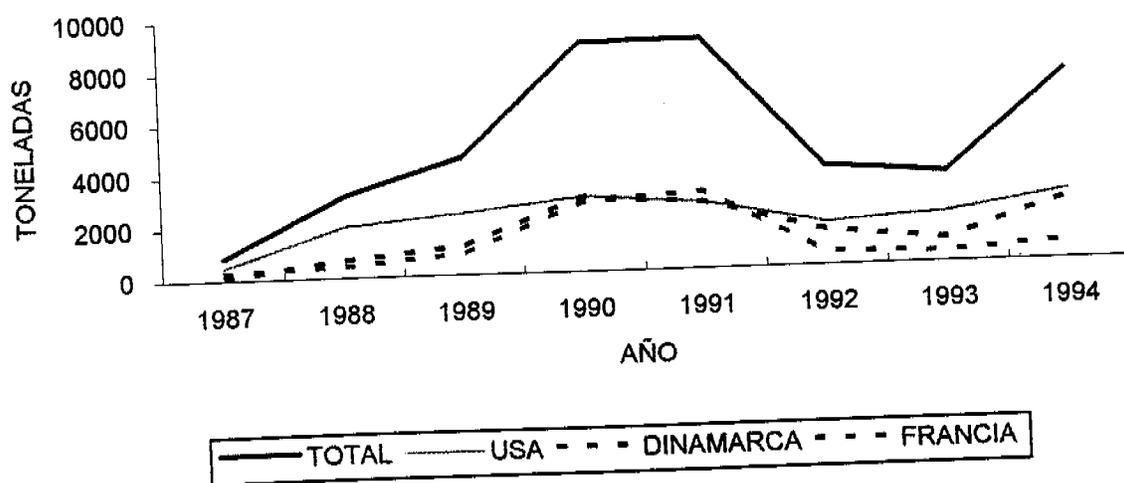


Figura 24: Exportaciones de *Gigartina* realizadas a Principales Mercados.

El precio FOB de *Gigartina*, luego de un nivel estable ligeramente superior a los 600 dólares la tonelada, sufre una fuerte alza en 1990 que culmina en 1991 alrededor de 980 dólares por tonelada. Sin duda que estos niveles de precio provocaron el aumento del volumen de exportaciones desde cuatro mil a casi nueve mil toneladas anuales en esos años (Figura 25).

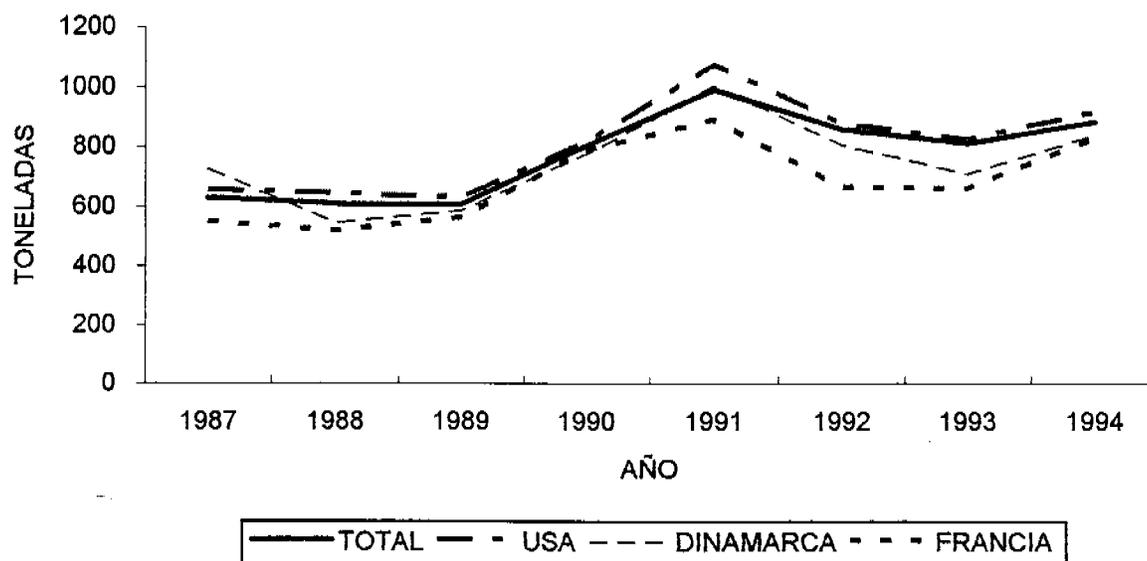


Figura 25: Precio de Exportación de *Gigartina*, entre 1987 y 1994.

La posterior caída de este precio está provocada, probablemente por señales de sobre oferta mundial ante el incremento de la producción de cultivos en el Asia, no descartándose una excesiva intensidad de

explotación de la pradera natural. A partir de 1994 la producción enfrenta un aumento en la demanda, que no se manifiesta en volumen exportado ni en un aumento importante en el desembarque, con un nivel de precios de casi 900 dólares por tonelada en el promedio. En la actualidad, en la temporada 1995, el precio promedio presenta una brusca alza a niveles de 1.300 dólares por tonelada, lo que se sustentaría en el hecho que parcialmente los exportadores nacionales están logrando un mercado distinto al destino para uso industrial de la *Gigartina*.

1.3.4.3 Exportaciones de *Iridaea*

Los mercados de destino de *Iridaea*, al igual que *Gigartina*, son Estados Unidos, Dinamarca y Francia que en conjunto concentran el 90% del volumen exportado; Japón no alcanza a participar con un dos por ciento del total. Las exportaciones muestran una tendencia sostenida a la disminución, aunque esta se revierte a partir de 1993 (Figura 26); cabe destacar que para el período los desembarques de *Iridaea* han presentado fluctuaciones que parcialmente, como podría esperarse, no coinciden con la de las exportaciones lo que en parte podría justificarse por discrepancias entre las fuentes de información y la calidad de la misma.

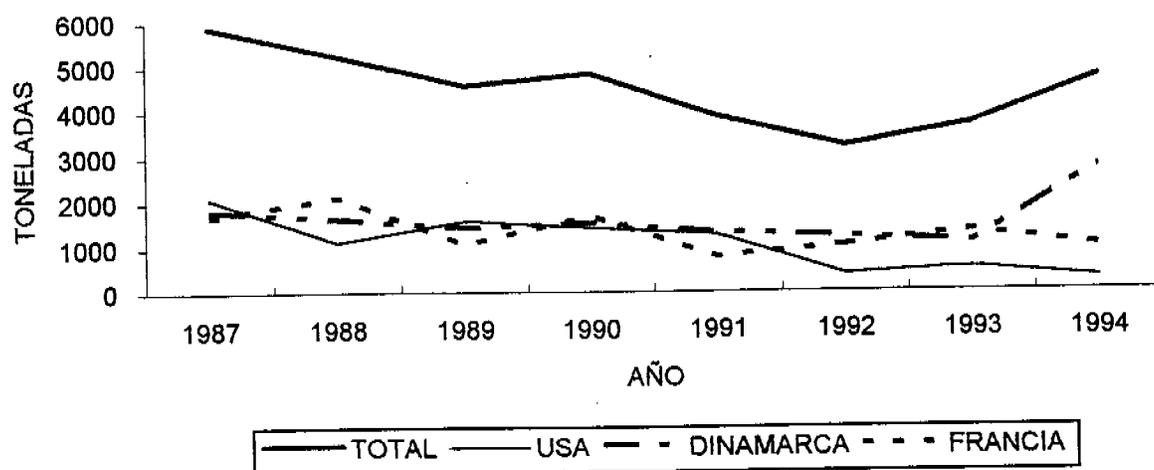


Figura 26: Exportaciones de *Iridaea* realizadas a principales mercados.

En el período analizado, 1987 a 1994, las exportaciones dirigidas hacia los tres mercados principales se mantienen dentro del rango de las 1.500 a dos mil toneladas anuales a cada uno de ellos hasta el año 92; a partir de este las exportaciones a Estados Unidos descienden al rango de las 500 toneladas anuales. El aumento del total exportado a partir de 1993 es absorbido inicialmente por Francia y en 1994 por un gran incremento hacia el mercado danés.

El precio FOB ha sufrido variaciones importantes en el período subiendo primeramente de un nivel de unos 500 dólares por tonelada a alrededor de 800 dólares la tonelada, con una caída posterior de unos 225 dólares para recuperarse a un nivel de 750 dólares, valor que se mantiene en lo va corrido de 1995 (Figura 27).

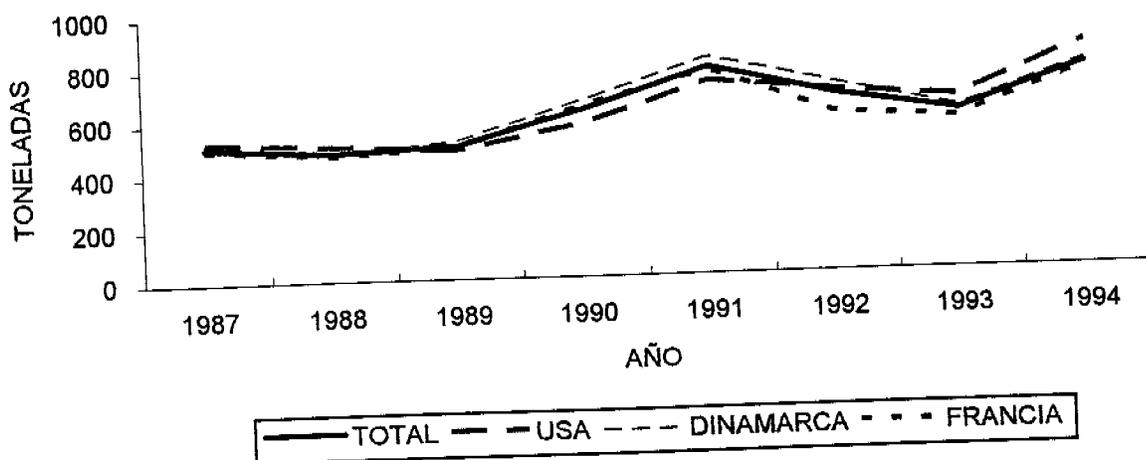


Figura 27: Precio de Exportaciones de *Iridaea* entre 1987 y 1994

Sin duda que esta trayectoria, que implica una tendencia creciente del precio FOB especialmente hacia el mercado danés, proporciona indicios de una demanda creciente del mercado externo para *Iridaea*. Sin embargo, la producción exportable no ha podido responder a esta mayor demanda a excepción de 1994. Adicionalmente al problema de información mencionado anteriormente, la eventual excesiva

explotación de la pradera natural sería la causa que también pueda explicar este hecho. Nótese que el aumento de la producción en los últimos dos años, como fuera indicado en el punto 1.3.2, tendría relación con la recuperación de praderas dada una rotación natural a escala regional en la explotación cuando los rendimientos de sus praderas disminuyen a niveles que resultan económicamente poco atractivos.

1.3.4.4 Exportaciones de alginato y carragenano

Las exportaciones físicas de ambos ficocoloides muestran un incremento sostenido entre el período 1991 a 1994, con una tasa promedio de un 20% anual para el alginato y de un 36% para el carragenano; esta tuvo un incremento de casi 70% sólo en 1994.

El principal mercado de destino de alginato es Japón, el que absorbe un volumen de unas 270 toneladas anuales a un precio FOB bastante estable de 5.500 dólares por tonelada (Figura 28). La mayor producción está siendo absorbida por países del MERCOSUR como Argentina y Brasil que en conjunto muestran incrementos significativos en la importación de alginato nacional; en 1994 el volumen se elevó a 90 toneladas, lo que significó casi un 40% y un 160% de incremento respecto a 1993 y 1994, respectivamente. El otro mercado de destino que presenta crecimientos relativos similares es

Estados Unidos, que en 1994 importó 50 toneladas. El precio para estos mercados tiende a estabilizarse en los 6.000 y 5.000 dólares FOB por tonelada respectivamente, luego de una disminución debida eventualmente a un aumento de la oferta mundial del alginato, lo que puede estar influyendo en el aumento de la exportación nacional a ambos mercados.

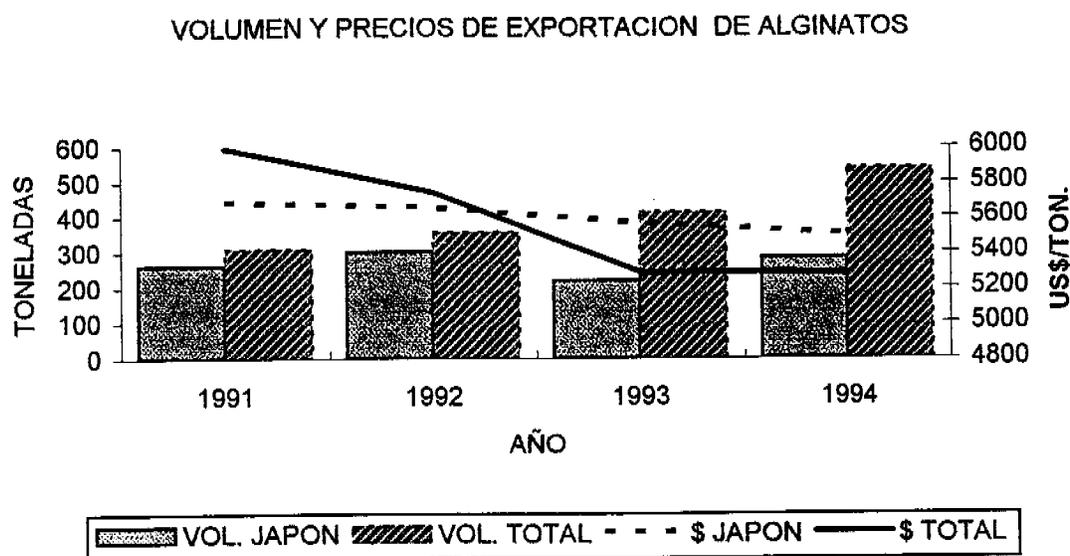


Figura 28: Volumen y Precios de Exportación de Alginatos entre 1991 y 1994.

Las exportaciones de carragenano de un nivel en el rango de las 300 a 400 toneladas anuales, incrementaron a casi 800 toneladas en 1994; el principal mercado de destino es Dinamarca con una 270 toneladas anuales, en 1994 se elevó a las 360 toneladas (Figura 29). La mayor producción también está siendo absorbida por países del MERCOSUR y

del NAFTA , grupos que importaron en conjunto unas 180 toneladas durante 1994. Los precios muestran una caída continua, desde 14.000 dólares por tonelada en 1991 a 8.000 dólares en 1994 y a alrededor de 7.600 dólares en la temporada presente de 1995. El precio al mercado danés representa aproximadamente un 70% del precio a los otros mercados mencionados. Nuevamente el comportamiento del precio y la penetración de mercados distintos al danés se debería a situación de sobre oferta producto de la mayor producción proveniente de países asiáticos.

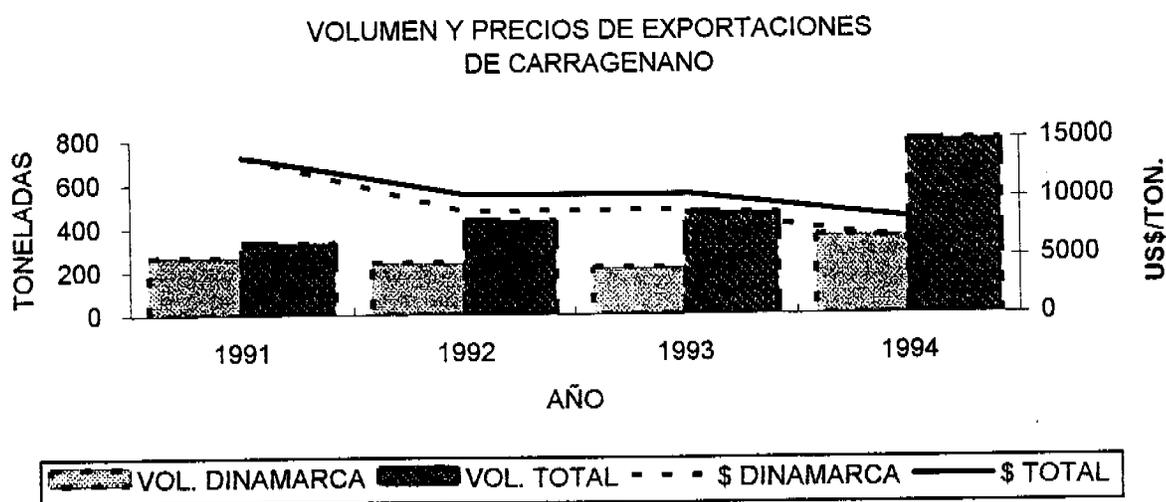


Figura 29: Volumen y Precios de Exportaciones de Carragenano entre 1991 y 1994.

1.4 Evaluación a nivel de perfil del cultivo de algas Laminariales, Gigartinales y Bangiales

Esta sección contiene un análisis global y resumido de los antecedentes sobre demanda y producción de algas presentados en las secciones anteriores, lo que permitirá entregar una evaluación gruesa de la idea desarrollar el cultivo de las algas sujeto de este estudio. Una evaluación monetaria de la idea se ha preferido considerarla solamente en el capítulo referente al estudio de pre-factibilidad económica.

De los variados factores que pueden estar influyendo en la posibilidad de desarrollar el cultivo de las algas nativas Laminariales, Gigartinales o Bangiales los más relevantes a considerar son el factor institucional, el factor tecnológico y el factor mercado, en el que el precio del producto refleja su nivel de escasez.

El factor institucional dice relación con las disposiciones legales que regulan la actividad de acuicultura en el borde costero y que están contenidas en la ley N° 18.892 y sus modificaciones, Ley General de Pesca y Acuicultura. Ella establece que existirán determinadas áreas donde se podrá dicha actividad, exceptuando entre otras aquellas donde existan bancos naturales de recursos hidrobilógicos incluyendo las praderas naturales de algas (Artículo 67); sin embargo, se podrían

a la vez exceptuar aquellas que se destinen a áreas de manejo por parte de las organizaciones de la pesca artesanal (Artículo 48, letra d).

La ley privilegia en consecuencia la mantención de la pradera natural, especialmente cuando se trate de organización de sistemas de cultivo de escala industrial. Por otra parte, la disponibilidad de áreas aptas de acuicultura para el cultivo de algas enfrenta dos restricciones importantes: una geográfica y otra económica. Geográficamente las áreas donde las condiciones ambientales son más apropiadas, generalmente aquellas con aguas más frías de la zona sur, la costa se caracteriza por tener pocas áreas protegidas o por falta de acceso terrestre o bien, aún cuando no existieran estas dificultades como en el área de aguas interiores, las áreas aptas para el cultivo han sido autorizadas para cultivo de otros recursos como salmón y moluscos, que presentan un mayor atractivo económico. De aquí se deriva la otra restricción, puesto que el costo de oportunidad de sustituir estos cultivos pudieran ser económica y socialmente altos, con lo cuál el espacio para el cultivo de algas es bastante limitado.

En este panorama el cultivo que requiera grandes extensiones se ve dificultado, lo que puede ser el caso del cultivo de *Lessonia* y, en menor escala de *Gigartina* o *Iridaea*; no así probablemente de *Porphyra*, que puede aprovechar pequeñas áreas de la zona

intermareal para bajos niveles de producción individual o en combinación con otros cultivos como los de moluscos.

El segundo factor a considerar es el tecnológico; tal vez de los tres mencionados es el menos restrictivo ya que las técnicas de cultivo se encuentran muy desarrolladas permitiendo la obtención de semillas artificialmente, la extensión y continuidad de la producción de algas disminuyendo su característica de estacionalidad y mayores rendimientos por unidad de área en comparación al de la pradera natural. Sin embargo, esta tecnología incurre en costos muy superiores en relación a la producción por recolección y por lo mismo, cuando las fases de mar del cultivo son tecnológicamente más avanzadas y de mayor tamaño, se tiende no solamente a ampliar el tamaño del cultivo sino también a integrarlo con la fase de producción de semilla (hatchery); se estima que ello es apropiado para algas Laminariales y Gigartinales considerando las restricciones de área que mencionadas anteriormente. Cabe hacer notar que si bien el tamaño de los cultivos en países asiáticos son pequeños, por ejemplo entre 0,5 a dos hectáreas, estos son de explotación individual, se presentan como una actividad complementaria aun cuando para otros es una actividad alternativa para personas radicadas en lugares fijos de la costa, y están próximo a los mercados de consumo donde existe una alta demanda para consumo humano; obviamente que esta no es la situación en el sector nacional.

El último factor, el mercado, es sin duda el de mayor importancia de los tres citados; la actividad de cultivo se desarrollará en la medida que exista una necesidad de consumo mayor al que puedan entregar sostenidamente la recolección de algas desde praderas naturales y, teniendo la tecnología, la producción podrá responder según el precio de mercado. Este refleja entonces la escasez que es resultado de las fuerzas de la demanda y la oferta. Para las exportaciones nacionales de algas o de los productos que de éstas derivan el precio se considera dado, debido al bajo volumen relativo que estos presentan en el mercado internacional. Cabe hacer notar que la presencia en este mercado de las algas tiene un tiempo suficiente para que el producto se haya asentado y sea conocido, por lo que la comercialización del alga nacional no debiera enfrentar problemas de esta índole; tampoco experimenta restricciones arancelarias o para arancelarias como sucede con otros productos de origen marino.

Para el caso de *Lessonia* las perspectivas son de seguir respondiendo a la demanda como materia prima para fabricar alginato desde el mercado externo e interno y como alimento fresco animal en la eventualidad que se desarrolle el cultivo del abalón. No se ve posible por ahora el uso para la preparación de producto de consumo humano, por ejemplo para la producción de kombu, dado que el mercado japonés es casi autosuficiente y en la eventualidad se abastece

desde China de *Laminaria japónica* donde esta alga presenta alta abundancia.

El consumo de *Lessonia* nacional seca de Japón y del Reino Unido, los dos principales mercados que absorben alrededor del 87% del volumen exportado, se observa bastante estable por lo que no se esperan cambios importantes en este. Incluso tampoco podría esperarse incrementos en el precio, aunque el desembarque nacional disminuyera considerando nuevamente la alta producción china que también está dirigida a los mismos mercados a los cuales se destina el alga nacional.

La producción de alginato nacional está en alza, previéndose aumento de las exportaciones hacia mercados regionales del NAFTA y MERCOSUR. Las exportaciones hacia Japón, principal consumidor, encaran una demanda estable, al igual que el precio FOB alrededor de los 5.550 dólares por tonelada. El consumo adicional de alginato requeriría una mayor producción, entre 2.500 a 3.500 toneladas de alga húmeda. Por otra parte, un eventual consumo para una producción incipiente de abalon de 300 toneladas anuales requeriría de un abastecimiento continuo de *Lessonia* que en términos anuales se dimensiona entre 2.500 a 3.000 toneladas. Dada las características exigidas de cercanía y continuidad del abastecimiento es que la opción de alimentación del molusco es producir el alga a través de cultivo. En todo caso, no se espera que esto lleve a precios del alga húmeda muy

distinto de los actuales, los que seguirán siendo marcados por el precio de exportación y que es más bien bajo para la producción del alga a través del cultivo; este es posible en Japón dada el alto precio del alga que es destinada al consumo humano. Ante esto la opción es la producción a gran escala por unidad y de poca intensidad en mano de obra.

El cultivo de *Gigartina* e *Iridaea* puede desarrollarse con la misma tecnología y ambas por lo general se destinan al mismo uso, producción de carragenano. Sin embargo, se observa un aumento en la demanda por *Gigartina* que se refleja en los precios de exportación debido a un consumo diferente al industrial. Aún cuando la tecnología de cultivo es más costosa que en caso de *Lessonia*, el incremento de la demanda permitiría que esta pueda originar su cultivo comercial a escalas de tamaño unitarios moderados. No sería el caso de *Iridaea*, que aún cuando existe un mayor consumo principalmente por parte de la industria nacional de carragenano, el precio de exportación del alga y, por ende del carragenano, se mantiene en niveles que no haría económicamente factible su cultivo; de hecho el precio de esta alga en estado húmedo es ligeramente superior al de *Lessonia*. Su precio de exportación en estado seco o como carragenano es altamente dependiente de la producción filipina, cuya industria de cultivo de algas similares ha tenido un gran crecimiento al igual que su industria de carragenano y cuyos mercados de destino son los mismos que para los

productos nacionales. La excepción la constituye el mercado regional del MERCOSUR, hacia el cuál ha habido un importante aumento de las exportaciones nacionales de carragenano, pero este mayor consumo no se ha traducido en precios mayores por las causas indicadas.

Respecto a las perspectivas del cultivo de *Porphyra* son más remotas pues no tiene un mercado desarrollado; si bien es un alga de gran valor nutricional, los grandes consumidores como Japón y Korea entre otros son autosuficientes tanto para abastecer su mercado interno como externo. Tampoco el mercado nacional se ha desarrollado para esta alga, excepto en algunos mercados locales muy pequeños. Por lo mismo se estima que este cultivo podría pensarse en escalas muy pequeñas en su fase de mar y como una actividad alternativa para algunos lugareños que normalmente se dedican a la recolección y comercialización del alga en los mercados locales. En este esquema la producción de semillas debería organizarse en forma independiente a fin de abastecer a los pequeños cultivadores

2. TECNOLOGIAS FACTIBLES DE TRANSFERIR Y/O ADAPTAR.

Analizados los diferentes sistemas investigados y contrastados los resultados a las condiciones chilenas, en concordancia con los ciclos de vida de las especies, se ha estimado conveniente diseñar para todas las macroalgas en estudio, una secuencia productiva con una fase en ambiente controlado, hatchery, y una fase en ambiente natural. En la figura 30 de la página siguiente, tomando como ejemplo a *Lessonia trabeculata*, se relaciona la tecnología de ambiente controlado con la fase haploide, gametófitica, que necesita de equipamiento básico tradicional de hatchery. Con adecuaciones apropiadas para cada macroalga, esta técnica debe seguir la misma secuencia. La segunda fase, consistente en un cultivo suspendido o de fondo con unidades de producción definida para cada grupo de algas estudiadas, relaciona la técnica enunciada con el ciclo de vida a partir de esporofitos juveniles, es decir la fase diploide del ciclo de vida, que para fines técnico-económicos son denominados "semilla".

Por estos motivos, a continuación se especifica el equipamiento necesario de hatchery común para todas las especies estudiadas, y posteriormente en cada secuencia específica de producción se realiza el análisis de los equipos especiales y sistemas de producción en mar.

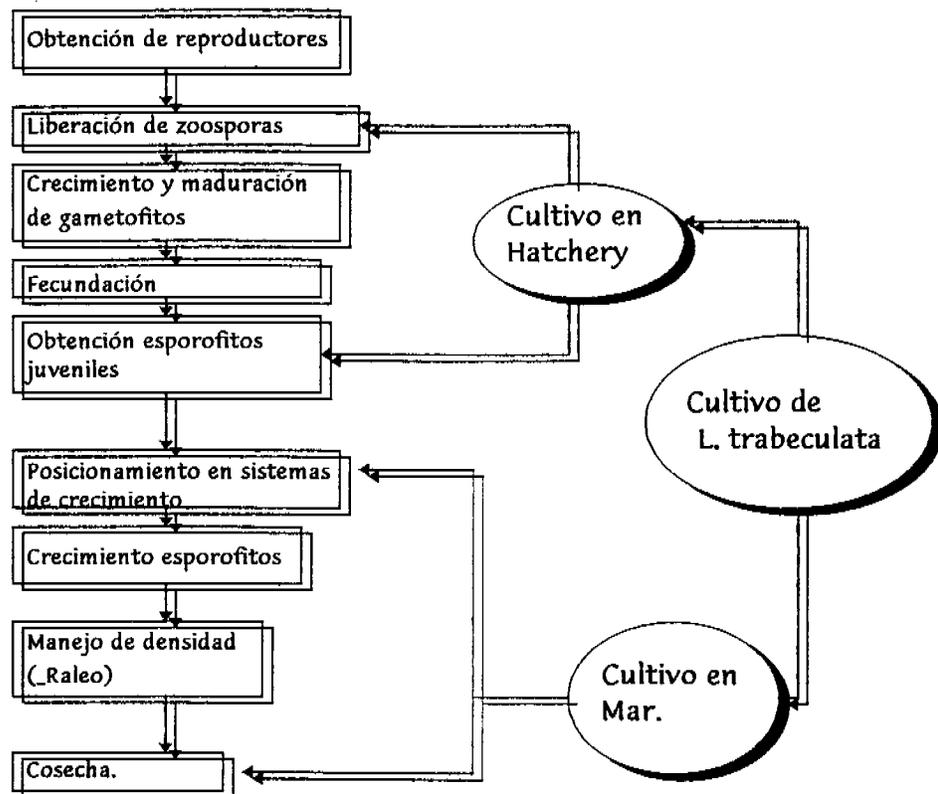


Figura 30: Ciclo de producción para cultivos de *Lessonia trabeculata*

Características de los equipos y materiales en general.

La tubería, sus accesorios y válvulas que componen el sistema de conducción de agua del sistema hatchery ha sido considerado en P.V.C. de alta densidad.. El blower es un equipo aireador para trabajo continuo, equipado con un motor de 1/2 hp y para una capacidad de flujo de aire máximo de 42 cfm.. El sistema de filtración contemplado, es construcción particular con elementos filtrantes mecánicos sólidos para favorecer la acción bacteriana positiva de filtro biológico, adicionándose en la secuencia de flujo componentes de cartucho de 30, 10 y 5 micras.

La sanitización proyectada consiste en un set de radiación ultravioleta modelo QL-40, con tubos de 40 watts de cuarzo puro, carcasa de P.V.C de alto impacto y con una aceptación de flujo óptimo de 4 m³/hr.

Los estanques considerados de P.V.C son de interiores claros, recomendable blancos para favorecer la refracción luminosa, lavables y sanitizables.

El ítem materiales de laboratorio incluye todo el material fungible necesario para la operación en el hatchery, reactivos para enriquecer el agua de mar previamente filtrada y sanitizada, además de un horno pasteur para esterilizar los materiales y material óptico.

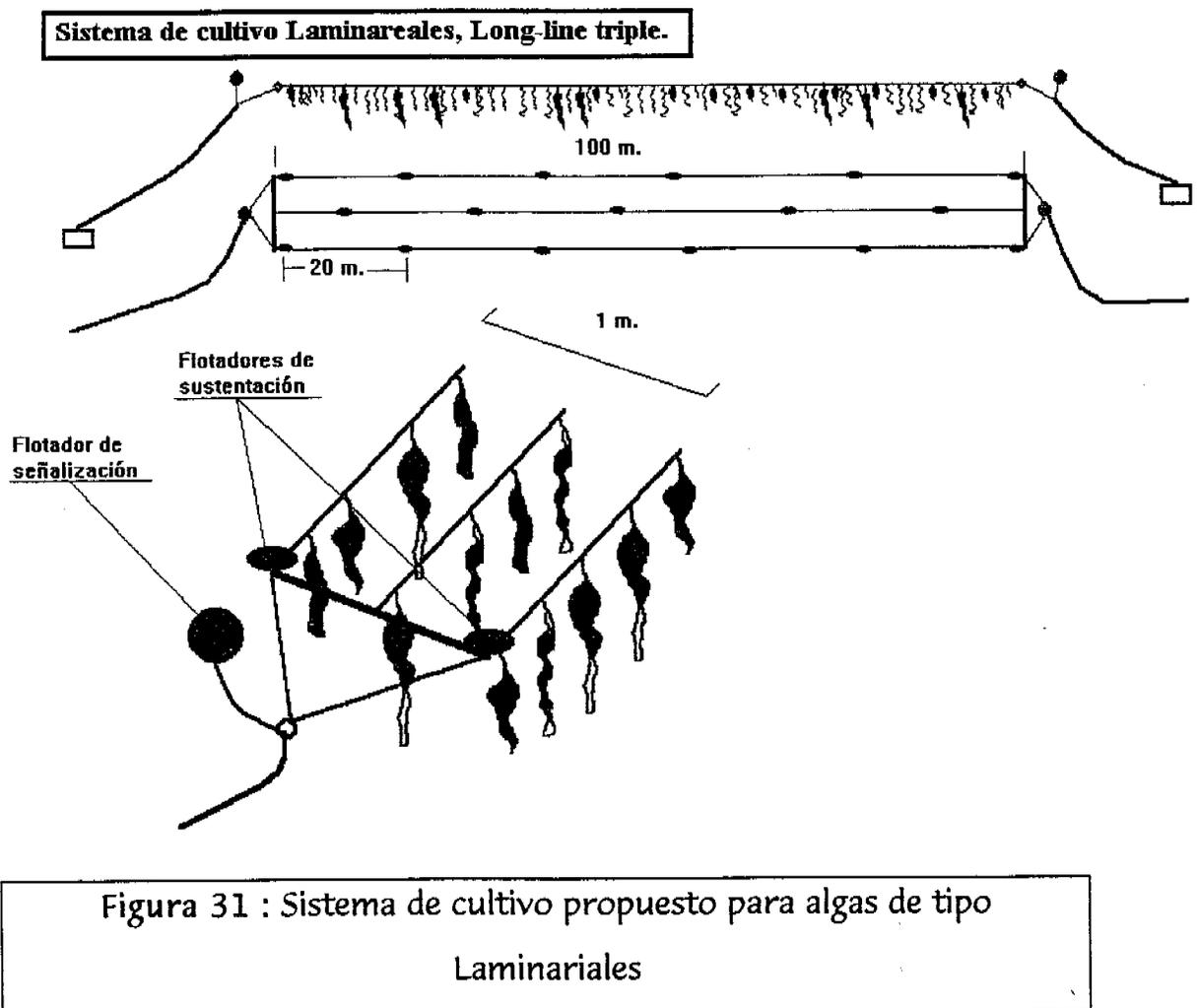
El sistema de aducción de agua está compuesto por los aductores, bomba centrífuga y estanque de acopio. La bomba centrífuga considerada es de 1,5 hp. y salida de 1,5" con motor de trabajo continuo, altura de cabezal máxima de 20,11 m y un flujo máximo de 125 gpm.

El equipamiento de radiación eléctrica proyectada, consiste básicamente en fluorescentes color blanco industrial de 40 watts por unidad, accionado con energizadores convencionales y cablería de 3 hebras de 2 mm.

Se contempla una balsa de trabajo de 11 x 11 m, tipo YOKOTA, a la cual es necesario implementarle un piso para las faenas que se desarrollan sobre ella, y sustentación de materiales y algas en tráfico durante labores de siembra y/o cosecha.

2.1.- SISTEMA DE CULTIVO DISEÑADO PARA *Lessonia trabeculata*.

La primera fase, hatchery, necesita de equipamiento básico tradicional ya descrito, con adecuaciones apropiadas para *Lessonia trabeculata* y la segunda, consistente en un cultivo suspendido empleándose 3 líneas paralelas de 100 m cada una, constituyendo el conjunto un módulo de cultivo (Fig.31).



EQUIPAMIENTO DE HATCHERY Y SU INVERSIÓN

| Item | \$ |
|-------------------------------------|--------------|
| Tuberías y fitting de estanques | 7.870,00.- |
| Blower (1) | 328.000,00.- |
| Sistema de filtración (1) | 24.730,00.- |
| Sistema de sanitización (1) | 163.735,00.- |
| Estanque de incubación 500 lt.(1) | 81.600,00.- |
| Estanques de crecimiento 50 lt (80) | 464.000,00.- |
| Equipamiento de laboratorio | 832.668,00.- |
| Bastidores de fijación (80) | 48.000,00.- |
| Aducción, bombeo y acopio de agua | 900.000,00.- |
| Equipamiento de iluminación | 257.000,00.- |

INFRAESTRUCTURA DE MAR

| | |
|---|-----------------|
| Módulos de cultivo (515) 176.000,00.c/u | 90.640.000,00.- |
| Anclajes 500 Kg.c/u | 5.768.000,00.- |
| <u>Sistema suspensión:</u> | |
| 17 boyas 4,5 Kg. por módulo \$1.500 cada boya | 13.132.500,00.- |
| 2 boyas 30 cm. por módulo \$2.900 cada boya | 2.987.000,00.- |
| Embarcación motorizada, 55 hp (1) | 4.000.000,00.- |
| Balsa de trabajo 11x11 m. | 550.000,00.- |

PERSONAL

| Item | Costo mensual |
|--|---------------|
| 1 Administrador y Jefe de hatchery | 500.000.- |
| 1 Jefe de mar | 200.000.- |
| 2 operarios de tierra y hatchery \$80.000. c/u | 160.000.- |
| 6 operarios mar \$80.000. c/u | 480.000.- |
| 1 Secretaria | 180.000.- |
| 3 Vigilantes \$120.000. c/u | 360.000.- |

Las proyecciones y costos de administración y operación del sistema productivo, se encuentran en el analisis de prefactibilidad económica del proyecto.

Características de los equipos y materiales.

Todos los estanques de fijación considerados son de P.V.C de 50 lt. de capacidad donde se ubican los bastidores de fijación. Estos estanques están ubicados en serie bajo una fuente luminosa.

Los bastidores de fijación donde se ubican los cabos captadores de esporas son tubos de P.V.C. de 1/2" de diámetro formando una T con

las dimensiones especificadas en la Figura 32, rellenos con arena para disminuir al máximo su boyantez. Los cabos captadores consisten en polipropileno de 2 mm. que al tener la bobina 330 metros, ésta otorga la longitud adecuada que debe ser empleada en un módulo y por otra parte, puede ser enrollada en su totalidad en los bastidores captadores.

Como se observara en la figura 31, cada unidad productiva denominada módulo, consiste en 3 líneas paralelas de polipropileno (PP) torcido 18 mm diámetro, dispuestas equidistantes 50 cm una de otra, de 100 m. de longitud. En cada una de ellas se enrolla un tercio de la longitud total del cabo contenido en un bastidor de fijación. El sistema de flotación consiste en boyas de 4,5 kg. de boyantez dispuestas cada 20 m. en las líneas y una boya a cada extremo de 32 mm de donde se une el orinque de fondeo.

Con el objeto de facilitar y optimizar el tiempo de trabajo para las faenas en el mar se contempla una balsa de trabajo de 11 x 11 m, tipo YOKOTA, a la cual es necesario implementarle un piso para las faenas que se desarrollan sobre ella, y sustentación de materiales y algas en tráfico durante labores de siembra y/o cosecha.

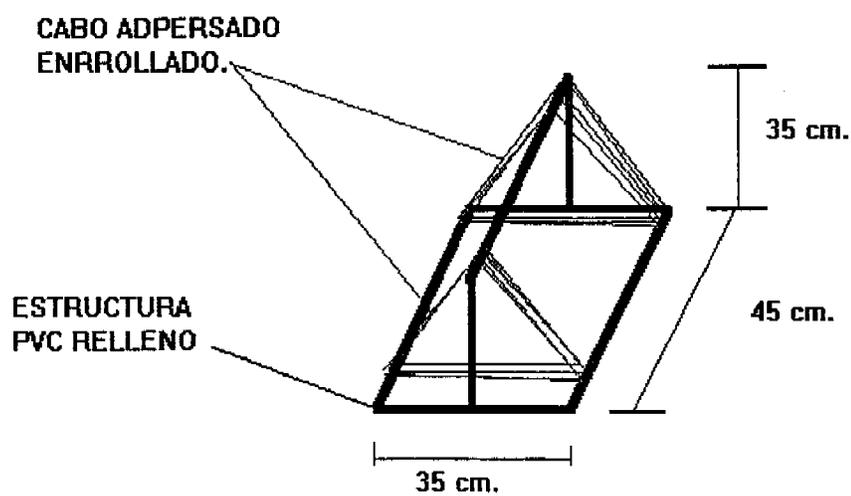


Figura 32: Estructura de fijación y detalle de un cabo impregnado con macroalgas, en condiciones de ser transportado al mar.

Operación de la Producción.

El sistema suspendido valorizado anteriormente permitirá producir 1,8 ton de alga húmeda por módulo al cabo de 12 meses desde que se inicia la secuencia productiva con la obtención de los reproductores.

La secuencia productiva se inicia entre los meses de septiembre a febrero de cada año, cuando las macroalgas son fértiles en el medio natural, pudiendo implementarse una técnica para tener algas fértiles durante todo el año para lo cual el costo de obtención de esporofitos en medio ambiente controlado se incrementa en un 20%.

Esta técnica consiste básicamente en dejar los gametófitos infértiles almacenados en condiciones de luz roja, por espacio máximo de 12 meses. Al cabo de este tiempo al volver a posicionarles en condiciones de cultivo recuperan su potencial de fertilidad, pudiéndose iniciar una secuencia productiva como la ya descrita.

La operación en mar del sistema de cultivo, está proyectada con 2 embarcaciones, para permitir una operatividad de la faena de siembra y cosecha adecuada al tiempo diseñado de operación, que debe ser compatibilizada con la época del año en que se realizan ambas operaciones.

La localización de este cultivo se ha diseñado entre VIII y X regiones, para las instalaciones de mar y tierra. Sin embargo dadas las características reproductivas de esta macroalga y su distribución geográfica, las instalaciones de Hatchery pueden ser contempladas mas al norte, ya que el traslado de semilla en los cabos, es de fácil transporte, ocupa poco espacio y tiene sobrevivencia fuera del agua mínima 48 horas.

2.2.- SISTEMA DE CULTIVO DISEÑADO PARA *GIGARTINALES*.

Luego de realizar el análisis de los diferentes sistemas de cultivo para estas algas, tanto en Europa, Asia y América, y contrastados los resultados obtenidos y las semejanzas con las macroalgas nacionales de este género, se determinó proponer el sistema que se especifica a continuación, adaptado a la realidad chilena.

El cultivo de las algas de este género se recomienda que sea realizado en dos fases, una fase en ambiente controlado y una fase en ambiente natural, empleándose un sistema suspendido con redes sintéticas. La primera fase, necesita el equipamiento básico tradicional de hatchery ya descrito, con algunas modificaciones menores del sistema antes seleccionado para las algas Laminariales, con adecuaciones apropiadas para macroalgas Gigartinales, y la segunda, consistente en un módulo de cultivo formado por una red la cual ha sido previamente impregnada en hatchery con los esporofitos juveniles. Esta red es

suspendida en el mar por medio de un sistema de flotación de tubería de P.V.C.. El posicionamiento en el mar de estos módulos se realizará en grupos de 5, a semejanza de un "tren", en forma paralela a la corriente imperante en la zona. Considerando el espacio de trabajo que debe existir, el número técnicamente óptimo de trenes por hectárea asciende a dos, lo que será tomado como base de cálculo para los diferentes tamaños de producción (Fig. 33).

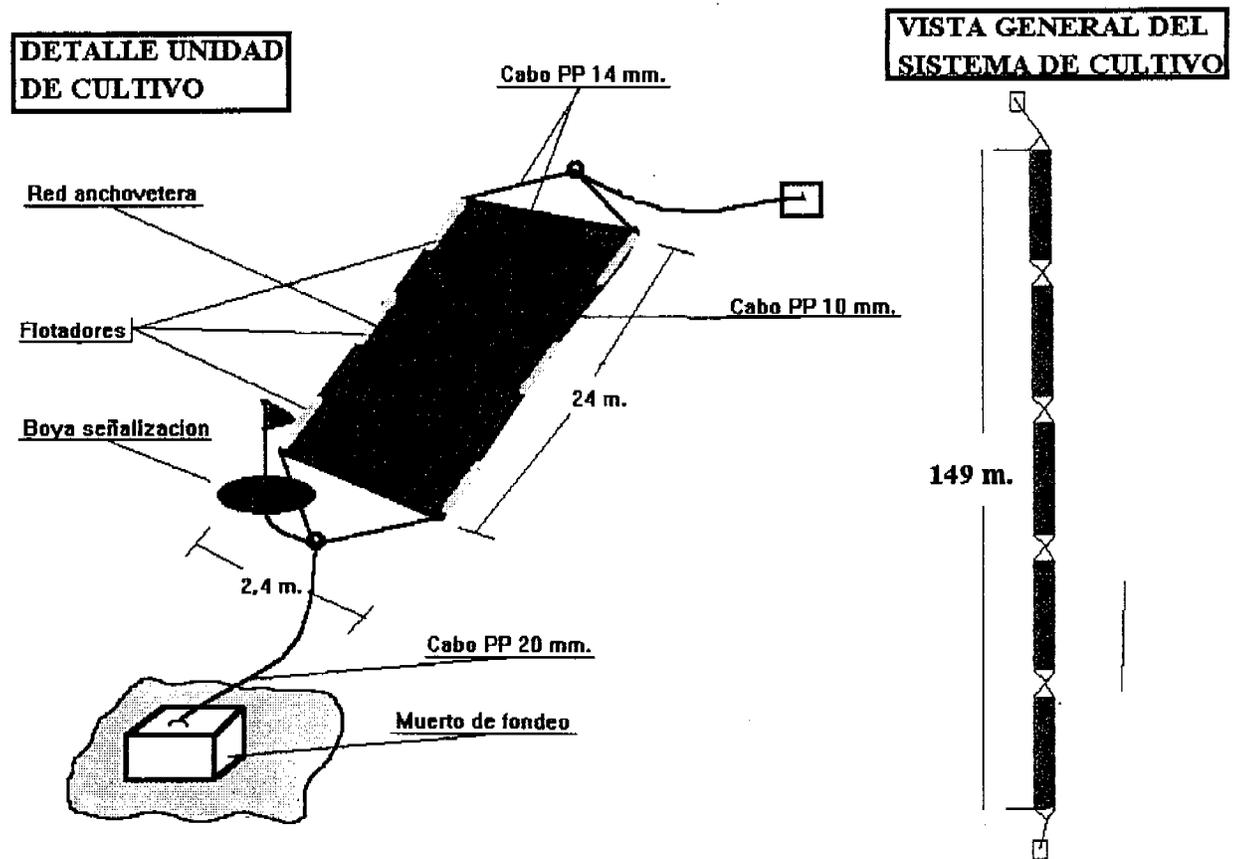


Figura 33 : Sistema de cultivo propuesto para el cultivo de Gigartinales.

EQUIPAMIENTO DE HATCHERY Y SU INVERSION

| Item | \$ |
|--|--------------|
| Tuberías y fitting de estanques | 14.880,00 |
| Blower (1) | 328.000,00 |
| Sistema de filtración (1) | 24.730,00 |
| Sistema de sanitización (1) | 163.735,00 |
| Estanques de incubación de concreto (15) | 3.471.750,00 |
| Equipamiento de laboratorio | 832.668,00 |
| Aducción, bombeo y acopio de agua | 900.000,00 |
| Equipamiento de iluminación | 257.000,00 |
| equipo de adpersión | 160.000,00 |

INFRAESTRUCTURA DE MAR

| Item | \$ |
|---|-----------------|
| Redes de cultivo (540) 7.190 c/u | 3.882.600,00.- |
| Cabos estructurales de redes (PP 10 mm) | 4.883.760,00.- |
| Sistema suspensión: (Tubos PVC 3") | 2.511.000,00.- |
| Sistema de fondeo: | |
| Anclajes máxicos estáticos (1.080) | 6.048.000,00.- |
| Orinques de anclaje | 24.429.600,00.- |
| Embarcación motorizada, 55 hp (1) | 4.000.000,00.- |
| Balsa de trabajo 11x11 m. | 550.000,00.- |

PERSONAL

| Item | Costo mensual(\$) |
|--|----------------------|
| 1 Administrador y Jefe de Hatchery | 500.000.- |
| 1 Jefe de mar | 200.000.- |
| 2 operarios de tierra y Hatchery \$80.000. c/u | 160.000.- |
| 6 operarios mar \$80.000. c/u | 480.000.- |
| 1 Secretaria | 180.000.- |
| 3 Vigilantes \$120.000. c/u | 360.000.- |

Las proyecciones y costos de administración y operación del sistema productivo, se encuentran en el análisis de prefactibilidad económica del proyecto.

Características de los equipos y materiales.

Los estanques de incubación son de concreto de 6x5x1 m. dispuestos en el exterior, contiguos al hatchery, cubiertos con techumbre plástico, ventilados.

El equipo de adpersión considerado es una pistola con capacidad de 0,946 lt. activada con un compresor de 600 watt de potencia tipo monofásico portátil.

A las redes es necesario darles forma para lo cual se emplean cabos estructurales de Polipropileno (PP) de 10 mm. El material de estas redes de cultivo es poliamida (PA) torcido con nudo, tamaño malla 9/16, dimensionada bajo un aspecto técnico-productivo a 24 x 2,4 m.

El sistema de suspensión diseñado consiste en 3 tubos de PVC por red, de 3 m. de largo y 3" de diámetro, que permite una boyantes por cada tubo de 13,38 kg.

El sistema de anclaje considerado consiste en un sistema másico estático de cemento y fierro, 500 kg ws., cúbico, con un destorcedor de 5/8 en una de sus caras; y orinques de polipropileno torcido de 18 mm de diámetro.

Operación de la Producción.

El sistema diseñado permite una producción de 2,4 ton por red de cultivo anual, iniciándose la producción en hatchery entre febrero y junio, pudiéndose ubicar las redes en el mar, entre marzo y julio. De manejarse las variables de estado en ambiente controlado, similares a las del medio natural, es posible mantener una producción mensual ininterrumpida de semilla que pueda ser impregnada en las redes. Su operación en mar debe ser realizada con 3 embarcaciones, con objeto de optimizar la operatividad y por ende la producción a escala

industrial. Dada las características biológicas de estas algas, compatibilizadas con la Aptitud de Distrito de Cultivo chilenas en que fundamentalmente influye la profundidad adecuada de trabajo, la localización de este cultivo se recomienda desarrollarla en su parte hatchery desde la V región al norte, mientras que el posicionamiento en mar puede ser a lo largo de Chile, restringido en la zona norte a lugares abrigados, o bien recalcular la ingeniería resistiva de las unidades de crecimiento para aquellos lugares mas expuestos.

La producción de redes impregnadas, dada la capacidad de los estanques diseñados, permite la obtención de 90 redes mensuales las cuales deben ser ubicadas adecuadamente distribuídas en los 15 estanques propuestos.

2.3. SISTEMA DE CULTIVO DISEÑADO PARA *Porphyra*.

Dadas las características de crecimiento, su distribución geográfica, ciclo reproductivo y potencial mercado de esta macroalga, todas estas características compatibilizadas con la alta tecnología de cultivo desarrolladas en países asiáticos, se ha diseñado para nuestro país un cultivo a escala artesanal en su fase de cultivo en mar. Considerando las características intermareales de la X región, este cultivo se pretende implementar para esa región en su infraestructura productiva de mar.

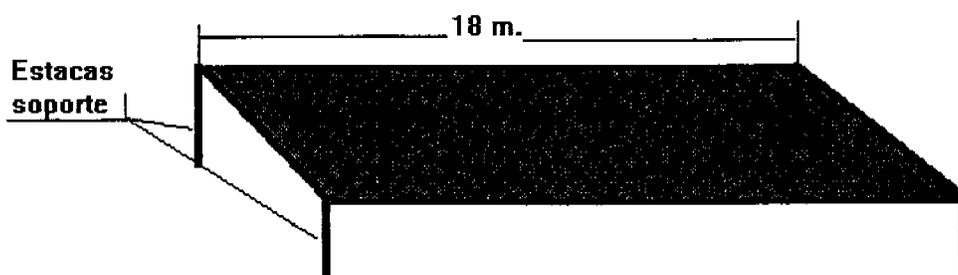
No obstante la producción de semilla o juveniles, que necesariamente será necesario producir en ambiente controlado en instalaciones de tierra, podrá estar centralizada en sólo una unidad de producción que abastezca varias concesiones de mar.

Por lo anteriormente expuesto es que se propone la implementación de un sistema hatchery tipo, productor de únicamente unidades de cultivo con juveniles fijados a estas unidades a partir de la manipulación del ciclo en su fase *Conchocelis*, lo cual en otras palabras constituye una "fábrica" de redes listas para ser posicionadas al mar; y un centro productor de *Porphyra* a una escala de producción de 1 ha. posicionado en el intermareal de la zona sur de Chile.

La producción de "semilla" en redes en este sistema ha sido diseñado complementando dos sistemas de producción asiático, rotatorio y de burbujeo, y considerando la impregnación de conchas de ostras con carposporas para producir un caldo de cultivo para impregnar las redes de *Porphyra*. Esta producción de semilla a partir de ostras japonesas, puede ser estimada como promisoría dada su introducción en nuestro país, y por otra parte, experimentaciones actuales de obtención de semilla de esta alga con estos moluscos bivalvos, están confirmando lo anterior.

El sistema diseñado para la zona intermareal, consiste en unidades de cultivo ancladas al fondo por estacas. La unidad de cultivo es una red de 18 x 1,5 m. dispuesta en forma paralela al fondo, fijada a las estacas. Todo este conjunto debe ser posicionado de manera tal que permanezca cubierto de agua el mayor tiempo posible. En esta forma se estima que aquellas concesiones de acuicultura de otras especies, moluscos por ejemplo, aprovechen espacios actualmente poco productivos. (Fig.34).

Detalle de una unidad de cultivo para
Porphyra sp.



Vista lateral del sistema de cultivo



Vista superior del sistema de cultivo



Figura 34 : Sistema de cultivo propuesto para *Porphyra columbina* en las costas del país.

EQUIPAMIENTO DE HATCHERY Y SU INVERSION

| Item | \$ |
|--------------------------------------|----------------|
| Tuberías y fitting de estanques | 16.800,00.- |
| Blower (1) | 328.000,00.- |
| Sistema de filtración (1) | 24.730,00.- |
| Sistema de sanitización (1) | 163.735,00. |
| Equipamiento de laboratorio | 832.668,00.- |
| Aducción, bombeo y acopio de agua | 900.000,00.- |
| Equipamiento de iluminación | 257.000,00.- |
| Unidad de Fijación: | 966.000,00.- |
| Aparato tracción rotatorio mecánico | 460.000 |
| Estanque de concreto | 86.000. |
| Cilindro rotatorio madera (6) | 70.000.c/u |
| Estanques mantención conchocelis (2) | 3.390.000,00.- |

PERSONAL

| Item | Costo mensual(\$) |
|---------------------------------------|-------------------|
| 1 Administrador y jefe de hatchery | 500.000.- |
| 2 Operarios de hatchery \$80.000. c/u | 160.000.- |
| 1 Secretaria | 180.000.- |
| 1 Vigilante \$120.000. c/u | 120.000.- |

EQUIPAMIENTO INFRAESTRUCTURA DE MAR Y SU INVERSION.

| Item | \$ |
|---------------------------------------|----------------|
| Estacas de luma (1.924) \$2.000 c/u | 3.848.000,00.- |
| Redes de cultivo (156) \$3.370 c/u | 525.720,00.- |
| Embarcación a remo | 700.000,00.- |
| Accesorios de estacas, fijación redes | 40.000,00.- |
| Personal | |
| 1 Jefe de mar | 300.000,00.- |
| 2 Operarios y vigilancia turnada | 240.000,00.- |

Las proyecciones y costos de administración y operación de cada sistema productivo, se encuentran en el análisis de prefactibilidad económica del proyecto.

Características de los equipos y materiales.

La unidad de fijación consiste básicamente, en un estanque rectangular de 7,0 x 4,0 x 1,0 m, en el cual se dispone 6 cilindros contruidos en madera de 2 m. de diámetro y 1,6 m de ancho, los cuales giran sobre un eje conectado a un cigueñal que es accionado por un motor eléctrico de 1 hp, que permite 20 rotaciones por minuto. Sobre cada cilindro se enrollan 20 unidades de producción (red), para conseguir la fijación de las conchosporas que son liberadas a partir de

las conchocelis ubicadas en el fondo en los colectores respectivos. Los estanques de mantención de *Conchocelis* son rectangulares de 8 x 1,2 m, de fibra de vidrio, en los cuales se impregnan las conchas de ostras con *Conchocelis* a partir de frondas de *Porphyra*.

Se han considerado estacas de luma por su fácil obtención en la zona de localización, de aproximadamente 3 m de longitud que deben ir dispuestas paralelamente y equidistantes una de otra a 1,5 m, posicionándose cada 3 m para formar una especie de parrón una vez que sean ubicadas en ellas las redes con *Porphyra*. De esta forma se constituirán módulos de 108 x 1,6 m aproximadamente, dejándose un área de trabajo de 2 m entre cada módulo para permitir el accionamiento de una embarcación.

La embarcación recomendada es a remo, liviana, que sustente 2 personas para proceder a maniobrar en períodos de alta marea, durante las faenas de ubicación de redes y cosecha.

Operación de la Producción.

La producción en hatchery a partir de la obtención de *Conchocelis*, se inicia en octubre de cada año impregnado las conchas de ostras ubicadas en estanques para ser mantenidas en ambiente controlado en germinación hasta la época de obtención de semilla en los estanques

con los cilindros rotatorios. Esta operación debería realizarse en marzo y abril, por lo tanto iniciar la ubicación de redes en el mar hacia fines de marzo. La cosecha de *Porphyra* se inicia en mayo. (Fig.35).

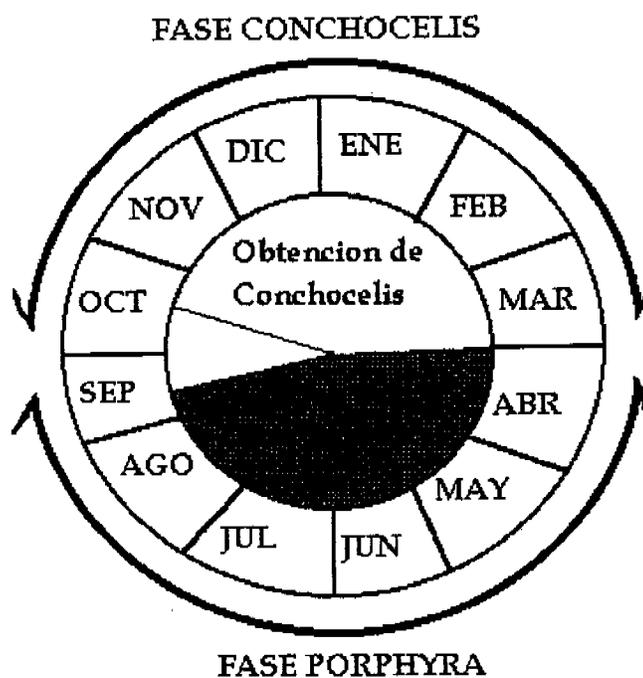


Figura 35 : Fases del ciclo de vida de *Porphyra columbina* en Chile

Como el tiempo de fijación es dependiente de la concentración de Conchosporas, se ha fijado un tiempo promedio de 30 minutos de rotación para permitir una adecuada fijación. Por lo tanto la unidad rotatoria de captación al tener 6 cilindros produce 240 redes por hora.

La operación puede repetirse al menos 3 veces diarias con el mismo caldo de Conchosporas, lo cual permite una producción diaria del hatchery diseñado de 720 redes.

Las redes impregnadas de no ser transportadas al mar una vez terminada la operación de fijación, pueden ser almacenadas en cámara frigorífica por largo tiempo, 12 meses, lo cual permite una operación en serie de la producción.

En los estanques rectangulares de obtención y mantención de *Conchocelis* se mantienen en suspensión sartas de ostras impregnadas, que serán utilizadas en los estanques anteriormente descritos. Las conchas deben ser desprendidas de las sartas para ser ubicadas en el fondo del estanque de impregnación .

Cálculos experimentales indican que una planta de *Porphyra columbina* podría entregar 16 gr por cosecha. Estimándose que en una red (18 x 1,5) pueden haber 126 plantas promedio por m², una red produciría aproximadamente 54,5 kg, por lo tanto la producción por ha. sería 8,5 ton. Cabe considerar que esta producción de esta alga, ha sido diseñada a una escala artesanal.

3. VARIABLES DE ESTADO ESPECIFICAS CONSIDERADAS PARA CADA CULTIVO

Como fuera considerado en los antecedentes y metodología expuesta anteriormente, las variables de estado relevantes que deben ser manejadas en la producción en hatchery, son Temperatura y Luminosidad. Por lo tanto en la tabla adjunta aparecen los valores promedios de cada uno de los parámetros enunciados, que se recomiendan manejar en las condiciones de ambiente controlado.

| | <i>L. trabeculata</i> | | <i>Iridaea/Gigartina</i> | | <i>Porphyra</i> | |
|----------------------------|-----------------------|----------|--------------------------|----------|-----------------|---------|
| | Temp. | Luminos. | Temp. | Luminos. | Temp. | Luminos |
| Liberación esporas | 15 | 1,5 | 12 | 1,5 | 12 - 16 | 2,5 |
| Crecimiento de gametofitos | 15 | 2,0 | 10 - 14 | 2,0 | 12 - 15 | 2,0 |
| Fecundación | 15 | 2,0 | 14 | 2,0 | 15 | 2,0 |
| Crecimiento esporofitos | 12 | 2,0 | 14 | 1,5 | 14 | 1,5 |

Temperatura en °C

Luminosidad en watt/m²

La variable intensidad luminosa interacciona con el fotoperíodo, de manera que para *L. trabeculata* debiera ser conservada una relación 12:12, mientras que para Gigartinales las ponderaciones se sitúan entre 16:8. El caso de *P.columbina* es diferente, ya que lo mas aconsejable es manejar 8:16 en la fase liberación de *Conchocelis*, mientras que en el crecimiento de frondas juveniles debiera ser invertido el ciclo a 16:8.

De todas maneras, las consideraciones de estas variables constituyen una actividad importante de experimentación, de ser en la práctica puestos en marcha los sistemas de producción aquí analizados, ya que tal como aparece en el anexo 1, las situaciones pueden ser diferentes debido especialmente a la fase del ciclo de vida de las algas estudiadas. Sin embargo, dado el alto desarrollo tecnológico actual, que permite el uso de equipos que manejan automáticamente las variables mencionadas, esta problemática se ve como manejable en forma relativamente simple y que conduce indudablemente a una operación optimizada del manejo de las secuencias productivas propuestas.

4. EVALUACION DE PREFACTIBILIDAD TECNICA- ECONOMICA

Los criterios de evaluación económica para los sistemas de cultivo asociados a cada uno de los tres grupos de algas estudiados, se realizó con un horizonte de evaluación de diez años. Los valores han sido calculados en dólares, para lo cual se ha utilizado un tipo de cambio de \$400 pesos chilenos por dólar, base octubre 1995. La unidad tributaria mensual, índice para determinar el valor de la patente de acuicultura, se consideró a un valor de \$21.580 a octubre 1995. El financiamiento de las inversiones comprende en un 100% a aporte propio, exigiéndosele una tasa de descuento a cada proyecto de un 12%; se aprecia que ésta representaría el costo de oportunidad para una actividad de cultivo alternativa en una concesión marina. La depreciación se consideró lineal con valores residuales igual a cero al horizonte de evaluación.

Al existir integración entre la producción de semillas y de alga, que fue el caso de *L. trabeculata* y Gigartinales, no existen inversiones en terreno, ya que éste forma parte de la concesión de acuicultura. De acuerdo con las disposiciones legales, se cancela una patente de dos unidades tributarias mensuales por cada una de las primeras 50 hectáreas de concesión y de cuatro unidades por cada hectárea

adicional por sobre esta superficie. En el caso de *P.columbina* en que puede no haber tal integración, situación considerada en este estudio, existe inversión en terreno para la fase hatchery.

4.1. Evaluación económica del cultivo de *Lessonia trabeculata*

Sistema y programa de producción

La técnica de producción consiste en cultivo suspendido en que las semillas se fijan en líneas (long line) en ambiente controlado, etapa de dos meses de duración, para luego ser colocadas en la superficie marina durante un período de ocho meses, al final del cual se produce la cosecha. El ciclo de producción se inicia en los meses de febrero y marzo y es continuo durante los doce meses.

Se ha considerado una superficie base de 50 hectáreas de concesión tanto para *Lessonia trabeculata* como para *Gigartina*, basado en que sobre esa superficie se duplica el valor de la patente y la capacidad de producción del hatchery básico es correspondiente a dicha superficie. Para el tamaño base de 50 hectáreas se localizan hasta 510 unidades de cultivo simultáneamente; cada unidad está compuesta de tres long lines de 100 metros de longitud cada uno. Esto implica que para un proceso de rotación continua se utilizan 612 unidades en el año;

durante el primer año sólo se produce cosecha en los dos últimos meses, 51 unidades por mes, cifra que se mantiene continuamente a partir del segundo año de producción.

Se consideran los siguientes tres tamaños de producción dada por la superficie de la concesión: 50, 150 y 250 hectáreas, a objeto de observar economías de escala en este cultivo. La elección de los dos últimos obedece a criterios de proyección de costos y a tamaño máximo limitado por características geográficas. El número de unidades de cultivo varía linealmente con la superficie. El tamaño del hatchery no varía, aunque se utiliza con mayor intensidad para poder producir semillas e impregnarla en cantidad requerida para los tamaños de producción más grandes.

Inversiones

Las inversiones se han agrupado en cuatro ítemes según se presentan en la Tabla VIII con sus respectivos valores para los diferentes tamaños de producción; el detalle de las inversiones separadas para tierra y mar, vida útil y depreciaciones se encuentra en el Anexo 3. Nótese que la economía en la inversión por tamaño es mínima, lo que se debe al alto costo del sistema de cultivo que representa una alta proporción de la inversión total.

| Tabla VIII: Monto de la inversión en US\$ para el cultivo de <i>L.trabeculata</i> | | | |
|---|---------|---------|-----------|
| | 50 ha. | 150 ha. | 250 ha. |
| Construcciones y equipos | 15.780 | 15.780 | 15.780 |
| Instalaciones en hatchery | 7.770 | 7.770 | 7.770 |
| Sistemas de cultivo | 282.694 | 846.707 | 1.410.720 |
| Vehículos y embarcaciones | 32.500 | 52.500 | 72.500 |
| Total | 338.744 | 922.757 | 1.506.770 |
| Inversión por hectárea | 6.775 | 6.151 | 6.027 |

Rendimientos y precios

La Tabla IX presenta los rangos de variación para el rendimiento por unidad de cultivo y por unidad de superficie en toneladas que se estiman de acuerdo con la información técnica analizada en las secciones anteriores. El rango de precios se ha estimado a partir de los precios de playa actuales considerando un incremento debido a que el alga de cultivo es de mejor calidad, sin impurezas, que la recolectada de praderas naturales y a que la venta se realizaría en forma más directa que en actual sistema de comercialización.

| Tabla IX: Rendimientos y precios estimados para <i>L. trabeculata</i> cultivada | | | |
|---|----------|-----------|-----------|
| | Esperado | Pesimista | Optimista |
| Rendimiento | | | |
| ton/unidad año | 1,8 | 1,5 | 2,1 |
| ton/ha. año | 22,03 | 18,36 | 25,70 |
| Precio \$/kg. | 50 | 40 | 70 |

Costos de producción

Los costos de operación constituídos por sueldos y bonificaciones, mantención de equipos e instalaciones, insumos varios, servicios y gastos varios de administración, representan una parte importante del costo total aunque en una proporción menor a medida que aumenta la escala de producción; otros costos asociados a la inversión y las patentes presenta una proporción que aumenta con la escala de producción. Sin embargo, estos no son los suficientemente altos para evitar que se presenten indicios de economías de escala como se puede observar en los cambios del costo por tonelada al rendimiento esperado de 1,8 ton por unidad de cultivo-año (Tabla X).

| Tabla X: costos anuales de producción en el cultivo de <i>L. trabeculata</i> , rendimiento 1,8 ton/unidad - año, (miles US\$). | | | |
|---|---------|---------|----------|
| | 50 ha. | 150 ha. | 250 ha. |
| Costos operacionales | 122,4 | 220,3 | 307,3 |
| Depreciaciones | 62,5 | 173,8 | 285,1 |
| Patente Acuicultura | 5,4 | 27,0 | 48,7 |
| Costo total anual | 130,3 | 421,1 | 640,9 |
| Costo por tonelada | 172,7** | 109,2** | 193,74** |

** Dólares por tonelada.

Comparando estos costos por tonelada al ingreso por tonelada que al precio esperado sería de US\$125, en ninguno de los tamaños extremos de producción se alcanzaría el equilibrio, por lo que el cultivo no sería económicamente viable, lo que se extendería también al tamaño intermedio dada la reposición rápida del sistema de cultivo. Por lo mismo, la operación involucra costos fijos altos, entre un 80 % y 90% del costo operacional, dada las inversiones altas en sistemas long-lines de cultivo que tienen corta vida útil. Un detalle de los costos se encuentra en el Anexo 3.

Rentabilidad del cultivo de *L. trabeculata*

Los indicadores de rentabilidad de VAN y TIR ambos entregan resultados negativos para los tres tamaños de producción al rendimiento y precio mas probable. Aplicando el análisis de sensibilidad se encuentra que en tamaños de producción de 150 y 250 hectáreas y a precios y rendimientos optimistas, ambos indicadores empiezan a ser positivos; la TIR es cercana a la tasa de descuento exigida al proyecto para el caso de 150 ha. y superior en casi siete puntos porcentuales en el caso de 250 ha (Anexo 3).

4.2. Evaluación económica de *Gigartina*

Sistema y programa de producción

La técnica de cultivo a utilizar es también del tipo suspendido, pero a diferencia del caso de *L. trabeculata*, *Gigartina* se impregna en redes que han sido tratadas en ambiente controlado. La actividad de impregnación puede ser realizada a partir del mes de enero, prolongándose hasta por seis meses; la red impregnada debe permanecer, pesimistamente, hasta dos meses en el hatchery, aunque el tiempo esperado es de un mes. La puesta de redes en el mar se

puede iniciar en marzo y puede prolongarse también por seis meses, a razón de 90 redes mensuales para la superficie básica de concesión. En este cultivo se pueden efectuar varias cosechas durante el período que las plantas permanecen en la red. Dado el sistema de varias cosechas por red es posible tener producción durante gran parte del año.

Para la superficie básica de 50 hectáreas se consideró poner 540 redes anuales dispuestas en trenes compuestos de cinco redes cada uno; la capacidad de impregnación de redes en el hatchery está limitada por la cantidad de estanques, no así por la capacidad de producción de caldo de semilla. Por lo que la capacidad debe doblarse y triplicarse para los tamaños de 100 y 150 hectáreas que han sido proyectados. A diferencia de *L. taberculata* la proyección de costos indica que es suficiente incremento cada 50 ha para visualizar economías a escala en este cultivo. La producción para el primer año se ha programado, en cada caso, a un tercio de la capacidad del establecimiento para permitir el ajuste del sistema.

Inversiones

El resumen de inversiones a diferentes tamaños de concesión indica que esta cambia menos que proporcionalmente respecto a estos, apreciándose ahorros muy pequeños a medida que la capacidad de

producción aumenta (Tabla XI). Esto se debe a que los únicos ahorros se producen porque el ítem construcción y vehículo permanecen invariables y a economía de tamaño del número de embarcaciones; el ítem sistema de cultivo aumenta proporcionalmente con el tamaño, representando entre un 62% y 75% del total de la inversión. El detalle de esta se encuentra en el Anexo 4.

| | 50 ha. | 100 ha. | 150 ha. |
|---------------------------|---------|---------|---------|
| Construcciones y equipos | 15.343 | 15.343 | 15.343 |
| Instalaciones en hatchery | 15.382 | 24.061 | 32.740 |
| Sistemas de cultivo | 105.763 | 211.526 | 315.914 |
| Vehículos y embarcaciones | 32.500 | 42.500 | 52.500 |
| Totales | 168.988 | 293.430 | 416.497 |
| Inversión por hectárea | 3.380 | 2.934 | 2.777 |

Rendimientos y precios

La información técnica analizada ha permitido establecer un rendimiento esperado de 2,4 ton por red-año, considerando las cosechas parciales agregadas durante el período de seis meses en que la unidad de cultivo permanece en el agua; esto permite un rendimiento

de 25,92 toneladas por hectárea para la máxima cantidad de redes posibles en la superficie de la concesión (Tabla XII). A la vez el precio esperado se ha estimado en el equivalente en dólares a \$ 100 por kilo atendiendo a condiciones similares para la estimación del precio efectuada para *L. trabeculata*.

Cabe destacar que el rendimiento esperado es menor que el informado para el cultivo de *Euchema sp.*, similar a *Gigartina*, en Filipinas de 36,04 toneladas por hectárea al año (Padilla y Lampe, 1989) el que se acerca al rendimiento con criterio optimista.

| | Esperado | Pesimista | Optimista |
|--------------|----------|-----------|-----------|
| Rendimiento | | | |
| ton/red-año | 2,4 | 1,7 | 3,5 |
| ton/ha-año | 25,92 | 18,36 | 37,8 |
| Precio \$/kg | 100 | 70 | 140 |

Costos de producción

La estimación de los costos de producción se ha realizado para la máxima cantidad de unidades de cultivo posible de utilizar a cada tamaño de concesión; los costos operacionales son proporcionalmente menores, caen del 70% al 57% con el incremento de tamaño, en tanto que para el resto de los costos la proporción de variación va en sentido

contrario. Aún así se evidencian economías de escala ya que el costo por tonelada va disminuyendo, aunque su cambio proporcional es menor hacia el tamaño más grande (Tabla XIII). Este costo por tonelada está calculado para la producción esperada de 2,4 ton por red-año y 540 redes por cada 50 hectáreas de concesión.

El detalle de los costos se encuentra en el Anexo 4 en el cual se presentan los costos de personal y otros costos operacionales; entre éstos se cuenta la patente de acuicultura. La estructura contempla bonos de producción que varían con esta, siendo la cantidad de redes a utilizar el otro costo variable en el costo total. A máxima capacidad, el costo variable representa alrededor del 25% del costo operacional total. Comparando los costos medios al rendimiento esperado con el precio esperado de US\$ 250 por tonelada, se puede establecer que el cultivo de *Gigartina* puede ser económicamente viable para las condiciones de evaluación presentadas.

| Tabla XIII: Costos anuales de producción en el cultivo de <i>Gigartina</i> , rendimiento 2,4 ton./ red - año, (miles de US\$) | | | |
|--|--------|---------|---------|
| | 50 ha. | 150 ha. | 250 ha. |
| Costos operacionales | 107,5 | 144,1 | 179,5 |
| Depreciaciones | 27,7 | 48,9 | 69,8 |
| Patente acuicultura | 5,4 | 16,2 | 27,0 |
| Costo total anual | 140,6 | 209,2 | 276,3 |
| Costo por tonelada** | 108,40 | 80,71 | 71,06 |

** dólares por tonelada

Rentabilidad del cultivo de *Gigartina*

Los indicadores de VAN y TIR arrojan ambos valores positivos sin discrepancias entre ellos, para los valores esperados de rendimiento y precio para todos los tres tamaños de establecimiento considerados; la TIR está bastante por encima de la tasa de descuento del 12%. El retorno sobre la inversión considerada como la relación entre el VAN y la inversión es de 3,5 y 6,3 para el tamaño de 50 y 150 hectáreas, respectivamente (Tabla XIV). La inversión se recuperaría en plazos menores a dos años. La producción de equilibrio, a la cual no hay beneficios económicos fluctúa de 432 toneladas a 755 toneladas entre los tamaños extremos.

| | 50 ha. | 150 ha. | 250 ha. |
|--------------------------------|--------|---------|---------|
| VAN (M. US\$) | 592,8 | 1.601,5 | 2.618,8 |
| TIR | 46,8 | 68,1 | 78,3 |
| VAN/Inversión | 3,51 | 5,50 | 6,30 |
| Producción máxima (ton) | 1.296 | 2.592 | 3.888 |
| Producción de equilibrio (ton) | 432 | 600 | 755 |

El análisis de sensibilidad indicó que para todos los escenarios de precio y rendimiento en condiciones determinísticas, excepto para la situación pesimista en que al tamaño de 50 hectáreas arrojó un VAN negativo, el proyecto es económicamente viable. Los resultados de la sensibilidad se presentan en el Anexo 4.

Análisis de riesgo del cultivo de *Gigartina*.

Acorde a la metodología propuesta, el análisis de riesgo se aplicó considerando una distribución de frecuencia triangular para las variables de rendimiento de la cosecha y el precio del alga para sus valores más probable, pesimista y optimista, procediéndose así a simular el valor actual neto bajo condición de riesgo.

Los resultados, para los tres tamaños de planta seleccionados, indicarían que la esperanza del valor actual neto, $E\{VANR\}$, es bastante superior al valor actual neto bajo certidumbre, $VANC$, calculados a los valores más probables de las variables de rendimiento y precio; ellos fueron de 0,65, 1,85 y 2,89 millones de dólares para los tamaños menor, medio y mayor, respectivamente (Tabla XV). Los valores entre paréntesis en la tabla corresponden a la desviación estándar de la distribución del VANR esperado.

Tabla XV Resultados del análisis de riesgo para el cultivo de Gigartina

| | 50 ha. | 100 ha. | 150 ha. |
|---------------------|--------------|----------------|----------------|
| E{VANR} | US\$ 685.213 | US\$ 1.845.378 | US\$ 2.979.285 |
| | (299.141) | (604.936) | (881.699) |
| Coef. de variación | 0,44 | 0,33 | 0,30 |
| Sensibilidad: | | | |
| E{VANR}-Rendimiento | 0,70 | 0,70 | 0,71 |
| E{VANR}-Precio | 0,71 | 0,68 | 0,71 |

Los resultados indican que existiría un 68% de probabilidad que el VANR esperado varíe entre este y más menos una desviación standar; es decir entre 0,386 y 0,984 millones de dólares para el cultivo de 50 ha. Para el mismo tamaño la probabilidad que el VANR esperado sea mayor o igual al VANC es del orden del 65% de acuerdo a la simulación realizada. A tamaños mayores este valor aumenta levemente lo que se refleja en el coeficiente de variación el que varía en sentido inverso. La probabilidad que el VANR esperado sea menor o igual a cero es bastante menor que uno por ciento, lo que también puede apreciarse de la distribución de probabilidades simulada (Figura 36). De esta se observa que existe un sesgo positivo en la distribución de probabilidad del E{VANR} el que resultó inferior para el tamaño de cultivo mediano y mayor para el más pequeño.

Evaluando los resultados de la simulación, puede interpretarse que el nivel de riesgo de la inversión no es alto para las condiciones en que ella se efectuó, aunque ello en definitiva debe ser determinado por el inversionista. En todo caso de los valores obtenidos se puede determinar un factor de equivalencia a certeza global de alrededor de 0,87; esto es la relación entre $VANC$ y $E\{VANR\}$. Ello implicaría una tasa de descuento con riesgo de 29% aproximadamente, es decir el valor del premio al riesgo alcanzaría en estas condiciones al 17%.

Finalmente, los resultados de la simulación entregan valores de sensibilidad del VANR esperado respecto de las variables rendimiento y precio. Ellos indican que existe alta sensibilidad de aquel ante variación de dichas variables, que independientemente, explican aproximadamente entre un 68% y un 71% independientemente el cambio en el VANR (Tabla XV).

4.3. Evaluación económica de *Porphyra*

Sistema y programa de producción

El cultivo de *Porphyra* se realiza preferentemente en la zona intermareal; en esta se ubican redes con semillas, fijándolas con estacas enterradas en el fondo marino. El periodo de cosecha se inicia unos dos

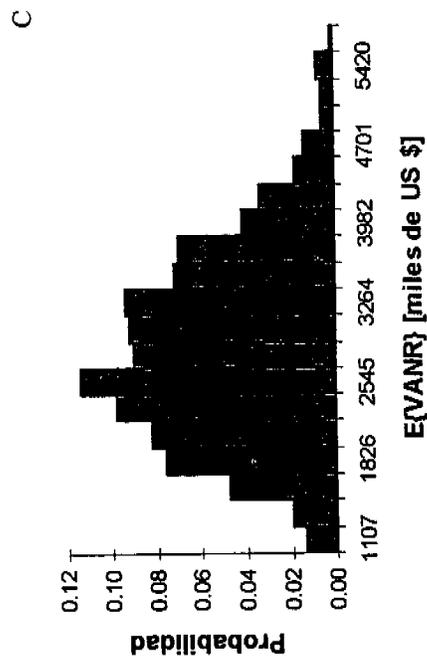
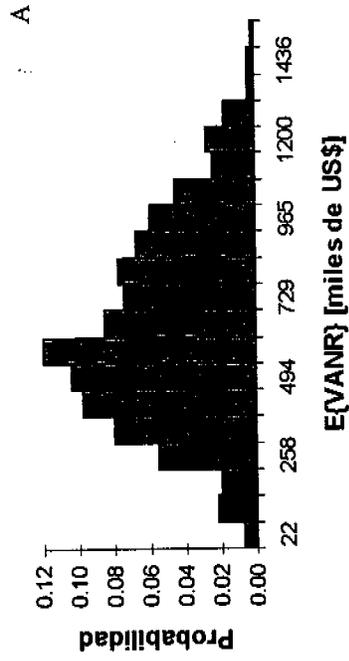
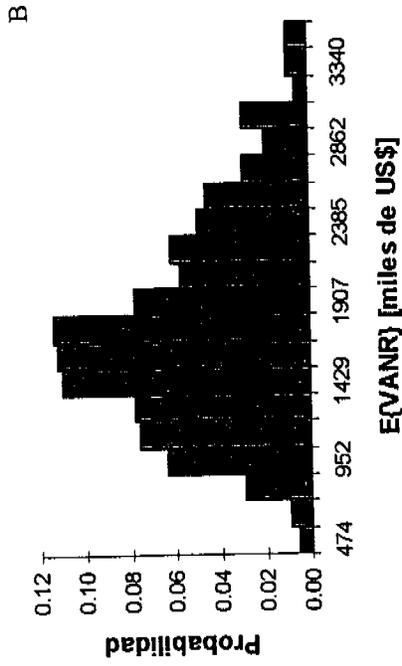


FIGURA 36: Distribución de probabilidad de E{VANR}:
 A: 50 ha
 B: 100 ha
 C: 150 ha

meses después que las redes han sido fijadas a las estacas, lo que ocurre a fines de marzo, manteniéndose a través de raleos continuos hasta septiembre-octubre, cuando las redes son retiradas y desechadas.

La etapa de obtención de semillas en ambiente controlado se inicia en octubre con la obtención de *Conchocelis* en conchas de ostras. Durante enero-febrero se produce la germinación de estos en estanques, obteniéndose así las esporas que son impregnadas en las redes se ubicadas en tambores rotatorios para este objeto. Estos son sumergidos y rotados en la suspensión de esporas, operación que se puede prolongar hasta fines de marzo.

El cultivo en su fase de mar no puede ser llevado a efecto en grandes superficies a fin de no ocupar grandes extensiones continuas de la zona intermareal, lo por lo demás no sería factible aunque existiese tal disponibilidad. Este en consecuencia debiera realizarse en extensiones muy pequeñas en el borde costero de alrededor de una hectárea de superficie. De esta forma, la etapa de obtención de semillas en ambiente controlado se propone realizarla independiente de la fase de mar para lo cual el hatchery operaría produciendo redes impregnadas para la venta a pequeños cultivadores asentados en el litoral.

La capacidad del hatchery está dimensionada para producir en el período 28.800 redes, las que servirían para cubrir una superficie de

cultivo de 185 hectáreas aproximadamente. En una unidad básica de cultivo de una hectárea cada una se pueden instalar 156 redes de 18 metros de largo por 1,5 metros de ancho. El rendimiento por red se estima en 54,5 kilos-año, lo que significa un rendimiento de 8,5 ton por hectárea-año.

Inversiones, costos e ingresos del hatchery

La inversión para operar un hatchery de la capacidad programada se estima en 28.470 dólares de los cuáles un 60% corresponde a las instalaciones y equipos del hatchery y el resto a construcciones, terreno e instalaciones varias. Los costos totales se estiman en US\$ 285.077 anuales, de los cuáles el 98,7% corresponden a costos operacionales y el resto a costos de capital y depreciaciones. A la producción programada el costo unitario estimado sería de US\$ 9,89 por red impregnada. El precio de venta se ha calculado en 4.200 peso o US\$ 10,5 equivalentes por red. El detalle de las inversiones y costos se encuentran en el Anexo 5.

Inversiones, costos e ingresos por hectárea cultivada

La inversión por hectárea se estima en US\$ 11.370 de los cuales el sistema de fijación de redes, principalmente estacas, representa el 85% del total; el resto corresponde a embarcación para labores auxiliares.

Los costos totales se estiman en US\$ 2.248 anuales y que corresponden al período de cultivo entre marzo y octubre. El mayor valor corresponde a la adquisición de redes impregnadas, representando el 73% del total. Los costos operacionales, alrededor de US\$ 500 anuales no incluyen el costo de mano de obra, la que es aportada por los propietarios del cultivo; tampoco se incluye el costo de oportunidad de la mano de obra, debido a que el sistema de explotación permite múltiples posibilidades, como por ejemplo trabajo de grupo familiar o no, que esta sea una actividad complementaria o parcialmente sustituta de otras entre varias otras estructuras. Bajo esta consideración, el costo de producción alcanzaría a unos US\$ 264 por tonelada. Para el detalle de inversiones y costo ver Anexo 5.

El ingreso anual por hectárea se estima en 5,3 miles de dólares, lo que resulta de una estimación de un precio de playa del alga al equivalente en dólares de \$ 250 el kilo. Este se basa en un precio de referencia entre 400 a 500 pesos por kilo a que se venden los paquetes de alga con aproximadamente un 60 % de humedad en mercados locales.

Rentabilidad del cultivo de *Porphyra*

Los criterios de evaluación económica, VAN y TIR, resultan positivos a los precios esperados tanto para la fase de hatchery como de cultivo en el mar, con una TIR menor en esta última de sólo 20 % que debe

compararse al 12% exigido como tasa de descuento (Tabla XVI). Recuérdese que en el flujo de costos no está considerada la mano de obra, por lo que los indicadores económicos son en realidad más bajos.

El análisis de sensibilidad practicado solamente sobre el precio esperado, indican resultados negativos para el precio pesimista en ambas fases del cultivo. El rendimiento de producción se mantiene en el esperado para ambas fases, esto es 28.800 redes al año y 8,5 ton por red-año, respectivamente.

| Tabla XVI: Indicadores económicos para el cultivo de <i>Porphyra</i> | | |
|--|------------|---------|
| | VAN (US\$) | TIR (%) |
| Fase Hatchery | | |
| Precio | | |
| esperado: \$4.200/red | 35.171 | 21,4 |
| pesimista: \$4.000/red | - 33.988 | 2,63 |
| optimista: \$4.600/red | 174,488 | 55,6 |
| Fase Mar | | |
| Precio | | |
| esperado: \$250/kilo | 3.920 | 19,5 |
| pesimista: \$200/kilo | - 1,172 | 9,6 |
| optimista: \$300/kilo | 9.033 | 28,4 |

Análisis de la evaluación económica y beneficios esperados

De acuerdo a la evaluación económica practicada al cultivo de *Lessonia trabeculata* la actividad resulta inviable; la alta inversión en el sistema de cultivo en su fase de mar tiene el efecto más negativo en el resultado obtenido. Si bien existen algunas evidencias de economías a escala, estas son muy pequeñas para lograr una operación rentable con tamaños de producción mayores a los evaluados y que a la vez exista disponibilidad de sitios para tales tamaños.

Por otra parte si bien el consumo de alginatos, principal uso que puede dársele a esta alga, es comparativamente alto y con tendencia a aumentar, el gran abastecimiento de algas pardas desde la región asiática mantiene el nivel de precios del alga por lo que no puede esperarse incrementos de estos en el mediano plazo.

En este contexto las perspectivas de factibilidad económica del cultivo de *L. trabeculata* podría mejorar si se organiza integradamente con la producción de alginato nacional, ante eventuales disminuciones de abastecimientos del alga desde praderas naturales e imponer los beneficios económicos a la elaboración del ficocoloide. En la misma línea, el cultivo del alga podría estar integrado al cultivo de abalón si se utilizara como alimento para el molusco. Un centro de 300 ton de este requeriría una superficie de cultivo algo menor a las 50 hectáreas y a la vez la inversión en tierra es marginal a la actividad principal, lo que

produce ahorro en la inversión. Esto es factible en la medida que el costo de oportunidad de no contar con un alimento diferente para el molusco, sea mayor al costo de producir o de abastecerse de *L. trabeculata* con dicho fin.

Respecto a *Porphyra* la actividad de cultivo de la fase de mar, a pesar que los criterios de evaluación se presentan levemente positivos, se tiene el inconveniente que cada unidad de una hectárea requiere de capital fijo y de operación que no puede ser solventado por un pequeño cultivador, lo que hace que el cultivo sea impracticable; probablemente para dichos montos pueda tener mejores expectativas en otra actividad.

El único cultivo que se observa económicamente viable es el *Gigartina - Iridaea*, para el cual se puede realizar la fase siguiente de elaboración de proyecto incluyendo la experimentación de la técnica de cultivo. Los resultados indican que a precios pesimistas, que pudieran eventualmente estar eventualmente subvalorizados, debido a la escasez de información al respecto, la evaluación de prefactibilidad resulta ser positiva y se recomienda un tamaño de centro equivalente a una concesión de 50 hectáreas. Ello se ve también avalado por los resultados positivos arrojados por el análisis de riesgo a través de la simulación del VAN.

CONCLUSIONES

- 1.- La evaluación a nivel de perfil del cultivo de las algas nativas estudiadas, están influenciadas por los factores institucionales, tecnológicos y de mercado en el que el precio del producto refleja su nivel de escasez.
- 2.- La legislación vigente privilegia la mantención de las praderas naturales, cuando se trata de organización de sistemas de cultivo a escala industrial. Esto guarda relación con la disponibilidad de áreas aptas de acuicultura para el cultivo de macroalgas restringido por una variable geográfica y otra económica, existiendo un costo de oportunidad relacionado con la interacción de los aspectos económicos y sociales.
- 3.-La perspectiva de *Lessonia trabeculata* , aparte de mantener su incidencia en la demanda del mercado como materia prima para fabricación de espesantes, es de responder a la eventual demanda como alimento fresco o de base para fabricación de pellets, destinados a la alimentación de moluscos gastrópodos herbívoros pastoreadores, o bien equinoideos comestibles.
- 4.- El cultivo de *Gigartina* sp. e *Iridaea* sp. tiene perspectivas de desarrollo por su alta demanda con destino a la producción de carragenanos, siendo su precio de exportación en estado seco o como carragenano, altamente dependiente de la producción filipina; pero, constituye una excepción en mercados del MERCOSUR donde se observa un importante aumento de las exportaciones nacionales de carragenano.
- 5.- Las posibilidades de *Porphyra columbina*, al no tener un mercado desarrollado por la fuerte influencia del autoabastecimiento de la demanda de los grandes países consumidores asiáticos se ven muy remotas centrándose solamente

en una alternativa de producción a pequeña escala, destinada a favorecer a algueros artesanales.

6.- La factibilidad técnica de transferencia y o adaptación de sistemas de cultivo para estas algas, implica considerar su desarrollo en una fase de ambiente controlado y otra de crecimiento en mar, empleándose en el medio natural sistemas suspendidos para su desarrollo a escala industrial y de fondo a escala artesanal.

7.- Al considerar la Aptitud de Distrito chilenas donde implementar los sistemas de cultivo dimensionados, se observan como factibles entre la Octava y Décimo primera regiones para *Lessonia trabeculata* y *Porphyra columbina*, mientras que las Gigartináceas podrían ser cultivadas además en regiones más al norte.

8.- Para obtener una producción continua de las algas estudiadas, es preciso implementar técnicas en ambiente controlado destinadas a manipular los ciclos reproductivos con objeto de la mantención de un stock de reproductores, de manera de controlar la estacionalidad de reproducción.

9.- La evaluación económica determina la factibilidad de implementación del cultivo de algas *Gigartina* sp e *Iridaea* sp en cualquiera de los tamaños evaluados, presentando tasas internas de retorno bastante por encima de la tasa de descuento (12%), las cuales fluctúan entre un 46 a 78% (para 50 y 150 ha. de cultivo respectivamente), el análisis de riesgo efectuado es favorable a esta conclusión. En contraposición, en el caso de *Lessonia trabeculata*, su factibilidad estaría directamente sujeta a lo que suceda en el país con la implementación de cultivos de gastrópodos y/o equinodermos que se encuentran en su fase piloto en la actualidad, debido a la baja potencialidad económica que presenta ésta actualmente.

10.-El cultivo de *Porphyra columbina* por su variación de la Tasa Interna de Retorno respecto a la sensibilidad precio aplicada, se considera bajo al compararse con el 12% exigido, teniendo en cuenta que para éste flujo no se considera la mano de obra debido a las características del cultivo. Diferente es el caso de la fase de este cultivo en ambiente controlado, el cual presenta tasas entre un 19 a un 54% para los precios esperados y optimista, resultando solo el pesimista con una escasa rentabilidad. Pese a lo anterior, la implementación de la fase ambiente controlado resulta inviable, por la casi nula demanda que existe por las unidades de cultivo, producidas por la alta inversión que debe asumir el pequeño productor evaluado.

BIBLIOGRAFIA

- Akatsuka, I. 1990. A producao de algas marinhas no Japao. Cultivation of Seaweeds in Latin America. de-Oliveira, E.C. and N. Kautsky (Eds.): 17-26.
- Altazin, R. 1988. Essai de captage de jeunes stades d'algues marines sur support de culture. Valorisation des Algues et Autres Vegetaux Aquatiques. Delepine, R.; J. Gaillard et P. Morand (Eds.). 47-48.
- Alveal, K. y M. Núñez. 1987. Procesos de post-fertilización y estructura del cistocarpo en especies de *Iridaea* de Chile Central. Medio Ambiente. 8(2): 52-66.
- Anderson, W. and J. North. 1969. Light requeriments of juvenile and microscopic stages of giant kelp *Macrocystis*. Keck Eng Lab. Inst. of Technology. California. U.S.A. Monog.. 21 pp.
- Arakawa, H. and K. Matsuike. 1992. Influence on insertion of zoospores, germination, survival, and maturation of gametophytes of brown algae exerted by sediments. Nippon Suisan Gakkaishi Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.. 58(4): 619-625.
- Arbault, S.; P. Renard; R. Pérez et R. Kaas. 1990. Essai de cryoconservation des gametophytes de l'algue alimentaire *Undaria pinnatifida* (Laminariale). Aquat. Living Resour.. 3(3): 207-215.
- Arratia, M. 1995. Evaluación técnica de un cultivo suspendido de algas Laminariales para la alimentación de abalones. Seminario de Pesquerias. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso. 51 pp.

- Aste, A. y K. Alveal. 1988. Resistencia de las esporas de *Iridaea laminaroides*, *Gigartina chamissoi* y *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyta, Gigartinales) a la desecación. *Gayana Bot.* 45(1-4): 345-349.
- Avila, M.; A. Hoffman y B. Santelices. 1985. Interacciones de temperatura, densidad de flujo fotónico y fotoperíodo sobre el desarrollo de etapas microscópicas de *Lessonia nigrescens* (Phaeophyta, Laminariales). *Rev. Chilena de Historia Natural.* 68: 71-82.
- Avila, M.; B. Santelices and J. McLachlan. 1986. Photoperiod and temperature regulation of the life history of *Porphyra columbina* (Rhodophyta, Bangiales) from central Chile. *Can J. Bot.* 64: 1867-1872.
- Avila, M. and M. Seguel. 1992. An overview of seaweed resources in Chile. Papers Presented at the Fourteenth International Seaweed Symposium. McLachlan, J.L. ed. 5(2): 133-139.
- Avila, M.; R. Otaíza; R. Norambuena; M. Nuñez; A. Candia y A. Poblete. 1994. Desarrollo de tecnología de cultivo y repoblación de luga negra en la X Región. CORFO/IFOP. SGI 94/9: 97 pp.
- Azanza, R. 1990. The farmed *Euchema* species in Danajon Reef, Philippines: Vegetative and reproductive structures. *J. Appl. Phycol.* 2(1): 57-62.
- Bacigalupo, H. 1993. Estado actual y programas de desarrollo de las pesquerías artesanales en Chile. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. 48 pp.
- Badilla, G. 1979. Diseño y experimentación de un sistema de cultivo para Algas Superiores en condiciones naturales. Tesis Escuela de Ciencias del Mar. Universidad Católica de Valparaíso. 64 pp.

- Barbaroux, O.; R. Peréz et J.P. Dreno. 1984. L'algue rouge *Euchema spinosum* Possibilités d'exploitation et de culture aux Antilles. Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches Marit. 348: 2-9.
- Blinova, E.I. 1987. Commercial seaweeds and their utilization. Sb. Nauch. Tr. Vniro. Moskva USSR Vniro. 170pp.
- Bodard, M. et T. Stadler. 1988. Reflexions sur les problemes d'algoculture a partir d'une experimentation sur *Gracilaria verrucosa*. Valorisation des Algues et Autres Vegetaux Aquatiques. Delepine, R.; J. Gaillard et P. Morand (Eds.): 71-74.
- Bolton, J.J. and R.J. Anderson. 1987. Temperature tolerance of two southern African *Ecklonia* species (Alariacea: Laminariales) and of hybrids between them. Mar. Biol. 96(2): 293-297.
- Bolton, J.J. and M.A.P. Joska. 1993. Population studies on a South African carrageenophyte: *Iridaea capensis* (Gigartinaceae, Rhodophyta). Hidrobiologia: 260-261.
- Branch, M.L. 1974. Limiting factors for the gametophytes of three South African Laminariales. Investigational Report 104. Rep. of South African. 38 pp.
- Braud, J.P.; H. Etcheverry et R. Peréz. 1974. Développement de l'algue *M. pyrifera* sur les Côtes Bretonnes. Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches Marit. 233: 1-15.
- Braud, J.P. 1992. Les divers modes de culture d'algues pour l'obtention de molecules d'interet economique. Fifteenth Journees Internationales du Gabim. 18(2): 141-149.

- Brown, M.; A. Frazer; D. Brasch and L. Melton. 1990. Growth and reproduction of *Porphyra columbina* Mont. (Bangiales, Rhodophyceae) from southern New Zealand. J. Appl. Phycol.. 2(1): 35-44.
- Camus, P.A.; E. Vasquez y L. Galaz. 1991. Expansión hacia el intermareal de *Lessonia trabeculata* Vill. et Sant. (Laminariales, Phaeophyta) en el norte de Chile. Medio Ambiente. 11(2): 90-92.
- Candia, A. 1986. Reproducción de *Porphyra columbina* Montagne (Rhodophyta, Bangiales) en condiciones de laboratorio. Arch. Biol. Med. Exp.. 19(1): 88.
- Candia, A.; K. Alveal; H. Romo y M. Avila. 1978. Antecedentes biológicos y citológicos de *Porphyra columbina* (Montagne) (Rhodophyta, Bangiales). Primer Simposio de Algas Marinas chilenas. Santiago de Chile. Libro de Programas y Resúmenes. 10.
- Charters, A.; M. Neushul and D. Coon. 1973. The effect of water motion on algal spore adhesion. Mar. Sc. Inst. Univ. of California. U.S.A. 18 (6): 884-896.
- Chen, G.; D. Zhang; N. Lu; K. Bai and G. Wu. 1986. Light-requirement character for carpospores germination in *Porphyra haitanensis*. Oceanol. Limnol. Sin. Haiyang Yu Huzhao. 17(suppl.): 179-184.
- Chen, J.X. 1984. Tissue culture from the sporophytes of *Laminaria japonica*, *Undaria pinnatifida* and *Macrocystis pyrifera*. Mar. Fish. Res.. 6: 27-33.
- Chen, L.C. 1989. Cell suspension culture from *Porphyra linearis* (Rhodophyta): A Multicellular marine red alga. J. Appl. Phycol.. 1(2): 153-159.

- Chen, L.C.; I. McCracken and M.A. Ragan. 1990. Biotechnology potential for hoshi-nori production. *World Aquacult.* 21(3): 106-107.
- C.I.I.D. 1990. Situación de desarrollo y explotación de los recursos algales de Chile. Red Algas Marinas Chile Ed.. 79 pp.
- Collantes, G.; M. Galea; C. Henríquez y C. Melo. 1987. Variabilidad morfológica y morfométrica de las fases reproductivas de *Iridaea laminaroides* e *Iridaea ciliata* (Rhodophyta: Gigartinales). *Medio Ambiente*. 8(20): 74-84.
- Collantes, G. y C. Melo. 1988. Cultivo de tejido y de células en *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta, Lessoniaceae). *Gayana Bot.* 45(1-4): 291-295.
- Collantes, G.; C. Melo y A. Candia. 1990. Micropropagación clonal, una alternativa biotecnológica en el cultivo de macroalgas marinas chilenas de importancia económica. *Arch. Biol. Med. Exp.* 23(2): 131-140.
- Contreras, D.; H. Figueroa y C. Ramirez. 1985. Análisis estadístico multivariado de patrones de zonación de macroalgas en el sur de Chile. *Medio Ambiente*. 7(2): 123-134.
- Cosson, J. 1972. Action de quelques facteurs Physicochimiques sur la sporulation et le développement de *Laminaria digitata* (L.) Lamouroux. Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle. Université de Caen, France.142
- Cosson, J. 1973. Influence des conditions de culture sur le développement de *Laminaria digitata* (L.) Lam. (Phéophycées, Laminariales). *Soc. Phycol. de France, Bull.* 18: 104-112..

- Cosson, J. 1975. Action des conditions d'éclairement sur la croissance des gamétophytes de *Laminaria digitata* (L.) Lamouroux (Phaéophycée, Laminariale). Soc. Phycol. de France, Bull..20: 50-54..
- Cosson, J. 1976. Evolution de la fertilité des populations de *Laminaria digitata* (L.) Lamouroux (Phaéophycée, Laminariale) au cours de l'année. Soc. Phycol. de France, Bull.. 21: 28-34.
- Cosson, J. 1977 Action de la durée d'éclairement sur la morphogénèse des gamétophytes de *Laminaria digitata* (L.) Lam. (Phaéophycée, Laminariale). Soc. Phycol. de France, Bull.. 22: 19-26.
- Cosson, J. 1978. Recherches morphogénétiques et ecophysiologiques sur la Pheophyce *Laminaria digitata* (L.) Lamouroux. Thèse de Doctorat D'Etat. Université de Caen, France.
- Cosson, J. y R.Olivari. 1982. Premiers resultats concernant les possibilités d'hybridation interspécifiques et intergénériques chez les Laminariales des côtes de la Manche. C. R. Acad. Sc. Paris. 295(III): 381-384.
- Costa, A. da and Y. Yoneshigue. 1994. Growth of *Laminaria abyssalis* (Phaeophyta) at different nitrate concentrations. Phycologia. 33(4): 271-274.
- Critchley, A. 1993. Seaweed Resources. In: Seaweed Cultivation and Marine Ranching. 1-6.
- Dai, J. Q. and Z. Bao. 1993. Genitive Breeding and seedling raising experiments with *Porphyra* protoplasts. Aquaculture. 111: 139-145.
- Dawes, C. 1991. Botánica Marina. Edit. Limusa S.A. de C.V. 673 pp.

- Dickson, F.; R. Cox and N. Bourne. 1990. Shellfish and marine plant aquaculture in British Columbia. Conflicts and solutions. J. Shellfish Res. 10(1): 235.
- Dieck, I.T. 1991. Circannual growth rhythm and photoperiodic sorus induction in the kelp *Laminaria setchellii* (Phaeophyta). J. Phycol. 27(3): 341-350.
- Dion, P. 1989. Seaweed cultivation along the Brittany coast. Aquaculture Europe'89. Short communications and abstracts of review papers, films slideshows and poster papers, presented at the International Aquaculture Conference Held in Bordeaux, France. 10: 293.
- Doty, M.S. y V.B. Alvarez. 1975. Status, problems, advances and economics of *Eucheuma* farms. Mar. Tech. Soc. J. 9: 30-35.
- Doumenge, F. 1991. Aquaculture in Japan. In: Aquaculture. Vol 2. Barnabé, G. Ed.. 1104 pp.
- Drew, K. 1954. Studies in the Bangioideae III. The life history of *Porphyra umbilicalis* (L.) Kütz. var. *laciniata* (Lightf.) J. Ag. Ann. Bot. (London), New Ser.. 18: 183-211.
- Druehl, L. 1988. Laminaria aquaculture in British Columbia. Proceedings of the Fourth Alaska Aquaculture Conference, Alaska, USA. Keller, S. ed.. 4: 3-10.
- Druehl, L.; R. Baird; A. Lindwall; K.E. Lloyd and S. Pakula. 1988. Longline cultivation of some Laminariaceae in British Columbia, Canada. Aquacult. Fish. Manage. 19(3): 253-263.

- Edding, M.E.; E. Fonck; P. Orrego; M. Venegas and J. Macchiavello. 1993. A comparison between two populations of *Lessonia trabeculata* (Phaeophyta: Laminariales) microscopic stages. Fourteenth International Seaweed Symposium. A. Chapman, M. Brown and . Lahaye (Eds.). 260-261: 231-237.
- Egan, B.; A. Vlasto and C. Yarish. 1989. Seasonal acclimation to temperature and light in *Laminaria longicuris* de la Pyl. (Phaeophyta). J. Exp. Mar. Biol. Ecol.. 129(1): 1-16.
- Espejo, M. 1993. Posibilidades del cultivo extensivo de macrofitos. Cuad. Area Cienc. Mar. Semin. Estud. Gallegos. 5: 35-47.
- Etcheverry, H. 1986. Algas marinas bentónicas de Chile. Of. Reg. Ciencia y Tecnología UNESCO. 379 pp.
- Etcheverry, H. y G. Collantes. 1977. Cultivo artificial de luche, *Porphyra columbina* (Mont. 1845) Rhodophyta (Bangiaceae). Rev. Biol. Mar. 16(2): 195-202.
- Etcheverry, H. y G. Collantes. 1979. Ultraestructura de sinapsis protoplasmática en fase Conchocelis de *Porphyra columbina* (Montagne, 1845). Rev. Biol. Mar.. 16(6): 235-246.
- Etcheverry, H. y L. Lopez. 1982. Estudios químicos del alga *Macrocystis pyrifera* (L.), C.A. Ag., procedentes de las praderas de Puerto Toro (Isla Navarino). Rev. Biol. Mar.. 18(1): 73-99.
- FAO/UNDP. 1989. Culture of kelp (*Laminaria japonica*) in China. Bangkok Thailand FAO UNDP. 204 pp.
- FAO. 1993. Anuario Estadístico de Pesca, capturas y desembarque. Vol. 76.

- Fernandez, C. 1993. Criterios biológicos para la explotación de los campos naturales de especies productoras de carragenatos (*Chondrus crispus* y *Gigartina stellata*). Cuad. Area Cienc. Mar. Semin. Estud. Galegos. 5: 9-16.
- Floc'h, J.Y.; R. Pajot and I. Wallentinus. 1991. The Japanese brown alga *Undaria pinnatifida* on the coast of France and its possible establishment in European waters. J. Cons. Cien.. 47(3): 379-390.
- Freshwater, W. and D. Kapraun. 1989. Spheroplast Isolation and Propagation of *Porphyra carolinensis* Coll et Cox for Mariculture. Aquaculture. 81: 101-110.
- García, H.; S. Asenjo y A. Reyes. 1994. Las algas marinas y sus expectativas a través del uso de metabolitos de importancia terapéutica e industrial. Medio Ambiente. 12(1): 69-75.
- Garrigue, C. 1991. La culture de l'algue rouge *Euchema* aux iles Fiji and Kiribati: Rapport de la mission effectuee du 13 au 27 septembre 1990. Rapp. Missions Sci. Mer Biol. Mar. Cent. Noumea, New Caledonia, Orstom. 7: 13 pp.
- Gero, J. 1960. Etude chimique de *Laminaria ochroleuca* (Algue Phéophycée) de la Côte Atlantique du Maroe. Bull. Inst. Pêches Marit. Maroc. 4:59-66.
- Ginsburger-Vogel, T.; S. Arbault & R. Peréz. 1992. Ultrastructural study of the effect freezingthawing on the gametophyte of the brown alga *Undaria pinnatifida*. Aquaculture. 106: 171-181.

- Gonzalez, M.A.; J.A. Zertuche e I. Pacheco. 1992. Efecto del Nitrógeno en el crecimiento y contenido de carragenano en *Gigartina canaliculata* Harv. (Rhodophyta Gigartinales), en tanques exteriores de cultivo. Cienc. Mar.. 18(4): 75-83.
- Han, Z.C. 1985. Os recursos de algas marinha de importancia economica na Republica Popular dee Mocambique com especial referencia para *Euchema* (Floridae) em Cabo Delgado. Rev. Invest. Pesq. Maputo. 14: 49-85.
- Hannach, G. y B. Santelices. 1985. Ecological differences between the isomorphic reproductive phases of two species of *Iridaea* (Rhodophyta, Gigartinales). Marine Ecology Progress Series. 22: 291-303.
- Hannach, G. and J. Waaland. 1989. Growth and morphology of gametophytes of *Porphyra abbottae* (Rhodophyta): Effects of environmental factors in culture. J. Phycol.. 25(2): 247-254.
- He, P. and S. Wang. 1991. Effects of external factors on differentiation and development of somatic cells in *Porphyra yezoensis* 1. Temperature and illumination. Mar. Sci. Haiyang Kexue. Nº4: 61-65.
- Hoffman, A. y B. Santelices. 1982. Effects of light intensity and nutrients on gametophytes and gametogenesis of *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta). J. Exp. Mar. Biol. Ecol.. 60: 77-88.
- Hoffman, A.; M. Avila y B. Santelices. 1984. Interactions of nitrate and phosphate on the development of microscopic stages of *Lessonia nigrescens* Bory (Phaeophyta). J. Exp. Mar. Ecol.. 78: 177-186.

- Hong, J.; C. Song; N. Kim; J. Kim and H. Huh. 1987. Oceanographic conditions in relation to laver production in Kwangyang Bay, Korea. *Bull. Korean Fish Soc.* 20(3): 237-247.
- Honya, M.; T. Kinoshita; M. Ishikawa; H. Mori and K. Nisizawa. 1993. Monthly determination of alginate, M/G ratio, mannitol, and minerals in cultivated *Laminaria japonica*. *Nippon Suisan Gakkaishi Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 59(2): 295-299.
- Iima, M. and S. Migita. 1990. Laboratory culture of *Porphyra lacerata* (Rhodophyceae, Bangiales). *Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ. Chodai Suikenpo*. 168: 13-20.
- Ikenoue, H. and T. Kafuku. 1992. Nori, or Purple Laver (*Porphyra yezoensis*). In: *Modern Methods of Aquaculture in Japan*. H. Ikenoue and T. Kafuku (Ed). 233-242.
- Ikenoue, H. and T. Kafuku. 1992. Wakame (*Undaria pinnatifida*). In: *Modern Methods of Aquaculture in Japan*. H. Ikenoue and T. Kafuku (Ed). 243-251.
- Indergaard, M and G. Skjaak. 1987. Characteristics of alginate from *Laminaria digitata* cultivated in a high-phosphate environment. *Hydrobiologia*. 151-152.
- Indergaard, M.; G. Skjaak and A. Jensen. 1990. Studies on the influence of nutrients on the composition and structure of alginate in *Laminaria saccharina* (L.) Lamour. (Laminariales, Phaeophyceae). *Bot. Mar.* 33(3): 277-288.
- Infante, R. y A. Candia. 1988. Cultivo de *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss and *Iridaea ciliata* Kutzing (Rhodophyta, Gigartinaceae), en laboratorio: Esporulaci3n inducida y colonizaci3n de carposporas en diferentes sustratos. *Gayana Bot.* 45(1-4): 297-304.

- Imada, O.; Y. Saito and K. Teramoto. 1972. Artificial Culture of Laver. Proceeding the Seventeen International. Seaweed Symposium. Kazutizin (Ed.). Univ. Tokio Press. 358-363.
- Iwasaky, H. and N. Sasaki. 1971. The conchocelis-phase of *Porphyra sorbiculata* forma *latifolia*. Proc. Int. Seaweed Symp., 7: 364-367.
- Japan Tariff Association. 1989. Japan Exports & Imports
- Justice, C.; M. Steven; P. Dixon and J. Scherfig. 1972 Evaluation of Materials for Use in Algal Culture Systems. Hydrobiologia. 40(2): 215-221.
- John, D. 1969. An ecological study on *Laminaria ochroleuca*. J. Mar. Biol. Ass. U. K.. 49: 175-187.
- Johnes, W. and E. Dent. 1970. Culture of marine algae using a recirculating sea water system. Helgoländer wiss. Meeresunters. 20: 70-78.
- Joshi, H.; R. Oza and A. Tewari. 1992. Life cycle and growth of *Porphyra okhaensis* sp. nov. in culture. Indian J. Mar. Sci., 21(4): 262-267.
- Jung, J.T. 1988. Current situation of seaweed aquaculture development in Korea. Report on the Training Course on Seaweed Farming, Manila, Philippines. 101-128.
- Kain, J. 1964. Aspects of the biology of *Laminaria hyperborea* III. Survival and growth of gametophytes. Marine Biological Station. 44: 415-433.
- Kain, J. 1969. The biology of *Laminaria hyperborea*. V. Comparason with earl stages of competitors. Marine Biological Station. 49:455-473.

- Kain, J.M. and C.P. Dawes. 1987. Useful European seaweeds: Past hopes and present cultivation. Twelfth International Seaweed Symposium. Ragan, M.A. and C.J. Bird (Eds.). 151-152: 173-181.
- Kamaki, A and M. Shinohara. 1987. Actual production of seedling of wakame *Undaria pinnatifida*. Bull. Fish. Exp. Stn. Okayama Prefect., 2: 251.
- Kang, R.S. and C.H. Sohn. 1992. Formation periods of carpospores and tetraspores of 16 red algae in Daesongri, Kyungsangnam-do, Korea. Bull. Korean Fish Soc., 25(5): 392-398.
- Kapraun, D. and A. Lemus. 1987. Field and culture studies of *Porphyra spiralis* var. *amplifolia* Oliveira Filho et Coll (Bangiales, Rhodophyta) from Isla de Margarita, Venezuela. Bot. Mar., 30(6): 483-490.
- Katayama, K. 1985. Nori *Porphyra* cultivation in Okayama Prefecture, 1984 season. Bull. Fish. Exp. Stn. Okayama Prefect., 198-199.
- Katayama, K. 1988. Nori *Porphyra* cultivation in Okayama Prefecture, 1987 season. Bull. Fish. Exp. Stn. Okayama Prefect., 3: 186-187.
- Kautsky, L. 1990. Factores limitantes na producao de algas marinhas. Cultivation of Seaweeds in Latin America. de-Oliveira, E.C. and N. Kautsky (Eds.).9-16.
- Kawashima, S. 1990 Seaweed Culture. Fishery Journal 31
- Kawashima, S. 1993. Cultivation of the brown alga, *Laminaria* "Kombu". In: Seaweed Cultivation and Marine Ranching. 25-40.

- Kawashima, Y. and H. Tokuda. 1993. Regeneration from callus of *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar (Laminariales, Phaeophyta). Fourteenth International Seaweed Symposium. A Chapman, M. Brown and M. Lahaye (Eds.). 260-261: 385-389.
- Kida, W. 1990. Culture of seaweeds *Monostroma*. Mar. Behav. Phycol.. 16(2):109-131.
- Kida, W. 1990. Seaweed Culture. Fishery Journal 31
- Kim, D.H. 1976. A study of the development of cystocarps tetrasporangial sori in Gigartinaceae, (Rhodophyta, Gigartinales). Nova Hedwigia. 27: 1-146.
- Kirihara, S.; M. Notoya and Y. Aruga. 1993. Suitable time for outplanting seedlings of *Laminaria japonica* Areschoug (Laminariales, Phaeophyta) in coastal areas of Aomori Prefecture, Japan. Nippon Suisan Gakkaishi Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.. 59(3): 425-430.
- Kirkman, H. 1989. Growth, density and biomass of *Ecklonia radiata* at different depths and growth under artificial shading off Perth, Western Australia. Aust. J. Mar. Freshwat. Res.. 40(2): 169-177.
- Kühnemann, O. 1970. Algunas consideraciones sobre los bosques de *Macrocystis pyrifera* Physis.. 29(79):273-296.
- Lee, S.; S. Chung; Y. Park and Y. Kim. 1986. Studies on culture of *Porphyra* growing on the rock along the coast of Kang Won-Do. 1. The distribution of wild *Porphyra* growing on the rock and effect of scattering the *Conchocelis* on the base rock. Bull. Fish. Res. Dev. Agency, Pusan. 39: 135-142.

- Leighton, D.; L. Jones and W. North. 1965. Ecological relationships between giant kelp and sea urchins in southern California. Proc. Int. Seaweed Symp.. 5: 141-153.
- Levy, H & M. Sarnat. 1986. Capital Investment and Financial Decision. Prentice-Hall International Ed.. 3rd Edition. 703.
- Lewis, R.J.; B.Y. Jiang; M. Neushul and X.G. Fei. 1991. Haploid parthenogenetic sporophytes of *Laminaria japonica*. Program and Abstracts, Second International Marine Biotechnology Conference. 85.
- Lewis, R.J.; B.Y. Jiang; M. Neushul and X.G. Fei. 1992. Development and growth of parthenogenetic sporophytes of *Laminaria japonica*. J. Phycol.. 28(3): 7.
- Lewmanomont, K. and O. Chittpoolkusol. 1993. Life cycle of *Porphyra vietnamensis* Tanaka & Pham-Hoang from Thailand. Fourteenth International Seaweed Symposium. A. Chapman; M. Brown and M. Lahaye (Eds.). Hydrobiologia. 260-261: 397-400.
- Li, Q. 1991. A preliminary study on the liberated regular of carpospores and cultivation of conchocelis of *Porphyra vietnamensis* Tanakart Ho. J. Zhanjiang Fish. Coll. Zhanjiang Shuichan Xueyuan Xuebao. 11(2): 15-20.
- Li, S. 1988. A study on the formation and discharge of monospores of *Porphyra haitanensis*. Oceanol. Limnol. Sin. Haiyang Yu Huzhao. 19(6): 594-596.
- Li, S. and B. Zheng. 1992. Studies on the rotation culture of *Porphyra haitanensis* T.J. Chang et B.F. Zheng and *Porphyra yezoensis* Ueda. Oceanol. Limnol. Sin Haiyang Yu Huzhao. 23(5): 537-540.

- Liang, Y.; Z. Guo and Z. Yang. 1992. Studies on technique for breeding the summer big-sized kelp seedlings. *Shandong Fish. Qilu Yuye*. 3: 38-39.
- Lim, J.R. and H. Porse. 1981. Breakthrough in the commercial culture of *Euchema spinosum* in northern Bohol, Philippines. *Proc. Xth Int. Seaweed Symp.*. pp: 601- 606.
- Lin, Z.; W. Wang; T. Xie; S. Rong and J. Zhan. 1987. A study thr techniques of commercial breeding of *Porphyra haitanensis* filaments. *Donghai Mar. Sin. Donghai Haiyang*. 5(3): 54-64.
- Lindstrom, S. 1988. The potential for nori aquaculture in Alaska. *Proceedings of the Fourth Alaska Aquaculture Conference, Sitka, Alaska, USA. S. Keller (De.)*.4: 27-33.
- Linley, E.; R. Newell and S. Bosman. 1981. Heterotrophic Utilisation of Mucilage Released During Fragmentation of Kelp (*Ecklonia maxima* and *Laminaria pallida*). I. Development of Microbial Communities Associated with the Degradation of Kelp Mucilage. *Marine Ecology*. 4: 31-41.
- Liu, L. and S. Gao. 1987. The effect of desiccation on some marine algae in photosynthesis, respiration and growth. *J. Fish. China Shuichan Xuebao*. 11(3): 233-240.
- Liu, X. and B. Kloareg. 1991. Tissue culture of *Porphyra umbilicalis* (Bangiales, Rhodophyta). The effects of plant hormones on callus induction from tissue explants. *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. III*. 312(10): 517-522.
- Llana E., 1991. Production and utilisation of seaweed in the Philippines. *ICLARM, Naga*: 3-5

- Ma, J. and Q. Liu. 1989. The effects of germanium dioxide (GeO₂) on the growth of free-living conchocelis of *Porphyra haitanensis*. J. Fish. China Shuichan Xuebao. 13(1): 36-41.
- Mabeau, S. 1989. La filiere algue francaise en 1988: Atouts et points de blocage. Les algues et leur utilisation, Paris (France). 15(5): 673-692.
- Mairh, O.P.; M. Ohno and M. Matsuoka. 1991. Culture of brown *Laminaria japonica* (Phaeophyta, Laminariales) in warm waters of Shikoku, Japan. Indian J. Mar Sci.. 20(1): 55-60.
- Marchese, M.A. 1985. Estado actual de la utilización de algas superiores. Tesis Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ing. de Alimentos. Universidad Católica de Valparaíso. 160 pp.
- Martinez, C.; H. Barrales y M. Molina. 1989. Economic Assessment of a successful Method for mass field cultivation of *Gracilaria* in Chile. Aquaculture. 84: 101-116.
- Maruyama, T.; A. Miura and T. Yoshida. 1987. A study on the shaking culture method to evaluate the effect of municipal sewage on the growth of *Porphyra yezoensis*. Nippon Suisan Gakkaishi Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.. 53(12): 2.227-2.234.
- Matamala, M.; E. Martinez; I. Etchepare y H. Romo. 1985. Observaciones en terreno y estudio in vitro de la fase Conchocelis de *Porphyra columbina* Montagne (Algae, Rhodophyta). Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. 56: 207-212.

- Matsui, T.; M. Ohgai; Y. Ohshima and K. Kohara. 1992. The effects of light quality and quantity on gametophyte growth and fertility, and young sporophyte growth, in several species of Laminariales. Nippon Suisan Gakkaishi Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 58(7): 1.257-1.265.
- Matsuo, M.; M. Notoya and Y. Aruga. 1994. Life history of *Porphyra suborbiculata* Kjellman (Bangiales, Rhodophyta) in culture. Umi Mer.. 32(1): 57-63.
- Mc Hugh, d. 1987. Production, Properties and uses of Alginates. In: Production and utilization of products from comercial seaweed. FAO Fisheries Technical paper. 288: 58 - 115
- Merrill, J. and J. Waoland. 1988. *Porphyra* aquaculture in Washington state. J. Phycol.. 24(suppl.): 5.
- Merrill, J. and J. Olson. 1988. The first commercial-scale nori sea vegetable farm in North America. Aquaculture International Congress and Exposition, Vancouver, British Columbia, Canada. 34.
- Miura, A. 1984. A new variety a new form of *Porphyra* (Bangiales, Rhodophyta) from Japan: *Porphyra tenera* Kjellman var. *Tamatsuensis* Miura, var. nov. and *P. yezoensis* Ueda form. *Narawaensis* Miura, form. nov.. Journal of the Tokyo University of Fisheries. 71(1): 1-37.
- Miura, A. 1988. Taxonomic studies of *Porphyra* species cultivated in Japan, referring to their transition to the cultivated variety. Journal of the Tokyo University of Fishiries. 75(2): 311-325.
- Miura, A. and Y. Aruga. 1987. Distribution of *Porphyra* in Japan as affected by cultivation. J. Tokyo Univ. Fish. Tokyo Suisandai Kempo. 74(1): 41-50.

- Migita, S. 1967. Studies on artificial hibrids between *Undaria petersaenia* (Kjellm.) OKAM. and *U. pinnatifida* (Harv.) Sur.
- Migita, S. and R. Ito. 1987. The life history of *Porphyra tanegashimensis* (Rhodophyta, Bangiales) in laboratory culture. Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ. Chodai Suikenpo. 61: 7-14.
- Mizukami, Y.; M. Okauchi and H. Kito. 1992. Effects of cell wallytic enzymes on the electrofusion efficiency of protoplasts from *Porphyra yezoensis*. Aquaculture. 108: 193-205.
- Mumford, T. 1981. Progress and prospects for field cultivation of *Iridaea cordata* and *Gigartina exasperata*. In: Symposium on "Seaweeds in the Warm. Pacific". Hopkins Marine Station of Station of University, Pacific Grove, California U.S.A. 48 pp.
- Mumford, T. 1988. *Porphyra* culture in the new world. Aquaculture International Congress and Exposition, Vancouver, British Columbia, Canada. 34.
- Mumford, T. 1990. O cultivo de *Porphyra* na America do Norte. Cultivation of Seaweeds in Latin America. E. de-Oliveira and N. Kautsky (Eds.). 43-46.
- Mumford, T. and J. Waaland. 1985. Progress and prospects for field cultivation of *Iridaea cordata* and *Gigartina exasperata*. In: Abbott, I.A., M.S. Foster y L.F. Eklund (Eds.). Pacific Seaweed Aquaculture. California Sea Grant College Program. La Jolla California. 92-197.

- Nakahara, H. and Y. Nakamura. 1973. Parthenogenesis, Apogamy Apospory in *Alaria crassifolia* (Laminariales). *Marine Biology*. 18: 327-333.
- Navarrete, S y H. Romo. 1986. Herbívoro sobre la fase conchocelis de *P. columbina*, en sustrato calcáreo. Experiencia en laboratorio. Biota. Osorno. Chile. IPO: 100 pp.
- Neish, I. 1979. Principles and perspectives of the cultivation of seaweeds in enclose systems. In. Acts I Symp. Algas Mar. Chilenas. Santelices (De): 39 - 74
- Nisizawa, K. 1987. Preparation and marketing of seaweed as foods. In: Production and utilization of products from comercial seaweed. FAO. Fisheries technical paper. 288
- Noda, H.; H. Amano; K. Arashima; S. Hashimoto and K. Nisizawa. 1989. Studies on the antitumour activity of marine algae. *Nippon Suisan Gakkaishi Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 55(7): 1.259-1.264.
- North, W.J.; T. Liu; J. Chen and R. Suo. 1988. Cultivation of *Laminaria* and *Macrocystis* (Laminariales, Phaeophyta) in the People's Republic of China. *Phycologia*. 27(2): 298-299.
- Norton, T.A. and E.M. Burrows. 1969. Studies on marine algae of the British Isles. 7. *Saccorhiza polyschides* (Lightf.). *Br. Phycol. J.* 4(10): 19-53.
- Norton, T.A. & E.M. Burrows. 1969. The enviromental control of the seasonal development of *Saccorhiza polyschides* (Light.) *Batt. Proc. Intl. Seaweed Symp.* 6: 287-296.

- Notoya, M. y Y. Aruga. 1992. Tissue culture of parthenogenetic and normal young sporophytes *Eklonia cava* Kjellman (Laminariales, Phaeophyta). Jap. J. Phycol. Sorui40(1): 53-55.
- Notoya, M.; N. Kikuchi; Y. Aruga and A. Miura. 1992. *Porphyra kinositae* (Yamada et Tanaka) Fukuhara (Bangiales, Rhodophyta) in culture. Jap. J. Phycol. Sorui. 40(3): 273-278.
- Notoya, M.; N. Kikuchi; M. Matsuo; Y. Aruga and A. Miura. 1993. Culture studies of four species of *Porphyra* (Rhodophyta) from Suisan Gakkaishi Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.. 59(3): 431-436.
- Ohmi, H. and I. Shimura. 1976. Growth of *Euchema amakusaensis* in the field culture. Bull. Jap.Soc. Phycol. 14(3): 98-102.
- Ohno, M. and M. Matsuoka. 1993. *Undaria* Cultivation "Wakame". In: Seaweed Cultivation and Marine Ranching. 41-49.
- Okazaki, A. 1971. Seaweeds and their uses in Japan. Tokai University. Press: 37-49.
- Olivares, D. 1986. Sustratos de fijación para la implantación de *Lessonia nigrescens*. Tesis Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Vaparaíso 77 pp.
- Olivari, R. 1972. Nota sobre algunos aspectos del desarrollo inicial de gametofitos de *Lessonia nigrescens* en cultivo in vitro. Inv. Mar.. 3: 39-49.
- Olivari, R. 1974. Contribución al conocimiento de gametofitos y ciclo reproductivo de *Lessonia nigrescens*. Inv. Mar.. 5: 85-96.

- Olivari, R. 1982. Recherches Preliminales sur la Parthénogénésés et L`Hybridation sur quelques Laminariales. These Doctoral. Université de Caen. France.
- Olivari, R.; H. Flores y G. Yany. 1984. Distritos de Aptitud para cultivos marinos en X Región de Chile. Subsec. de Pesca. Est. y Doc.. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso. 93 pp.
- Olivari, R. y H. Flores. 1985. Experimentación de repoblamiento de *Lessonia nigrescens* por medio de módulos. Segundo Congreso Nacional de Algas Marinas Chilenas. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 24 pp.
- Olivari, R. y M^a O Paredes. 1994. Diseño y operación de una planta productora de alginatos. Bases técnicas. Estudios y Documentos 35/94. Universidad Católica de Valparaíso. 41 pp.
- Olivari, R.; M^a O. Paredes y H. Rosenblum. 1994. Determinación del stock de *Gigartina chamissoi* en praderas de la IV Región, Bahía Choros. Estudios y Documentos 28/94. Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso. 45 pp.
- Olivari, R. y M^a O. Paredes, 1995. Producción de alginato de sodio con algas marinas chilenas. Tecnología nacional.(Informe de Avance CORFO). 35 pp.
- Oliveira, E.C. de; E.J. de-Paula y F.A.S. Berchez. 1990. Cultivo experimental de algas vermelhas tropicais em tanques. Cultivation of Seaweeds in Latin Americade-Oliveira, E.C. y N. Kautsky (Eds.). 79-87.
- Oohusa, T. 1993. The cultivation of *Pophyra* "Nori". In: Seaweed Cultivation and Marine Ranching. 57-73.

- Padilla J. and H. Lampe. 1988. The economics of seaweed farming in the Philippines. ICLARM, Naga: 3- 5.
- Orellana, J. 1994. Factibilidad técnica de la implementación de un cultivo mixto de "Luche" (*Porphyra columbina*) y Ostra Japonesa (*Cassostrea gigas*). Seminario de Tesis. Escuela de Ciencias del Mar, Católica de Valparaíso. 27 pp.
- Oza, R.M.; H.V. Joshi; R.G. Parekh and V.D. Chauhan. 1983. Preliminary observations on a *Monostroma* sp. from the Okha coast, Gujarat. Indian J. Mar. Sci.. 12(2):115-117.
- Peimin, H. and S. Wang. 1992. Cell suspension culture in *Porphyra*. J. Phycol.. 28(3): 7.
- Penniman, C.; B. Egan and C. Yarish. 1988. Comparative growth and tissue chemistry responses of juvenile *Laminaria longicruris* sporophytes cultured in temperature and nitrogen concentration gradients. J. Phycol.. 24(suppl.): 27.
- Perèz, R. 1967. Phénomène de régénération chez *Laminaria digitata* Lamouroux et son application possible a l`exploitation des laminaires. Rev. Trav. Ins. Pêches Marit.. 31(4): 367-372.
- Perèz, R. 1968. La Conservation et le stockage des laminaires. Science et Pêche. 171: 1-8.
- Perèz, R. 1968. Les nouvelles methodes de recolte et le repeuplement des champs de laminaires. Science et Pêche. 175: 1-7.
- Perèz, R. 1969. Le repeuplement des champs de *Laminaria digitata* Lamouroux. Influence comparee de la coupe et de l'arrachage. Science et Pêche. 181: 1-10.

- Perèz, R. 1971. Influence de quelques facteurs physiques sur le développement de *Laminaria digitata* (L.) Lamour. Soc. Phycol. de France, Bull. 16.
- Perèz, R. 1972. Oportunité de l'implantation de l'algue *Macrocystis pyrifera* sur les Côtes Bretonnes. Science et Pêche. 216: 1-9.
- Perèz, R. et J.P. Braud. 1978. Possibilité d'une culture industrielle de l'algue rouge *Euchema spinosum* dans le Golfe de Tadjourah. Science et Pêche. 285: 1-27.
- Perèz, R.; R. Kaas; O. Barbaroux et S. Arbault. 1991. *Undaria*, une japonaise en Bretagne: nouvelle technique de culture d'une algue alimentaire. Equinoxe. 36: 19-30.
- Perèz, R.; R. Kaas; J.F. Defend; N. Le-Bayon et G. Plancnon. 1991. Production de gametophytes en "free living" pour la culture de l'algue brune. Aqua Rev.. 37: 30-37.
- Perèz, R.; R. Kaas; F. Campello; S. Arbault et O. Barbaroux. 1992. La culture des algues marines dans le monde. Plouzane France Ifremer Cent. Brest, Service Documentation Publications. 613 pp.
- Piriz, M.L. 1988. Panorama actual de la ficología marina en Argentina. Gayana Bot.. 45(1-4): 83-89.
- Piriz, M.L. 1990. El cultivo de *Porphyra* en Argentina, posibilidades y perspectivas. Cultivation of Seaweeds in Latin America. E. de-Oliveira and N. Kautsky (Eds.).47-49.
- Poblete, A.; A. Candia; I. Inostroza y R. Ugarte. 1985. Crecimiento y fenología reproductiva de *Iridaea ciliata* Kützting (Rodophyta, Gigartinales) en una pradera submareal. Biología Pesquera 14: 23-31.

- Poblete, A. y A. Lafón. 1987. Notas sobre el comportamiento de los discos basales de *Iridaea ciliata* Kützing. Rev. Medio Ambiente. 8(2): 90-94.
- Polonshek, A. and J. West. 1977. Culture and hybridization studies on *Gigartina papillata* (Rhodophyta). J. Phycol., 13:141-149.
- Ponce, F. 1987. Antecedentes sobre la explotación del recurso *Iridaea* en Chile. Rev. Medio Ambiente 8(2): 67-73.
- Richardds-Rajadurai, N. 1990. Carrageenan-multipurpose gum from the sea. Infofish International. 5: 18-20.
- Rodova, N.A. and G.M. Voskoboinikov. 1993. Cell cultures of macroalgae. Russ. J. Mar. Biol., 19(1): 1-9.
- Roland, W. and L.M. Coon. 1984. Postharvest recovery of beds of the edible red alga *Porphyra perforata*. Can. J. Bot., 62: 1968-1970.
- Romo, H.; A. Pizarro y M. Muñoz. 1985. Manejo de *Iridaea sp.* y la facilidad de incremento en ambiente natural. Informe convenio Universidad de Concepción. SERPLAC VIII Región. 154 pp.
- Romo, H. 1988. Cultivando algas mediante esporas. Invest. Pesq. (Chile). 35: 89-98.
- Romo, H. y E. Paula. 1995. Métodos experimentales para el cultivo de *Porphyra*. Manual de Métodos Ficológicos. K. Alveal, M.E. Ferrairo, E.C. Oliveira y E. Sar (Eds.). 551-562.
- Rosario de A., M. 1990. Reproductive characteristics of *Gigartina teedii* (Roth) Lamouroux (Rhodophyta, Gigartinales), a turf-forming species: Field and laboratory culture studies. Bot. Mar., 33(5): 401-409.

- Rotmann, K.W.G. 1987. The collection, utilization and potential farming of red seaweeds in Namibia. Twelfth International Seaweed Symposium. Ragan, M.A. C.J. Bird (Eds.). 151-152: 301-305.
- Ryther, J.H. 1986. Technology for the commercial production of macroalgae. Energy Applications of Biomass. Lowenstein, M.Z. (Ed.). 177-188.
- Saito, Y. 1972 On the effects of environmental factor on morphological characteristics of *Undaria pinnatifida* and the breeding of hybrids in the genus *Undaria*. "Contribution to the Systematics of Benthic Marine Algae of the North Pacific", Abbott, I.A. and M. Kurogi eds., Jap. Soc. Phycol., Kobe, Japan. 117-130.
- Samonte, G.; A: Hurtado-Ponce and R. Caturao, 1993. Economic analysis of botton line and raft monoline culture of *Kappaphycus alvarezii* var. *tambalag* in Western Visayas, Philippines. *Acuaculture*, 110: 1- 30.
- Sanbonsuga, Y.; Y. Machiguchi and N. Saga. 1987. Productivity estimation and evaluation of the cultivation factors in biomass production of *Laminaria*. *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab. Hokusuiken, Hokoku*. 51: 45-50.
- Santelices, B. 1979. Actas Primer Simposium sobre algas chilenas. Sub. de Pesca, Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.
- Santelices, B. 1989. Algas Marinas de Chile. Distribución, ecología, utilización, diversidad. Ed. Universidad Católica de Chile. 399 pp.
- Santelices, B. 1990. Manejando las praderas naturales, propagando y cultivando algas en Chile. In: *Cultivation of Seaweeds in*

Latin America. Workshop- Univ. S. Paulo E.C. de Oliveira and N. Kautzky (Ed.). pp: 27-34.

Santelices, B. y M. Avila. 1986. Bases biológicas para maximizar cosecha de "luche" (*Porphyra columbina*) en Chile central. In: Actas II Congreso de Algas Marinas Chilenas. Renato Westermeier (Ed.). pp: 201-211.

Santelices, B. y R. Norambuena. 1987. A harvesting strategy for *Iridaea laminarioides* in central Chile. *Hydrobiologia*. 151/152: 329-333.

Scagel, R. 1947. An Investigation on Marine Plants near Bay, B.C. Dept. of Fish. B. C.. 1.

Searles, B. 1978. The genus *Lessonia* Bori (Phaeophyta, laminariales) in southern Chile and Argentina. *Br. Phycol. J.* 13: 361-381.

Seguel, M. y B. Santelices. 1988. Cultivo masivo de la fase "Conchocelis" del luche, *Porphyra columbina* Montagne (Rhodophyta, Bangiaceae). *Gayana Bot.* 45(1-4): 317-327.

Seliger, H. and W. McElroy. 1965. Light: Physical and Biological Action. American Institute of Biological Sciences and United States Atomic Energy Commission Monograph.

SERNAP. 1980-1994. Anuario Estadístico de Pesca. Servicio Nacional de Pesca..

Shields, T. 1988. The potential and feasibility of *Macrocystis* aquaculture in Alaska. Proceedings of the Fourth Alaska Aquaculture Conference, Alaska, USA. Keller, S. (Ed.). 88-4: 19-25.

- Shinohara, M. and A. Kamaki. 1988. Actual production of artificial seedling of nori *Porphyra*. Bull. Fish. Exp. Stn. Okayama Prefect.. 3: 222-223.
- Sidirelli, M. 1992. The influence of temperature, irradiance and photoperiod on the reproductive life history of *Porphyra leucosticta* (Bangiales, Rhodophyta) in laboratory culture. Bot. Mar.. 35(3): 251-257.
- Song, H. 1991. Effects of plant growth substances on growth in the conchocelis of *Porphyra yezoensis*. Bull. Natl. Fish. Res. Dev. Agency Korea. 45: 207-217.
- Stanley, N. 1987. Production, properties and uses of carragenan. In: Production and utilization of products from commercial seaweed. FAO. Fisheries Technical papers. 288: 116 -146
- Steele, R.L. and G.B. Thursby. 1988. Laboratory culture of gametophytic stages of the macroalgae *Champia parvula* (Rhodophyta) and *Laminaria saccharina* (Phaeophyta). In: Techniques for culturing marine algae and invertebrates for use in toxicity tests. 7(12): 997-1.002.
- Stekoll, M.S. and W.A. Roberts. 1992. Commercial potential of seaweeds from St. Lawrence Island, Alaska. 1. The available resource. Fourteenth International Seaweed Symposium. McLachlan, J.L. (Ed.). 5(2): 161-165.
- Sundene, O. 1958. Infertility between Forms of *Laminaria digitata*. Nytt Magasin for Botanikk. 6: 121-128.
- Sundene, O. 1962. The implication of transplant and culture experiments on the growth and distribution of *Alaria esculenta*. Noruega. Nytt Magasin for Botanikk. 9: 155-174.

- Sundene, O. 1962. Growth in the Sea of *Laminaria digitata* Sporophytes from Culture. Ins. Mar. Biol., Univ. Oslo. 9: 24 pp..
- Sundene, O. 1964. The ecology of *Laminaria digitata* in Norway in view of transplant experiments. Noruega. Nytt Magasin for Botanikk. 11: 83-107.
- Svendsen, P. and J. Kain. 1971 The taxonomic status, distribution and morphology of *Laminaria cucullata* sensu jorde and klavestad. Sarsia. 46: 1-22.
- Trono, G.C. 1988. Progress and problems in seaweed culture. Report on the Training Course on Seaweed Farming, Manila, Philippines. 76-80.
- Trono, G.C. 1993. *Euchema* and *Kappaphycus*: Taxonomy and Cultivation . In: Seaweed Cultivation and Marine Ranching. 75-88.
- Tseng, C.K. 1990. Mass culture of commercial marine algae in China. Third International Symposium on Marine Biogeography and Evolution in the Pacific. 47(1): 261.
- Tseng, C.K. 1993. Notes on mariculture in China. Aquaculture. 111: 21-30.
- Tseng, W.Y. 1984. *Euchema* of Taiwan Emphasizing its mariculture potential. Hidrobiologia. 116/117: 237-242.
- Tsukidate, J. 1987. On the optimum growth conditions of *Ecklonia kurome* Okamura. Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab. Nansuisuikenho. 21: 1-9.

- Tsukidate, J. and S. Suto. 1971. Tracer Experiment on the Effect of micronutrients on Growth of *Porphyra* Plant- I. Bull. Tokai Reg. Fish Res. Lab.. 64.
- Tsukidate, J. 1991. Seaweed. Asian Development Bank. Network of Acuaculture Cent., Manila Philippines. 1: 397-408
- Tugwell, S. and G.M. Branch. 1989. Differential polyphenolic distribution among tissues in the kelps *Ecklonia maxima*, *Laminaria pallida* and *Macrocystis angustifolia* in relation to plant-defence theory. J. Exp. Mar. Biol. Ecol.. 129(3): 219-230.
- Ugarte. 1987. Production of Chilean *Gracilaria*: Problems and perspectives. Twelfth International Seaweed Symposium. M.A Ragan and C.J. Bird (Eds.). 151-152: 295-299.
- Umebayashi, O. 1985. Cultivo de macroalgas en Japón. Generalidades de Acuacultura. México, D.F. Mexico. Secretaria Educación Pública. 97-108.
- U.S. Imports of Merchandise. 1994. U.S. Department Commerce.
- Vasquez, J.A. 1990. Seaweed management and their ecological impact. Chile Pesquero. 59: 25-27.
- Vasquez, J. y B. Santelices. 1984. Comunidades de macroinvertebrados en discos adhesivos de *Lessonia nigrescens*. Rev. Chil. de Historia Natural. 54: 131-154.
- Venegas, P.A. 1989. Colectores para conchosporas de *Porphyra sp.* "Luche". Tesis Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso. 77 pp.

- Villa, C.E. 1981. Estudio del alga *Gigartina chamissoi* (Mert, 1803). Contribución a su conocimiento biológico y experiencias sobre su factibilidad de cultivo en Mejillones. Tesis Escuela de Ciencias del Mar. Universidad Católica de Valparaíso. 57 pp.
- Villouta, E. y B. Santelices. 1984. Estructura de la comunidad submareal de *Lessonia* (Phaeophyta, Laminariales) en Chile norte y central. Rev. Chilena de Hist. Nat.. 57: 111-122.
- Villouta, E. y B. Santelices. 1986. *Lessonia trabeculata* sp. nov. (Laminariales, Phaeophyta), a new kelp from Chile. Phycologia. 25: 81-86.
- Wang, F. 1988. Marine phyoculture in China. Report on the Training Course on Seaweed Farming, Manila, Philippines. 134-135.
- Wang, S.; Y. Sun; A. Lu and G. Wang. 1987. A study on the cultivation of the vegetative cells and protoplasts *Porphyra haitanensis*. 2. The cultivation of the young buds isolated vegetative cells in sea. Mar. Sci. Haiyang Kexue. 1: 1-7.
- Wang, S. and X. Yan. 1990. Observations on the monospore-like cells in the somatic cell culture of *Porphyra haitanensis* (Rhodophyta). Oceanol. Limnol. Sin. Haiyang Yu Huzhao. 21(2): 166-169.
- Wang, Y.; L. Huang and S. Li. 1988. Effects of temperature photosynthesis and distribution of some marine algae. Selected Oceanic Works. 227-233.
- Westermeier, R. 1981. The marine seaweeds of Chile's tenth Región (Valdivia, Osorno, Llanquihue and Chiloé). Proc. Int. Seaweed Symp..10: 215-219.

- Westermeier, R.; H. Guaiquil; H. Wenzel; G. Peruzzo y N. Köhler. 1987. Variación de valores calóricos, cenizas, hidratos de carbono, lípidos y proteínas en frondas cistocárpicas y tetraspóricas de *Iridaea laminaroides* Bory en el sur de Chile. *Medio Ambiente*. 8(2): 85-89.
- Westermeier, R.; M. Cid y P. Rivera. 1989. Efectos de factores ambientales sobre las fases microscópicas de *Macrocystis pyrifera* en cultivo. *Medio Ambiente*. 10(1): 13-22.
- Wiencke, C. 1988. Notes on the development of some benthic marine macroalgae of King George Island, Antarctica. *Ser. Cient. Inst. Antart. Chil.* 37: 23-47.
- Wreede, R. E. de and L. G. Green. 1990. Patterns of gametophyte dominance of *Iridea splendens* (Rodophyta) in Vancouver Harbour, Vancouver, British Columbia, Canada. *J. Appl. Phycol.* 2(1): 27-34.
- Wu, C. and G. Lin. 1987. Progress in the genetics and breeding of economic seaweeds in China. Twelfth International Seaweed Symposium. Ragan, M.A. and C.J. Bird (Eds.). 151-152: 57-61.
- Yamamoto, M.; Y. Watanabe and H. Kinoshita. 1991. Effects of water temperature on the growth of red alga *Porphyra yezoensis* form. *narawaensis* (nori) cultivated in an outdoor raceway tank. *Nippon Suisan Gakkaishi Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 57(12): 2.211-2.217.
- Yamanaka, R. and K. Akiyama. 1992. Cultivation and utilization of *Undaria pinnatifida* (wakame) as food. Papers Presented at the Fourteenth International Seaweed Symposium. J.L. McLachlan (Ed.). 5(2): 249-253.

- Yan, X. and Z. Wang. 1993. The effects of temperature, light intensity and salinity on the development of somatic cells from *Porphyra haitanensis* (Rhodophyta). Trop. Oceanol. Redai Haiyang. 12(1): 94-99.
- Zhao, H.; J. Li; X. Gong; X. Zhang; H. Wang and Y. Cong. 1992. An experiment of *Undaria pinnatifida* sporeling culture at room temperature in penaeid seedling rearing tanks. Trans. Oceanol. Limnol. Haiyang Huzhao Tongbao. 3: 56-59.
- Zertuche, J.A. y Z. Garcia. 1988. Cultivo en tanques exteriores del alga roja, *Euchema uncinatum*, del Golfo de California. Rev. Latinoam. Acuicultura. 36: 79-87.
- Zertuche, J.A. 1990. Estrategias para el cultivo continuo de carragenofitas no perennes del Golfo de California. Cultivation of Seaweeds in Latin America. de-Oliveira, E.C. y N. Kautsky (Eds.). 95-100.
- Zertuche, J.A. 1993. Situación actual de la industria de las algas marinas productoras de ficocoloides en Mexico. In: Situación actual de la industria de macroalgas productoras de ficocoloides en América Latina y el Caribe. Mexico FAO. 33-38.
- Zheng, N.; Y. Zhang and X. Fan. 1992. Studies on the compositions and sequential structures of uronate residues in alginates from Chinese brown algae *Laminaria* and *Sargassum*. Oceanol. Limnol. Sin. Haiyang Yu Huzhao. 23(4): 445-453.

ANEXO 1

**Tablas de Criterios selectivos de Análisis y
Evaluación de Técnicas de Cultivo**

| Criterio de Selección | Tabla : Laminariales | | | | | | | | | | | | | | | Media ponderada | | | | | |
|----------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|------|--|--|--|--|
| | 2.1 | | | | | 2.2 | | | | | 2.3 | | | | | | 2.4 | | | | |
| | LUM | Tº | Otr. | SUS | TOJ | SEM | SOH | SOM | CAT | EAT | SIS | SAA | SAP | CMT | TC | | PF | | | | |
| | 2 | 2 | 2 | N/O | 2 | N/O | 3 | N/O | N/O | 2 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | 2 | 2,13 | | | | |
| | 2 | 2 | 3 | N/O | 3 | N/O | 3 | N/O | N/O | 1 | N/O | 3 | N/O | N/O | 3 | 3 | 2,56 | | | | |
| Cosson, 1978 | 2 | 2 | 3 | N/O | 2 | N/O | 3 | N/O | N/O | 1 | N/O | 3 | N/O | N/O | 3 | 3 | 2,44 | | | | |
| Cosson y Olivari, 1982 | 2 | 2 | 2 | N/O | 2 | N/O | 3 | N/O | N/O | 2 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | 2 | 2,13 | | | | |
| Hoffman y Santelices, 1982 | 2 | 2 | 2 | N/O | 2 | N/O | 2 | N/O | N/O | 2 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | 2 | 2,22 | | | | |
| Olivares, 1986 | 3 | 3 | 3 | N/O | 2 | N/O | 3 | N/O | N/O | 2 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | 2 | 2,33 | | | | |
| Olivari, 1972-1974 | N/O | N/O | N/O | 1 | N/O | 1 | 1 | N/O | N/O | 2 | N/O | N/O | N/O | 2 | N/O | N/O | 1,40 | | | | |
| Collantes et al., 1990 | 2 | N/O | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | N/O | N/O | 1 | N/O | 3 | N/O | N/O | 3 | 3 | 2,70 | | | | |
| Matsui et al., 1992 | 2 | N/O | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | N/O | N/O | 1 | N/O | 3 | N/O | N/O | 3 | 3 | 2,70 | | | | |
| Cosson, 1976 | 2 | C | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | N/O | N/O | 1 | N/O | 3 | N/O | N/O | 3 | 3 | 2,70 | | | | |
| Dieck, 1991 | 2 | N/O | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | N/O | N/O | 1 | N/O | 3 | N/O | N/O | 3 | 3 | 2,70 | | | | |
| Tsukidate, 1991 | N/O | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | N/O | N/O | 1 | N/O | 3 | N/O | N/O | 3 | 3 | 2,70 | | | | |
| Egan et al., 1989 | N/O | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | N/O | N/O | 1 | N/O | 3 | N/O | N/O | 3 | 3 | 2,70 | | | | |
| Penniman et al., 1988 | N/O | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | N/O | N/O | 1 | N/O | 3 | N/O | N/O | 3 | 3 | 2,70 | | | | |
| Badilla 1979 | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | N/O | N/O | 2,20 | | | | |
| Black, 1984 | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | 2 | 3 | 2 | N/O | 2 | N/O | 2,17 | | | | |
| Olivari y Flores, 1984 | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | 3 | 3 | 3 | 3 | N/O | 3 | N/O | 2,86 | | | | |
| Arratia, 1995 | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | 3 | 3 | 3 | 3 | N/O | N/O | N/O | 2,83 | | | | |
| Ikenoue y Kafuku, 1992 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | N/O | 3 | 3 | 2,87 | | | | |
| Malrth et al, 1991 | N/O | 2 | N/O | 3 | 3 | 3 | 3 | N/O | 3 | 3 | 2,63 | | | | |
| Peréz et al., 1991 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | N/O | 3 | 2 | 2,60 | | | | |
| Kawashima, 1993 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | N/O | 3 | 3 | 2,67 | | | | |
| Kida, 1990 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2,44 | | | | | |
| Ohno y Matsuoka, 1993 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2,27 | | | | | |
| Peréz et al., 1991 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | N/O | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2,00 | | | | | |
| Olivari, 1982 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | N/O | N/O | 1 | 1 | N/O | 1 | 3 | 2 | 1 | 2,00 | | | | |
| Kawashima y Tokuda, 1993 | N/O | N/O | N/O | 2 | N/O | 1 | 2 | N/O | N/O | 1 | N/O | N/O | N/O | 2 | N/O | N/O | 1,60 | | | | |
| Camus et al, 1991 | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | 3 | 1 | N/O | N/O | 1 | 2 | 2 | 2,00 | | | | |
| Cosson y Olivari, 1982 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | N/O | 1 | 3 | N/O | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2,00 | | | | |
| Lewis et al, 1991 | 2 | 2 | 2 | N/O | N/O | 2 | 3 | N/O | 1 | 1 | N/O | N/O | N/O | 2 | 2 | N/O | 2,00 | | | | |
| Honya et al., 1993 | 2 | 2 | 2 | 3 | N/O | N/O | 3 | N/O | 1 | N/O | N/O | N/O | N/O | 3 | N/O | N/O | 2,29 | | | | |
| Indergaady y Skjaak, 1987 | 2 | 2 | 2 | 3 | N/O | N/O | 3 | N/O | 1 | N/O | N/O | N/O | N/O | 3 | N/O | N/O | 2,29 | | | | |
| Trono, 1988 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | N/O | 3 | N/O | 2 | 3 | 2 | 2,14 | | | | |
| Edding, et al, 1993 | N/O | N/O | N/O | 2 | N/O | N/O | 3 | 2 | 2 | 3 | N/O | 2 | N/O | N/O | 2 | 2 | 2,29 | | | | |
| Media ponderada | 2,14 | 2,14 | 2,63 | 2,70 | 2,62 | 2,67 | 2,75 | 2,73 | 2,00 | 1,39 | 2,90 | 2,71 | 2,58 | 2,08 | 2,63 | 2,38 | | | | | |

Tabla : Algas Gigartinales

| Criterio de Selección | 2.1 | | | | | 2.2 | | | | | 2.3 | | | 2.4 | | | Media ponderada |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|
| | LUM | T° | Otr. | SUS | TOJ | SEM | SOH | SOM | CAT | EAT | SIS | SAA | SAP | CMT | TC | PF | |
| AUTORES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gonzalez et al., 1992 | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | 3 | N/O | N/O | 2 | N/O | N/O | N/O | 3 | 2 | N/O | 2,60 |
| Kang y Sohn, 1992 | N/O | 1 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | N/O | N/O | 1 | N/O | N/O | N/O | 3 | N/O | 1 | 1,60 |
| Aste y Alveal, 1988 | N/O | N/O | 3 | N/O | 3 | 3 | 2 | N/O | N/O | 3 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | 2 | 2,57 |
| Kautsky, 1990 | 3 | 1 | 3 | N/O | N/O | N/O | N/O | 1 | 2 | 2 | N/O | 1 | N/O | 3 | 2 | 2 | 2,00 |
| Zertuche y Garcia, 1988 | 2 | N/O | 3 | N/O | N/O | N/O | 3 | 1 | N/O | 1 | N/O | 2 | N/O | N/O | 2 | N/O | 2,00 |
| Bolton y Joska, 1993 | 2 | 2 | N/O | N/O | 2 | 2 | N/O | 2 | N/O | 2 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | 3 | 2,13 |
| Wiencke, 1988 | N/O | 2 | N/O | 1 | N/O | N/O | N/O | N/O | 1 | 2 | 1,50 |
| Infante y Candia, 1988 | 3 | N/O | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | N/O | N/O | 2 | N/O | N/O | N/O | 1 | 2 | 2 | 2,30 |
| de-Wreede y Green, 1990 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | N/O | N/O | 1 | N/O | N/O | N/O | N/O | 1 | 2 | 1,70 |
| Zertuche, 1990 | 3 | 3 | 3 | N/O | N/O | N/O | 3 | N/O | N/O | 1 | N/O | N/O | N/O | N/O | 3 | 2 | 2,57 |
| Oliveira et al. 1990 | N/O | N/O | 3 | N/O | N/O | N/O | 2 | N/O | N/O | 1 | N/O | N/O | N/O | 1 | 1 | 1 | 1,50 |
| Braud, 1992 | 2 | 2 | 3 | N/O | N/O | 1 | 3 | 3 | N/O | 1 | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | 3 | 2,63 |
| Kim, 1976 | 1 | 1 | 2 | N/O | N/O | N/O | 2 | N/O | N/O | 3 | N/O | N/O | N/O | 2 | 2 | 2 | 1,88 |
| Collantes et al., 1987 | N/O | N/O | 2 | N/O | N/O | 1 | 2 | N/O | N/O | 3 | N/O | N/O | N/O | 3 | 1 | N/O | 2,00 |
| Poblete y Lafon, 1987 | 3 | 1 | 3 | 2 | N/O | 2 | 3 | N/O | N/O | 3 | N/O | N/O | N/O | 3 | 3 | N/O | 2,50 |
| Poblete et al., 1985 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | N/O | 2 | 2 | 2,70 |
| Romo et al, 1985 | N/O | N/O | N/O | 3 | 2 | 3 | 3 | N/O | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | N/O | N/O | 2 | 2,67 |
| Munford y Waaland, 1985 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | N/O | 3 | 3 | 2,73 |
| Trono, 1993 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | N/O | 3 | 3 | 2,87 |
| Tseng , 1984 | N/O | 2 | N/O | N/O | N/O | N/O | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | N/O | N/O | N/O | 3 | N/O | 2,43 |
| Ohmi y Shimura, 1976 | N/O | 2 | N/O | 1 | N/O | N/O | N/O | N/O | 3 | 2 | 2,00 |
| Santelices 1989 | 2 | 2 | 3 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | 3 | 2 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | N/O | 2,29 |
| Hannach y Santelices, 1985 | 2 | 2 | 3 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | 3 | 3 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | N/O | 2,43 |
| Avila et al., 1994 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | N/O | N/O | 3 | N/O | 2 | N/O | 2 | 2 | 2 | 2,08 |
| Media ponderada | 2,40 | 2,06 | 2,67 | 2,22 | 2,22 | 2,25 | 2,47 | 2,18 | 2,57 | 1,87 | 2,65 | 2,33 | 2,00 | 2,33 | 2,05 | 2,12 | |

| Criterio de Selección | Tabla : Porphyra sp. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|
| | 2.1 | | | | | | | 2.2 | | | | | 2.3 | | | 2.4 | | Media ponderada |
| | LUM | T° | Otr. | SUS | TOJ | SEM | SOH | SOM | CAT | EAT | SIS | SAA | SAP | CMT | TC | PF | | |
| AUTORES | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Candia et al., 1978 | 2 | 2 | 2 | N/O | 2 | N/O | 2 | N/O | N/O | 3 | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | 2,14 | |
| Avila et al., 1986 | 2 | 2 | 2 | N/O | 2 | 2 | 3 | N/O | N/O | 3 | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | 3 | 2,38 | |
| Santelices, 1989 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | N/O | 2 | 2 | N/O | 3 | N/O | N/O | N/O | 2 | 2 | 2,18 | | |
| Segel y Santelices, 1988 | N/O | N/O | N/O | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | N/O | 3 | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | 2,86 | |
| Matamala, 1985 | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | 3 | 3 | 3 | N/O | 2 | N/O | 2 | N/O | N/O | 2,60 | |
| Venegas, 1989 | N/O | N/O | N/O | 3 | 2 | 3 | N/O | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1,42 | |
| Orellana, 1994 | 2 | 2 | 2 | 2 | N/O | 2 | 3 | N/O | N/O | 3 | N/O | 2 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2,25 | |
| Oohusa, 1993 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | N/O | N/O | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2,57 | |
| Ikenue y Kafuku, 1993 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | N/O | N/O | 2 | 3 | 3 | 3 | N/O | 3 | 3 | 2,43 | |
| Kida, 1990 | N/O | N/O | N/O | 2 | 3 | 3 | N/O | 3 | 3 | 2 | N/O | 3 | N/O | 2 | 3 | 2 | 2,60 | |
| Matsuo, 1994 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | N/O | N/O | N/O | 2 | 3 | 2 | 2,38 | |
| Li, 1991 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | N/O | 2,40 | |
| Yan y Wang, 1993 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | N/O | 1 | N/O | 2 | 2 | N/O | 1,85 | |
| Lewmanomont y Chittpoolkusal, 1993 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | N/O | N/O | N/O | 1 | 2 | 2 | 2,15 | |
| Notoya et al., 1992 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | 2 | 2,33 | |
| Sidirelly, 1992 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | 2 | 2,33 | |
| Yamamoto et al., 1991 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | N/O | N/O | N/O | N/O | 1 | 1 | 2,17 | |
| He y Wang, 1991 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | N/O | N/O | N/O | 1 | 3 | 1 | 2,23 | |
| Hannach y Waaland, 1989 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | N/O | N/O | N/O | N/O | 3 | 2 | 2,25 | |
| Migita e Ito, 1987 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | N/O | N/O | N/O | 1 | 2 | 2 | 2,23 | |
| Kapraun y Lemus, 1987 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | N/O | N/O | N/O | N/O | 2 | 2 | 2,33 | |
| Tseng, 1990 | N/O | N/O | N/O | 3 | 3 | 3 | N/O | 3 | 3 | 2 | N/O | 2 | N/O | N/O | 3 | 3 | 2,77 | |
| Tseng, 1993 | N/O | N/O | N/O | 3 | 3 | 3 | N/O | 2 | 2 | 2 | N/O | 3 | N/O | N/O | 3 | 3 | 2,66 | |
| Brown et al., 1990 | N/O | N/O | N/O | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | N/O | 2 | 2 | 2,50 | |
| Media ponderada | 2,00 | 1,94 | 1,88 | 2,76 | 2,63 | 2,38 | 2,89 | 2,74 | 2,88 | 1,88 | 3,00 | 2,55 | 3,00 | 1,80 | 2,32 | 2,11 | | |

R

ANEXO 2

**Relaciones de Boyantez y Peso de los Sistemas
de Cultivo Seleccionados**

CABOS ESTRUCTURALES:

PP 14 mm de diámetro (cabos frontales)

Densidad 920 (Kg/m³)

Longitud 3,4 m incluida gasa c/u

Peso 17,5/200 m

Peso seco Total 0,595 Kg seco

Peso sumergido Total -0,0679 Kg

PP10 mm (Cabos laterals)

Densidad 920 (Kg/m³)

Longitud 26 m incluida gasa c/u

Peso 8,77/200 m

Peso seco Total 0,595 Kg seco

Peso sumergido Total -0,2602 Kg.

Peso Total Cabos: -0,3281 (Kg)

Peso tirantes PP 14 mm de diámetro (cabos frontales)

Densidad 920 (Kg/m³)

Longitud 1,5 m c/u 4 por unidad

Peso 17,5/200 m

Peso seco Total 0,0021 Kg seco

Peso sumergido Total -0,0085 Kg

Argollas de union 0,026 Kg peso sumergido

SISTEMA DE SUSPENSION

Tubos de PVC de 3 m de largo
3 m y 3" de diámetro
5 trozos de PVC por red
Boyantez total PVC 66,9 Kg

PESO TOTAL SISTEMA DE CULTIVO (tren)

-331,8 Kg.

CABOS DE FONDEO La longitud es variable de acuerdo al sitio de posicionamiento así como también el diámetro del cabo respecto a las condiciones oceanográficas de la zona. A modo de ejemplo se presenta para 20m de profundidad, relación 3:1.

Material PP18 mm

Peso 29,6 Kg/200 m

Peso total fondeo principal 17,76 Kg seco

Peso sumergido -2,0270 Kg.

Fondeos auxiliares para el tren 8

Material PP18 mm

Peso 29,6 Kg/200 m

Peso total fondeo 71,04 Kg seco

Peso sumergido -8,1078 Kg.

SEÑALIZACION 2 boyas de 13,6 Kg total 27,2Kg.

POR LO TANTO PESO TOTAL DEL SISTEMA SIN ALGAS

- 369,1348 Kg (por si sólo es boyante)

=====
=====

UNIDAD PRODUCTIVA DESTINADA AL CULTIVO DE LESSONIA

La unidad productiva consiste en un long-line triple de 100 m. de longitud.

SUSTENTACION DEL SISTEMA

2 boyas de señalización de 30 cm de diámetro
y 13,6 Kg. c/u

Boyantez: 27,2 Kg

17 boyas de 4,5 Kg.

Boyantez 76,5 Kg

PESO LINEA MADRE

3 líneas de 100m de PP de 18 mm de diámetro

Densidad 920 Kg/m³

Peso 29,6 Kg/200 m

Peso tres líneas 14,8 Kg.

Peso sumergido -5,0674 Kg

PESO CABO DE FIJACION

diámetro

3 líneas de 110 m c/u, de PP de 2 mm de

Densidad 920 Kg/m³

Peso lineal 0,89 Kg/200 m

Peso total líneas: 44,4 Kg.

Peso sumergido -0,1676 Kg.

PESO TIRANTES

diámetro

4 tirantes de 1,25 m , de PP 18 mm de

Densidad 920 Kg/m³

Peso 29,6 Kg/200 m

Peso total 0,74 Kg

Peso Total Sumergido 0,74 Kg.

PESO VARILLA LATERAL

diámetro por Línea

2 varasde 1 m de longitud y 40 mm de

Material: madera densidad 900 Kg/m³

Peso Total 2,2620 Kg.

Peso Sumergido -0,3134 Kg.

POR LO TANTO EL SISTEMA ES BOYANTE
CON UNA RESERVA DE 109,3337 Kg

UNIDAD PRODUCTIVA DESTINADA AL CULTIVO DE PORPHYRA

En relación a esta unidad productiva esta sólo consiste en una red posicionada a una cierta altura del fondo en la franja intermareal. Para su posicionamiento se necesita de estacas de madera de la zona y no requiere mayor dimensionamiento ya que no posee un sistema de sustentación adicional como es el caso de los cultivos antes mencionados. Sus dimensiones son 1,5 x 18 m y se colocan una al lado de otra formando un tren.

CONSIDERACIONES

En los cálculos anteriores se ha considerado sólo la estructura de la unidad de cultivo para las relaciones boyantez y peso, dada la flotabilidad natural de las algas por su alto contenido acuoso, tejido aerífero en otros casos y además estructuras flotantes en varias otras.

ANEXO 3

ANALISIS ECONOMICO CULTIVO DE *LESSONIA*

- **Flujos de caja para las diversas alternativas**
- **Detalle de inversiones**
- **Costos de produccion y operacionales**
- **Análisis de sensibilidad**

FLUJOS DE CAJA DE L. trabeculata

Tamaño de concesión : 60 ha.
 Precio : 60 pesos/Kg
 Rendimiento : 1,8 ton/long line

| ITEM | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| INVERSION | | | | | | | | | | | |
| CAPITAL DE TRABAJO | | | | | | | | | | | |
| INGRESOS | | 22.860 \$ | 137.700 \$ | 137.700 \$ | 137.700 \$ | 137.700 \$ | 137.700 \$ | 137.700 \$ | 137.700 \$ | 137.700 \$ | 111.302 \$ |
| COSTOS FIJOS | | (111.302) \$ | (111.302) \$ | (111.302) \$ | (111.302) \$ | (111.302) \$ | (111.302) \$ | (111.302) \$ | (111.302) \$ | (111.302) \$ | 137.700 \$ |
| COSTOS VARIABLES | | (16.824) \$ | (16.824) \$ | (16.824) \$ | (16.824) \$ | (16.824) \$ | (16.824) \$ | (16.824) \$ | (16.824) \$ | (16.824) \$ | (111.302) \$ |
| DEPRECIACION | | (62.606) \$ | (62.606) \$ | (62.606) \$ | (62.606) \$ | (62.606) \$ | (62.606) \$ | (62.606) \$ | (62.606) \$ | (62.606) \$ | (16.824) \$ |
| RESULTADO BRUTO | | (460.046) \$ | (167.382) \$ | (62.632) \$ | (62.632) \$ | (62.632) \$ | (62.632) \$ | (62.632) \$ | (62.632) \$ | (62.632) \$ | (62.606) \$ |
| IMPUESTO (15%) | | - \$ | - \$ | - \$ | - \$ | - \$ | - \$ | - \$ | - \$ | - \$ | 68.670 \$ |
| RESULTADO DEL PERIODO | | (460.046) \$ | (167.382) \$ | (62.632) \$ | (62.632) \$ | (62.632) \$ | (62.632) \$ | (62.632) \$ | (62.632) \$ | (62.632) \$ | 68.670 \$ |
| DEPRECIACION | | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ |
| VALOR RESIDUAL | | (104.878) \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ |
| FLUJO DE FONDOS NETOS | | (460.046) \$ | (104.878) \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 62.606 \$ | 121.178 \$ |

TASA= 12%
 VAN= \$ (626.358)
 TIR=

FLUJOS DE CAJA DE L. trabeculata

Tamaño de concesión : 150 ha.
 Precio : 50 pesos/Kg
 Rendimiento : 1,8 ton/long line

| ITEM | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|-------------|---|-----------|---|-----------|-----------|-----------|---|-----------|---------|
| INVERSION | 0 | | | | | 0 | (838.339) | | | | |
| CAPITAL DE TRABAJO | 0 | (922.764) | | | | | | | | | 197.764 |
| INGRESOS | 0 | (197.764) | 0 | 413.100 | 0 | 413.100 | 0 | 413.100 | 0 | 413.100 | 0 |
| COSTOS FIJOS | 0 | (197.764) | 0 | (197.764) | 0 | (197.764) | 0 | (197.764) | 0 | (197.764) | 0 |
| COSTOS VARIABLES | 0 | (49.872) | 0 | (49.872) | 0 | (49.872) | 0 | (49.872) | 0 | (49.872) | 0 |
| DEPRECIACION | 0 | (173.782) | 0 | (173.782) | 0 | (173.782) | 0 | (173.782) | 0 | (173.782) | 0 |
| RESULTADO BRUTO | 0 | (1.120.820) | 0 | (8.019) | 0 | (8.019) | 0 | (8.019) | 0 | (8.019) | 0 |
| IMPUESTO (15%) | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 | - | 0 |
| RESULTADO DEL PERIODO | 0 | (1.120.820) | 0 | (8.019) | 0 | (8.019) | 0 | (8.019) | 0 | (8.019) | 0 |
| DEPRECIACION | 0 | 173.782 | 0 | 173.782 | 0 | 173.782 | 0 | 173.782 | 0 | 173.782 | 0 |
| VALOR RESIDUAL | 0 | (1.120.820) | 0 | 165.764 | 0 | 165.764 | 0 | 165.764 | 0 | 165.764 | 0 |
| FLUJO DE FONDOS NETOS | 0 | (1.120.820) | 0 | 165.764 | 0 | 165.764 | 0 | 165.764 | 0 | 165.764 | 0 |

TASA = 12%
 VAN = \$ (903.306)
 TIR = -5,13%

FLUJOS DE CAJA DE L. trabeculata

Tamaño de concesión : 250 ha.
 Precio : 50 pesos
 Rendimiento : 1,8 ton/ha/line

| ITEM | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|---|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| INVERSION | 0 | (1.606.768) | | | | | | | | | |
| CAPITAL DE TRABAJO | 0 | (273.177) | | | | | | | | | |
| INGRESOS | 0 | 114.780 | 688.600 | 688.600 | 688.600 | 688.600 | 688.600 | 688.600 | 688.600 | 688.600 | 273.177 |
| COSTOS FIJOS | 0 | (273.177) | (273.177) | (273.177) | (273.177) | (273.177) | (273.177) | (273.177) | (273.177) | (273.177) | (273.177) |
| COSTOS VARIABLES | 0 | (82.820) | (82.820) | (82.820) | (82.820) | (82.820) | (82.820) | (82.820) | (82.820) | (82.820) | (82.820) |
| DEPRECIACION | 0 | (286.089) | (286.089) | (286.089) | (286.089) | (286.089) | (286.089) | (286.089) | (286.089) | (286.089) | (286.089) |
| RESULTADO BRUTO | 0 | (1.779.948) | 47.644 | 47.644 | 47.644 | 47.644 | 47.644 | 47.644 | 47.644 | 47.644 | 320.921 |
| IMPUESTO (15%) | 0 | - | (7.147) | (7.147) | (7.147) | (7.147) | (7.147) | (7.147) | (7.147) | (7.147) | (7.147) |
| RESULTADO DEL PERIODO | 0 | (1.779.948) | 40.497 | 40.497 | 40.497 | 40.497 | 40.497 | 40.497 | 40.497 | 40.497 | 313.674 |
| DEPRECIACION | 0 | 286.089 | 286.089 | 286.089 | 286.089 | 286.089 | 286.089 | 286.089 | 286.089 | 286.089 | 286.089 |
| VALOR RESIDUAL | 0 | (1.779.948) | 326.866 | 326.866 | 326.866 | 326.866 | 326.866 | 326.866 | 326.866 | 326.866 | 689.733 |
| FLUJO DE FONDOS NETOS | 0 | (1.779.948) | 326.866 | 326.866 | 326.866 | 326.866 | 326.866 | 326.866 | 326.866 | 326.866 | 689.733 |

TASA = 12%
 VAN = \$ (1.138.271)
 TIR = -1,36%

INVERSIONES EN TIERRA CULTIVO L. TRABECULATA

| | MONTO US\$ | VIDA UTIL años | DEPRECIACION US\$ |
|---|---------------|-------------------|----------------------|
| CONSTRUCCIONES: | | | |
| Hatchery y Oficinas (240 m2) | 2400 | 20 | 120 |
| Servicio Personal (55 m2) | 550 | 20 | 28 |
| Taller, Bodegas y Casetas (33 m2) | 330 | 20 | 17 |
| Instalaciones varias | 2500 | 10 | 250 |
| Subtotal | 5780 | | |
| INSTALACIONES HATCHERY: | | | |
| Blower (1) | 820 | 10 | 82 |
| Sist. Tuberias y Fitting estanques | 20 | 10 | 2 |
| Sistema de filtración | 62 | 10 | 6 |
| Sistema de Sanitización | 409 | 10 | 41 |
| Estanque 500 lt | 204 | 10 | 20 |
| Estanque 50 lt (80) | 1160 | 10 | 116 |
| Equipos de laboratorio | 2082 | 10 | 208 |
| Aducción, Bombeo y Acopio de agua | 2250 | 10 | 225 |
| Bastidores de fijacion (80 piezas) | 120 | 10 | 12 |
| Equipamiento de iluminación | 643 | 5 | 129 |
| Subtotal | 7769 | | |
| MOBILIARIO, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | |
| Muebles, Estantes y Utensilios | 4250 | 10 | 425 |
| Equipos de Comunicación y Computación | 4500 | 5 | 900 |
| Herramientas | 1250 | 5 | 250 |
| Subtotal | 10000 | | |
| VEHICULOS | | | |
| Camioneta (1) | 12500 | 5 | 2500 |
| TOTAL | 36049 | | |

INVERSIONES MAR CULTIVO L. TRABECULATA

| | 50 ha | | | 150 ha | | | 250 ha | | | |
|---------------------------------------|------------|---------------|----------------|-------------------|------------|---------------|-------------------|------------|----------------|-------------------|
| | NºUnidades | Valor US\$ | Vida útil años | Depreciación US\$ | NºUnidades | Valor US\$ | Depreciación US\$ | NºUnidades | Valor US\$ | Depreciación US\$ |
| EMBARCACIONES | | | | | | | | | | |
| Casco | 2 | 12000 | 10 | 1200 | 4 | 24000 | 2400 | 6 | 36000 | 3600 |
| Motor | 2 | 8000 | 5 | 1600 | 4 | 16000 | 3200 | 6 | 24000 | 4800 |
| BALSA | 1 | 1375 | 5 | 275 | 2 | 2750 | 550 | 3 | 4125 | 825 |
| SISTEMA DE CULTIVO (Long-Line) | | | | | | | | | | |
| Cabos de Long-Line | 515 | 226600 | 5 | 45320 | 1545 | 679800 | 135960 | 2575 | 1133000 | 226600 |
| Muertos de Long-Line | 515 | 14420 | 20 | 721 | 1545 | 43260 | 2163 | 2575 | 72100 | 3605 |
| Boyas 30 cm | 1030 | 7468 | 5 | 1494 | 3090 | 22403 | 4481 | 5150 | 37338 | 7468 |
| Boyas 4,5 kg | 8755 | 32831 | 5 | 6566 | 26265 | 98494 | 19699 | 43775 | 164156 | 32831 |
| TOTAL | | 302694 | | 57176 | | 886707 | 168452 | | 1470719 | 279729 |

COSTOS DE PERSONAL CULTIVO L. TRABECULATA

| | SUELDO MENSUAL US\$ | BONO | | BONO | | | Nº DE PERSONAS | | |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------------|-------|--------|--------|----------------|--|--|
| | | PRODUCCION \$/kg | ALIMENTACION \$/Persona-Día | 50 ha | 150 ha | 250 ha | | | |
| Administrador y Jefe Hatchery | 1250 | 1.5 | 500 | 1 | 1 | 1 | | | |
| Jefe Mar | 500 | 1 | 500 | 1 | 1 | 1 | | | |
| Operarios Hatchery y Tierra | 200 | 0.25 | 500 | 2 | 2 | 2 | | | |
| Operarios Mar ** | 200 | 2.75 | 500 | 6 | 12 | 14 | | | |
| Vigilantes | 300 | 0.5 | 500 | 3 | 3 | 3 | | | |
| Secretaría | 450 | - | 500 | 1 | 1 | 1 | | | |

** El bono de producción corresponde al conjunto de operarios.

OTROS COSTOS OPERACIONALES ANUALES (US\$) L. TRABECULATA

| | 50 ha | 150 ha | 250 ha |
|-----------------------------------|--------------|---------------|---------------|
| Mantenimiento Hatchery | 750 | 750 | 750 |
| Insumos de Fijación | 11057 | 33172 | 55287 |
| Operación y Mantenimiento | | | |
| Embarcación | 12600 | 25200 | 37800 |
| Vehículo | 6750 | 6750 | 6750 |
| Mantenimiento Sistema de Cultivo | 6798 | 20394 | 33990 |
| Mantenciones varias | 138 | 138 | 138 |
| Patentes de Acuicultura | 5395 | 26972 | 48549 |
| Servicios | 5514 | 5514 | 5514 |
| Vestuario Personal | 500 | 875 | 1000 |
| Contabilidad y G. Administrativos | 1200 | 1200 | 1200 |
| TOTAL | 50702 | 120965 | 190978 |

RESULTADOS ANALISIS DE SENSIBILIDAD CULTIVO L. TRABECULATA

| AREA [ha] | RENDIMIENTO [ton/LL-año] | PRECIO [\$/kg] | VAN [US\$] | TIR % |
|--------------|-----------------------------|-------------------|---------------|----------|
| 50 | 1.5 | 40 | -837990 | --- |
| | | 50 | -725394 | --- |
| | | 70 | -500200 | -11.91 |
| | 1.8 | 40 | -763474 | --- |
| | | 50 | -628358 | --- |
| | | 70 | -359664 | -3.94 |
| | 2.1 | 40 | -688957 | --- |
| | | 50 | -531322 | --- |
| | | 70 | -236052 | 2.10 |
| 150 | 1.5 | 40 | -1532204 | --- |
| | | 50 | -1194414 | -12.34 |
| | | 70 | -555584 | -2.16 |
| | 1.8 | 40 | -1308654 | -15.36 |
| | | 50 | -903306 | -5.13 |
| | | 70 | -176235 | 9.09 |
| | 2.1 | 40 | -1085104 | -9.33 |
| | | 50 | -640159 | 0.57 |
| | | 70 | 203114 | 15.17 |
| 250 | 1.5 | 40 | -2156490 | --- |
| | | 50 | -1593507 | -7.98 |
| | | 70 | -578257 | 5.59 |
| | 1.8 | 40 | -1783907 | -10.92 |
| | | 50 | -1138271 | -1.36 |
| | | 70 | 39804 | 12.41 |
| | 2.1 | 40 | -1411324 | -5.07 |
| | | 50 | -716556 | 4.02 |
| | | 70 | 657864 | 18.51 |

A N E X O 4

ANALISIS ECONOMICO CULTIVO DE *GIGARTINA*

- **Flujos de caja para las diversas alternativas**
- **Detalle de inversiones**
- **Costos de produccion y operacionales**
- **Análisis de sensibilidad**

FLUJOS DE CAJA DE Gigartina

Tamaño de concesión : 50 ha.
 Precio : 100 pesos/Kg
 Rendimiento : 2.4 ton/ha

| ITEM | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|--------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| INVERSION | \$ (188.887) | | | | | | | | | | |
| CAPITAL DE TRABAJO | \$ (86.187) | | | | | | | | | | |
| INGRESOS | \$ | 188.000 | 324.000 | 324.000 | 324.000 | 324.000 | 324.000 | 324.000 | 324.000 | 324.000 | 324.000 |
| COSTOS FIJOS | \$ | (86.187) | (86.187) | (86.187) | (86.187) | (86.187) | (86.187) | (86.187) | (86.187) | (86.187) | (86.187) |
| COSTOS VARIABLES | \$ | (9.720) | (26.730) | (26.730) | (26.730) | (26.730) | (26.730) | (26.730) | (26.730) | (26.730) | (26.730) |
| DEPRECIACION | \$ | (27.732) | (27.732) | (27.732) | (27.732) | (27.732) | (27.732) | (27.732) | (27.732) | (27.732) | (27.732) |
| RESULTADO BRUTO | \$ | (18.819) | 183.371 | 183.371 | 183.371 | 183.371 | 183.371 | 183.371 | 183.371 | 183.371 | 183.371 |
| IMPUESTO (15%) | \$ | - | (27.606) | (27.606) | (27.606) | (27.606) | (27.606) | (27.606) | (27.606) | (27.606) | (27.606) |
| RESULTADO DEL PERIODO | \$ | (18.819) | 155.765 | 155.765 | 155.765 | 155.765 | 155.765 | 155.765 | 155.765 | 155.765 | 155.765 |
| DEPRECIACION | \$ | 27.732 | 27.732 | 27.732 | 27.732 | 27.732 | 27.732 | 27.732 | 27.732 | 27.732 | 27.732 |
| VALOR RESIDUAL | \$ | (285.184) | 12.113 | 183.897 | 183.897 | 183.897 | 183.897 | 183.897 | 183.897 | 183.897 | 183.897 |
| FLUJO DE FONDOS NETOS | \$ | (285.184) | 12.113 | 183.897 | 183.897 | 183.897 | 183.897 | 183.897 | 183.897 | 183.897 | 183.897 |

TASA = 12%
 VAN = \$ 592.862
 TIR = 46%

FLUJOS DE CAJA DE Gigarina

Tamaño de concesión: 100 ha.
 Precio: 100 pesos/Kg
 Rendimiento: 2,4 ton/red

| ITEM | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| INVERSION | \$ (283.428) | | | | | \$ (242.417) | | | | | |
| CAPITAL DE TRABAJO | \$ (110.097) | | | | | | | | | | |
| INGRESOS | \$ | 216.000 | 948.000 | 648.000 | 648.000 | 648.000 | 648.000 | 648.000 | 648.000 | 648.000 | 110.097 |
| COSTOS FIJOS | \$ | (110.097) | (110.097) | (110.097) | (110.097) | (110.097) | (110.097) | (110.097) | (110.097) | (110.097) | 648.000 |
| COSTOS VARIABLES | \$ | (9.720) | (40.220) | (40.220) | (40.220) | (40.220) | (40.220) | (40.220) | (40.220) | (40.220) | (110.097) |
| DEPRECIACION | \$ | (48.888) | (48.888) | (48.888) | (48.888) | (48.888) | (48.888) | (48.888) | (48.888) | (48.888) | (40.220) |
| RESULTADO BRUTO | \$ | (403.626) | 47.398 | 438.788 | 438.788 | 438.788 | 438.788 | 438.788 | 438.788 | 438.788 | 548.888 |
| IMPUESTO (15%) | \$ | - | (7.086) | (66.820) | (66.820) | (66.820) | (66.820) | (66.820) | (66.820) | (66.820) | (66.820) |
| RESULTADO DEL PERIODO | \$ | (403.626) | 40.304 | 372.978 | 372.978 | 372.978 | 372.978 | 372.978 | 372.978 | 372.978 | 483.076 |
| DEPRECIACION | \$ | | 48.888 | 48.888 | 48.888 | 48.888 | 48.888 | 48.888 | 48.888 | 48.888 | 48.888 |
| VALOR RESIDUAL | \$ | | 89.088 | 421.863 | 421.863 | 421.863 | 421.863 | 421.863 | 421.863 | 421.863 | 421.863 |
| FLUJO DE FONDOS NETOS | \$ | (403.626) | 89.088 | 421.863 | 421.863 | 421.863 | 421.863 | 421.863 | 421.863 | 421.863 | 831.940 |

TASA = 12%
 VAN = \$ 1.601.503
 TIR = 68,07%

FLUJOS DE CAJA DE GIGARDINA

Tamaño de concesión: 150 ha.
 Precio: 100 pesos/Kg
 Rendimiento: 2,4 ton/ha

| ITEM | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| INVERSION | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CAPITAL DE TRABAJO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| INGRESOS | (418.498) | 324.000 | 972.000 | 972.000 | 972.000 | 972.000 | 972.000 | 972.000 | 972.000 | 972.000 | 972.000 |
| COSTOS FIJOS | (131.202) | (131.202) | (131.202) | (131.202) | (131.202) | (131.202) | (131.202) | (131.202) | (131.202) | (131.202) | (131.202) |
| COSTOS VARIABLES | 0 | (9.720) | (78.330) | (78.330) | (78.330) | (78.330) | (78.330) | (78.330) | (78.330) | (78.330) | (78.330) |
| DEPRECIACION | 0 | (89.782) | (89.782) | (89.782) | (89.782) | (89.782) | (89.782) | (89.782) | (89.782) | (89.782) | (89.782) |
| RESULTADO BRUTO | (847.697) | 113.318 | 693.708 | 693.708 | 693.708 | 693.708 | 693.708 | 693.708 | 693.708 | 693.708 | 693.708 |
| IMPUESTO (15%) | 0 | (18.997) | (104.364) | (104.364) | (104.364) | (104.364) | (104.364) | (104.364) | (104.364) | (104.364) | (104.364) |
| RESULTADO DEL PERIODO | (847.697) | 94.319 | 589.340 | 589.340 | 589.340 | 589.340 | 589.340 | 589.340 | 589.340 | 589.340 | 589.340 |
| DEPRECIACION | 0 | 89.782 | 89.782 | 89.782 | 89.782 | 89.782 | 89.782 | 89.782 | 89.782 | 89.782 | 89.782 |
| VALOR RESIDUAL | (847.697) | 168.081 | 661.112 | 661.112 | 661.112 | 661.112 | 661.112 | 661.112 | 661.112 | 661.112 | 661.112 |
| FLUJO DE FONDOS NETOS | (847.697) | 168.081 | 661.112 | 661.112 | 661.112 | 661.112 | 661.112 | 661.112 | 661.112 | 661.112 | 661.112 |

TASA = 12,0%
 VAN = \$ 2.618.789
 TIR = 78,33%

INVERSIONES EN TIERRA CULTIVO GIGARTINA

| | MONTO US\$ | VIDA UTIL años | DEPRECIACION US\$ |
|---|---------------|-------------------|----------------------|
| CONSTRUCCIONES: | | | |
| Hatchery y Oficinas (240 m2) | 2400 | 20 | 120 |
| Servicio Personal (55 m2) | 550 | 20 | 28 |
| Taller, Bodegas y Casetas (33 m2) | 330 | 20 | 17 |
| Instalaciones varias | 2500 | 10 | 250 |
| Subtotal | 5780 | | |
| INSTALACIONES HATCHERY | | | |
| Blower (1) | 820 | 10 | 82 |
| Sist. Tuberias y Fitting estanques | 37 | 10 | 4 |
| Sistema de filtración | 62 | 10 | 6 |
| Sistema de Sanitización | 409 | 10 | 41 |
| Estanque de Incubación de Concreto (15) | 8679 | 10 | 868 |
| Equipos de laboratorio | 2082 | 10 | 208 |
| Aducción, Bombeo y Acopio de agua | 2250 | 10 | 225 |
| Equipo de Adpersión | 400 | 10 | 40 |
| Equipamiento de iluminación | 643 | 5 | 129 |
| Subtotal | 15382 | | |
| MOBILIARIO, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | | | |
| Muebles, Estantes y Utensilios | 3813 | 10 | 381 |
| Equipos de Comunicación y Computación | 4500 | 5 | 900 |
| Herramientas | 1250 | 5 | 250 |
| Subtotal | 9563 | | |
| VEHICULOS | | | |
| Camioneta (1) | 12500 | 5 | 2500 |
| TOTAL | 43225 | | |

INVERSIONES MAR CULTIVO GIGARTINA

| | 50 ha | | | Vida útil años | Depreciación US\$ | 100 ha | | | 150 ha | | | |
|--------------------------------------|----------|---------------|-------------------|----------------|-------------------|---------------|--------------|-------------------|---------------|--------------|-------------------|--------------|
| | NºUnidad | Valor US\$ | Depreciación US\$ | | | NºUnidad | Valor US\$ | Depreciación US\$ | NºUnidad | Valor US\$ | Depreciación US\$ | |
| EMBARCACIONES | | | | | | | | | | | | |
| Casco | 2 | 12000 | 1200 | 10 | 1200 | 18000 | 1800 | 3 | 18000 | 1800 | 24000 | 2400 |
| Motor | 2 | 8000 | 1600 | 5 | 1600 | 12000 | 2400 | 3 | 12000 | 2400 | 16000 | 3200 |
| BALSA | 1 | 1375 | 275 | 5 | 275 | 2750 | 550 | 2 | 2750 | 550 | 2750 | 550 |
| SISTEMA DE CULTIVO (Redes) | | | | | | | | | | | | |
| Redes | 540 | 9707 | 1941 | 5 | 1941 | 19414 | 3883 | 1080 | 19414 | 3883 | 29121 | 5824 |
| Cabos Estructurales (PP 10 mm) | 540 | 12209 | 2442 | 5 | 2442 | 24418 | 4884 | 1080 | 24418 | 4884 | 36627 | 7325 |
| Sistema de Suspensión (Tubos de PVC) | 1080 | 6278 | 1256 | 5 | 1256 | 12556 | 2511 | 2160 | 12556 | 2511 | 18834 | 3767 |
| Orinques de Anclaje | 1080 | 61074 | 12215 | 5 | 12215 | 122148 | 24430 | 2160 | 122148 | 24430 | 183222 | 36644 |
| Anclaje Másico Estático | 1080 | 15120 | 756 | 20 | 756 | 30240 | 1512 | 2160 | 30240 | 1512 | 45360 | 2268 |
| TOTAL | | 125763 | 21685 | | 21685 | 241526 | 41969 | | 241526 | 41969 | 355914 | 61979 |

COSTOS DE PERSONAL CULTIVO DE GIGARTINA

| | SUELDO MENSUAL US\$ | | BONO ALIMENTACION \$/Persona-Día | | BONO DE PRODUCCION \$/kg | | N° DE PERSONAS | | | |
|-------------------------------|---------------------|--|----------------------------------|------------|--------------------------|--------|----------------|-------|--------|--------|
| | | | 50 ha | 100-150 ha | 50 ha | 100 ha | 150 ha | 50 ha | 100 ha | 150 ha |
| Administrador y Jefe Hatchery | 1250 | | 500 | 1.75 | 2 | | | 1 | 1 | 1 |
| Jefe Mar | 500 | | 500 | 1 | 1.25 | | | 1 | 1 | 1 |
| Operarios Hatchery y Tierra | 200 | | 500 | 0.25 | 0.25 | | | 2 | 2 | 2 |
| Operarios Mar (12 meses)** | 200 | | 500 | 3 | 3 | | | 4 | 6 | 8 |
| Operarios Mar (6 meses)** | 200 | | 500 | 3 | 3 | | | 2 | 4 | 4 |
| Vigilantes | 300 | | 500 | 0.5 | 0.5 | | | 3 | 3 | 3 |
| Secretaria | 450 | | 500 | - | - | | | 1 | 1 | 1 |

** El bono de producción corresponde al conjunto de operarios, tanto para los de 12 y 6 meses.

OTROS COSTOS OPERACIONALES ANUALES (US\$) CULTIVO GIGARTINA

M

| | 50 ha | 150 ha | 250 ha |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Mantenimiento Hatchery | 750 | 750 | 750 |
| Operación y Mantenimiento | | | |
| Embarcación | 9600 | 14100 | 18600 |
| Vehículo | 5063 | 5063 | 5063 |
| Mantenimiento Sistema de Cultivo | 291 | 582 | 874 |
| Mantenciones varias | 138 | 138 | 138 |
| Patentes de Acuicultura | 5395 | 16183 | 26972 |
| Servicios | 5331 | 5331 | 5331 |
| Vestuario Personal | 500 | 750 | 875 |
| Contabilidad y G. Administrativos | 1200 | 1200 | 1200 |
| TOTAL | 28268 | 44097 | 59803 |

PRODUCCION EN EL PUNTO DE EQUILIBRIO CULTIVO GIGARTINA
 PARA RENDIMIENTO ESPERADO (2,4 ton/Red-año)

| AREA [ha] | PRODUCCION MAXIMA [ton] | PRECIO [\$/kg] | PRODUCCION PTO.EQUILIBRIO |
|--------------|----------------------------|-------------------|------------------------------|
| 50 | 1296 | 70 | 641.8 |
| | | 100 | 453.6 |
| | | 140 | 300.8 |
| 100 | 2592 | 70 | 889.2 |
| | | 100 | 600.1 |
| | | 140 | 418.5 |
| 150 | 3888 | 70 | 1118.9 |
| | | 100 | 755.0 |
| | | 140 | 526.6 |

RESULTADOS ANALISIS DE SENSIBILIDAD CULTIVO GIGARTINA

| AREA [ha] | RENDIMIENTO [ton/Red-año] | PRECIO [\$/kg] | VAN [US\$] | TIR % |
|--------------|------------------------------|-------------------|---------------|----------|
| 50 | 1.7 | 70 | -93699 | 5.25 |
| | | 100 | 211065 | 25.43 |
| | | 140 | 612667 | 47.22 |
| | 2.4 | 70 | 166924 | 22.83 |
| | | 100 | 592862 | 46.37 |
| | | 140 | 1151811 | 72.65 |
| | 3.5 | 70 | 572625 | 45.57 |
| | | 100 | 1183478 | 74.36 |
| | | 140 | 1637532 | 107.82 |
| 100 | 1.7 | 70 | 238894 | 22.27 |
| | | 100 | 846548 | 44.46 |
| | | 140 | 1637532 | 68.88 |
| | 2.4 | 70 | 763873 | 41.83 |
| | | 100 | 1601503 | 68.07 |
| | | 140 | 2715217 | 98.41 |
| | 3.5 | 70 | 1566432 | 67.42 |
| | | 100 | 2784557 | 100.68 |
| | | 140 | 4408723 | 140.29 |
| 150 | 1.7 | 70 | 584834 | 34.17 |
| | | 100 | 1489511 | 53.33 |
| | | 140 | 2672832 | 79.15 |
| | 2.4 | 70 | 1365860 | 50.61 |
| | | 100 | 2618789 | 78.33 |
| | | 140 | 4289360 | 110.85 |
| | 3.5 | 70 | 2566182 | 77.69 |
| | | 100 | 4393370 | 113.35 |
| | | 140 | 6829620 | 156.03 |

ANEXO 5

ANALISIS ECONOMICO CULTIVO DE PORPHYRA

** Flujos de caja para fase hatchery y fase mar

** Detalle de inversiones

** Costos de producción y operacionales

FLUJOS DE CAJA DE Porphyra

Fase : HATCHERY
 Precio : 4200 pesos/red
 Rendimiento : 28800 N° de Redes

| ITEM | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 10 |
|-----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| INVERSION | \$ (29.470) | | | | | \$ (2.943) | | | | | |
| CAPITAL DE TRABAJO | \$ (46.413) | | | | | | | | | | \$ 46.413 |
| INGRESOS | | \$ 302.400 | \$ 302.400 | \$ 302.400 | \$ 302.400 | \$ 302.400 | \$ 302.400 | \$ 302.400 | \$ 302.400 | \$ 302.400 | \$ 302.400 |
| COSTOS FIJOS | | \$ (272.478) | \$ (272.478) | \$ (272.478) | \$ (272.478) | \$ (272.478) | \$ (272.478) | \$ (272.478) | \$ (272.478) | \$ (272.478) | \$ (272.478) |
| COSTOS VARIABLES | | \$ (10.368) | \$ (10.368) | \$ (10.368) | \$ (10.368) | \$ (10.368) | \$ (10.368) | \$ (10.368) | \$ (10.368) | \$ (10.368) | \$ (10.368) |
| DEPRECIACION | | \$ (2.231) | \$ (2.231) | \$ (2.231) | \$ (2.231) | \$ (2.231) | \$ (2.231) | \$ (2.231) | \$ (2.231) | \$ (2.231) | \$ (2.231) |
| RESULTADO BRUTO | | \$ 17.323 | \$ 17.323 | \$ 17.323 | \$ 17.323 | \$ 17.323 | \$ 17.323 | \$ 17.323 | \$ 17.323 | \$ 17.323 | \$ 17.323 |
| IMPUESTO (15%) | | \$ - | \$ (2.608) | \$ (2.608) | \$ (2.608) | \$ (2.608) | \$ (2.608) | \$ (2.608) | \$ (2.608) | \$ (2.608) | \$ (2.608) |
| RESULTADO DEL PERIODO | | \$ (73.883) | \$ 14.724 | \$ 14.724 | \$ 14.724 | \$ 14.724 | \$ 14.724 | \$ 14.724 | \$ 14.724 | \$ 14.724 | \$ 60.137 |
| DEPRECIACION | | \$ - | \$ 2.231 | \$ 2.231 | \$ 2.231 | \$ 2.231 | \$ 2.231 | \$ 2.231 | \$ 2.231 | \$ 2.231 | \$ 2.231 |
| VALOR RESIDUAL | | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - | \$ - |
| FLUJO DE FONDOS NETOS | | \$ (73.883) | \$ 16.866 | \$ 16.866 | \$ 16.866 | \$ 16.866 | \$ 16.866 | \$ 16.866 | \$ 16.866 | \$ 16.866 | \$ 62.309 |

TASA = 12%
 VAN = \$ 35.171
 TIR = 21,24%

FLUJOS DE CAJA DE *Porphyra*

Fase : MAR
 Precio : 250 pesos/Kg
 Rendimiento : 8.5 ton

| ITEM | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| INVERSION | \$ (11,370) | | | | | | | | | | |
| CAPITAL DE TRABAJO | \$ (682) | | | | | | | | | | 682 |
| INGRESOS | \$ | \$ 6,313 | \$ 6,313 | \$ 6,313 | \$ 6,313 | \$ 6,313 | \$ 6,313 | \$ 6,313 | \$ 6,313 | \$ 6,313 | \$ 6,313 |
| COSTOS FIJOS | \$ | (2,248) | (2,248) | (2,248) | (2,248) | (2,248) | (2,248) | (2,248) | (2,248) | (2,248) | (2,248) |
| COSTOS VARIABLES | \$ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| DEPRECIACION | \$ | (1,137) | (1,137) | (1,137) | (1,137) | (1,137) | (1,137) | (1,137) | (1,137) | (1,137) | (1,137) |
| RESULTADO BRUTO | \$ | 1,928 | 1,928 | 1,928 | 1,928 | 1,928 | 1,928 | 1,928 | 1,928 | 1,928 | 1,928 |
| IMPUESTO (15%) | \$ | (289) | (289) | (289) | (289) | (289) | (289) | (289) | (289) | (289) | (289) |
| RESULTADO DEL PERIODO | \$ | 1,638 | 1,638 | 1,638 | 1,638 | 1,638 | 1,638 | 1,638 | 1,638 | 1,638 | 1,638 |
| DEPRECIACION | \$ | 1,137 | 1,137 | 1,137 | 1,137 | 1,137 | 1,137 | 1,137 | 1,137 | 1,137 | 1,137 |
| VALOR RESIDUAL | \$ | | | | | | | | | | |
| FLUJO DE FONDOS NETOS | \$ | 2,775 | 2,775 | 2,775 | 2,775 | 2,775 | 2,775 | 2,775 | 2,775 | 2,775 | 2,775 |
| | | | | | | | | | | | 3,337 |

TASA = 12%
 VAN = \$ 3,930
 TIR = 19,50%

INVERSIONES EN TIERRA CULTIVO DE PORPHYRA

| | MONTO US\$ | VIDA UTIL años | DEPRECIACION US\$ |
|--|---------------|-------------------|----------------------|
| INSTALACIONES HATCHERY Y CONSTRUCCIONES | | | |
| Blower (1) | 820 | 10 | 82 |
| Sist. Tuberías y Fitting estanques | 42 | 10 | 4 |
| Sistema de filtración | 62 | 10 | 6 |
| Sistema de Sanitización | 409 | 10 | 41 |
| Aparato de Tracción Rotatorio mecánico | 1150 | 5 | 230 |
| Estanque de Concreto | 215 | 10 | 22 |
| Equipos de laboratorio | 2082 | 10 | 208 |
| Aducción, Bombeo y Acopio de agua | 2250 | 10 | 225 |
| Cilindro Rotatorio de Madera(6) | 1050 | 5 | 210 |
| Equipamiento de iluminación | 643 | 5 | 129 |
| Estanque de Mantención Conchocelis (2) | 8498 | 10 | 850 |
| Construcciones (300 m2) | 3000 | 20 | 150 |
| Terreno (2 ha) | 7500 | | |
| Instalaciones varias | 750 | 10 | 75 |
| TOTAL | 28471 | | 2231 |

INVERSIONES MAR CULTIVO PORPHYRA AREA 1 ha

| | Nº Unidades | Valor US\$ | Vida util años | Depreciación US\$ |
|----------------------|----------------|---------------|-------------------|----------------------|
| EMBARCACIONES A REMO | 1 | 1750 | 10 | 175 |
| ESTACAS DE LUMA | 1924 | 9620 | 10 | 962 |
| TOTAL | | 11370 | | 1137 |

COSTOS DE PERSONAL HATCHERY CULTIVO DE PORPHYRA

| | SUELDO MENSUAL US\$ | BONOS PRODUCCION (\$/Red) | BONOS ALIMENTACION (\$/Persona-Día) | Nº PERSONAS |
|-------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---|----------------|
| Administrador y Jefe Hatchery | 750 | 80 | 500 | 1 |
| Operarios Hatchery y Tierra | 200 | 32 | 500 | 1 |
| Vigilantes | 300 | 32 | 500 | 1 |

OTROS COSTOS OPERACIONALES ANUALES (US\$) HATCHERY PORPHYRA

| | MONTO |
|-----------------------------------|---------------|
| Mantenición Hatchery | 750 |
| Insumos de Fijación | 242640 |
| Operación y Mantenición | |
| Vehículo | 6750 |
| Mantenciones varias | 60 |
| Servicios | 5103 |
| Vestuario Personal | 75 |
| Contabilidad y G. Administrativos | 1200 |
| TOTAL | 256578 |

COSTOS OPERACIONALES ANUALES MAR (US\$)

| | MONTO |
|---------------------------------------|-------------|
| Reparación Embarcaciones | 175 |
| Redes de Cultivo | 1638 |
| Accesorios de Estacas, Fijación Redes | 100 |
| Patentes y Permisos (1 ha) | 110 |
| Vestuario Personal | 225 |
| TOTAL | 2248 |