

A close-up photograph of a mussel shell resting on a textured, light-colored rock surface. The shell is partially open, revealing its interior. The background is blurred, showing more of the rock and possibly other shells. The overall color palette is warm, with yellows, browns, and oranges.

Apéndice I

Fichas técnicas de cultivos

Informe final. Proyecto FIPA 2021-02
Potencialidades de la acuicultura de pequeña escala
(APE) en las regiones de Atacama y Coquimbo

CESSO




CESSO

CENTRO DE ESTUDIOS DE SISTEMAS SOCIALES

OFICINA CHILE


Oficina Coquimbo (Matriz): Buen Pastor 765.
El Llano. Coquimbo. CHILE
CP: 1781744

Oficina Santiago: María Luisa Santander 468.
Of. 104. Providencia. Santiago. CHILE
CP: 7500833

 +569 8428 6409
cesso@cesso.cl

OFICINA PERÚ

Las magnolias 153
Barranco. Lima. PERÚ
CP 15063

 +519 9711 9441
info@cessoperu.com

www.cesso.net

Apéndice I

Fichas técnicas de cultivos

Informe final. Proyecto FIPA 2021-02
**Potencialidades de la acuicultura de pequeña
escala (APE) en las regiones de Atacama y
Coquimbo**

EJECUTOR:
CESSO EIRL

AUTORES:
Roberto Robledo Rivera
Pedro González Espejo

COLABORADORES:
Carlos Tapia Jopia
Aída Varas Aguilera
Eduardo Pérez Espinoza

REQUIRENTE:
Fondo de investigación pesquera y de
acuicultura

Noviembre 2022

Cita sugerida:

Robledo, R. & P. González. 2022. Apéndice I: Fichas técnicas de cultivo. 136 pp. En: Tapia, C., E. Pérez, A. Varas, R. Robledo, P. González & L. Hernández. 2022. Informe final. Proyecto FIPA 2021-02. Potencialidades de la acuicultura de pequeña escala (APE) en las regiones de Atacama y Coquimbo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
1 Ficha técnica de <i>Agarophyton chilense</i> (pelillo).....	1
1.1 Denominación	1
1.2 Características biológicas.....	1
1.3 Ciclo de cultivo	2
1.3.1 Cultivo en base a crecimiento vegetativo.....	2
1.3.1.1 Siembra directa	2
1.3.1.2 Siembra indirecta.....	3
1.4 Método de cultivo mediante talos generados a partir de esporas.....	4
1.5 Abastecimiento de Semilla	5
1.6 Crecimiento, engorda y estructuras de cultivo	5
1.7 Producción por unidad de cultivo en APE	7
1.8 Estructuras, equipamiento y material de apoyo	8
1.9 Forma de Comercialización	10
1.10 Observaciones y comentarios.....	10
2 Ficha técnica <i>Chondracanthus chamissoi</i> (chicoria de mar).....	11
2.1 Denominación	11
2.2 Características biológicas.....	11
2.3 Ciclo de cultivo	12
2.3.1 Abastecimiento de semilla.....	13
2.3.2 Crecimiento, engorda y estructuras de cultivo	14
2.3.2.1 Sistema suspendido o long line	14
2.3.2.2 Sistema de cultivo en fondo.....	15
2.4 Producción por unidad de cultivo	16
2.5 Caso de acuicultura a pequeña escala	17
2.6 Estructuras, equipamiento y material de apoyo	18
2.6.1 Partes de un long line tipo para cultivo	18
2.7 Operación de un long line.....	19

2.8	Mantenimiento de un long line.....	19
2.8.1	Limpieza.....	19
2.8.2	Reflote.....	20
2.8.3	Tensado de un long line	20
2.9	Equipamiento de apoyo para operar en un long line	21
2.9.1	Embarcación adecuada.....	21
2.9.2	Guinche o virador.....	22
2.9.3	Pescante y araña	22
2.9.4	Roletes.....	23
2.10	Estructuras, equipamiento y material de apoyo en tierra	24
2.11	Infraestructura Portuaria	24
2.12	Forma de Comercialización	24
2.13	Observaciones y comentarios generales.....	24
3	Ficha Técnica de <i>Macrocystis pyrifera</i> (huero macro, huero flotador, sargazo, canutillo)	26
3.1	Denominación	26
3.2	Características biológicas.....	26
3.3	Ciclo de cultivo	27
3.3.1	Abastecimiento de semilla.....	28
3.3.2	Crecimiento y engorda.....	29
3.4	Estructuras de Cultivo	30
3.5	Producción por unidad de cultivo	30
3.5.1	Caso de acuicultura a pequeña escala.....	31
3.6	Infraestructura, equipamiento y material de apoyo.....	32
3.6.1	Sistema long line.....	32
3.6.2	Operación de un long line	33
3.6.3	Mantenimiento de un long line	33
3.6.3.1	Limpieza de línea madre.....	33
3.6.3.2	Reflote.....	34
3.6.3.3	Tensado de un long line	34
3.7	Equipamiento de apoyo para operar en un long line	35
3.7.1	Embarcación adecuada.....	35
3.7.2	Guinche o Virador	36

3.7.3	Pescante y araña	37
3.7.4	Roletes.....	38
3.8	Vehículos e instalaciones de apoyo.....	38
3.9	Infraestructura Portuaria	39
3.10	Forma de Comercialización	40
3.11	Observaciones y comentarios generales.....	40
4	Ficha Técnica de <i>Pyura chilensis</i> (piure).....	41
4.1	Denominación	41
4.2	Características biológicas.....	41
4.3	Ciclo de cultivo	42
4.3.1	Abastecimiento de semilla.....	42
4.3.2	Crecimiento y engorda.....	42
4.4	Estructuras de Cultivo	43
4.5	Producción por unidad de cultivo	44
4.5.1	Caso de acuicultura a pequeña escala.....	44
4.6	Detalle de operaciones y equipamiento utilizado en el cultivo de piure	45
4.7	Infraestructuras, equipamiento y material de apoyo	49
4.7.1	Infraestructura Portuaria	50
4.8	Forma de Comercialización	50
4.9	Observaciones y comentarios generales.....	50
5	Ficha Técnica de <i>Mytilus chilensis</i> (chorito)	51
5.1	Denominación	51
5.2	Características biológicas.....	51
5.3	Ciclo de cultivo	52
5.3.1	Abastecimiento de semilla.....	52
5.3.2	Encordado de semilla de chorito	54
5.3.3	Precultivo	55
5.3.4	Cosecha	56
5.3.5	Abastecimiento de semilla para cultivo en zona norte.....	57
5.3.6	Crecimiento, engorda y estructuras de cultivo	57
5.4	Producción por unidad de cultivo	59
5.5	Caso de acuicultura a pequeña escala	59

5.6 Estructuras, equipamiento y material de apoyo	60
5.7 Operación de un Long line.....	60
5.7.1 Mantención de un long line	60
5.7.2 Reflote	61
5.7.3 Tensado de un long line	61
5.8 Equipamiento de apoyo para operar en un long line	62
5.8.1 Embarcación adecuada.....	62
5.8.2 Guinche o Virador	63
5.8.3 Pescante y araña	64
5.8.4 Roletes.....	65
5.8.5 Infraestructura de apoyo en mar	65
5.9 Forma de Comercialización	66
5.10 Observaciones y comentarios generales.....	67
6 Ficha Técnica de <i>Haliotis rufescens</i> (abalón rojo o californiano)	68
6.1 Denominación	68
6.2 Características biológicas.....	68
6.3 Distribución.....	69
6.4 Cultivo de abalón en Chile	69
6.4.1 Ciclo de cultivo	69
6.4.1.1 Producción de semillas	70
6.4.1.2 Pre-engorda	70
6.4.1.3 Engorda.....	70
6.5 Consideraciones técnicas.....	72
6.5.1 Alimentación.....	72
6.5.2 Hábitos de alimentación	73
6.5.3 Consumo.....	73
6.6 Factores que controlan el crecimiento y sobrevivencia del abalón rojo durante el cultivo... 74	
6.6.1 Nutrición y alimentación	74
6.6.1.1 Larvas y postlarvas	74
6.6.1.2 Juveniles y engorda	74
6.6.2 Enfermedades	75
6.6.2.1 Síndrome de marchitamiento o deshidratación	75

6.6.2.2	Vibriosis	75
6.6.2.3	Labyrinthuloides	76
6.6.2.4	Coccidiosis	76
6.6.2.5	Enfermedad producida por metazoos.....	76
6.6.2.6	Otras enfermedades no infecciosas	77
6.6.3	Oxigenación	77
6.7	Escalamiento APE o AAMERB	78
6.7.1	Cultivo en el mar.....	78
6.7.2	Cultivo en tierra	78
7	Ficha Técnica de <i>Crassostrea gigas</i> (ostra del pacifico o japonesa).....	79
7.1	Especie.....	79
7.2	Características biológicas.....	79
7.3	Ciclo de cultivo	81
7.3.1	Criterios utilizados para definir el sistema de cultivo seleccionado.....	83
7.3.2	Abastecimiento de semilla.....	84
7.3.3	Siembra	85
7.3.4	Densidad.....	85
7.3.5	Desdobles	86
7.3.6	Densidades recomendadas.....	87
7.3.7	Reflotes	87
7.3.8	Monitoreos	88
7.3.9	Cosechas.....	88
7.4	Materiales para implementar el sistema de cultivo	89
7.4.1	Línea madre	89
7.4.2	Fondeos	90
7.4.3	Demarcatorias	90
7.4.4	Boyas.....	91
7.4.5	Linternas.....	91
7.5	Actividades de apoyo realizadas en tierra.....	92
7.6	Caso de acuicultura a pequeña escala	93
7.7	Recomendaciones para APE Y AAMERB	94
8	Ficha Técnica de <i>Argopecten purpuratus</i> (ostión del norte)	96

8.1	Denominación	96
8.2	Características biológicas.....	96
8.3	Ciclo de cultivo	97
8.3.1	Abastecimiento de semilla.....	98
8.3.2	Cultivo inicial	100
8.3.3	Cultivo intermedio	100
8.3.4	Cultivo final o engorda.....	100
8.4	Estructuras de Cultivo	100
8.4.1	Principales componentes de un long line tipo.....	101
8.4.1.1	Cuerdas o cabos	101
8.4.1.2	Boyas de sustentación.....	102
8.4.1.3	Fondeos.....	102
8.4.1.4	Pearl nets.....	103
8.4.1.5	Linternas.....	104
8.4.1.6	Producción por unidad de cultivo.....	104
8.5	Caso de acuicultura a pequeña escala	105
8.6	Detalle de operación y equipamiento utilizado en el cultivo del ostión del norte	106
8.6.1	Sistema long line para cultivo.....	106
8.6.2	Operación de Long line.....	107
8.6.3	Reflote.....	108
8.6.4	Tensado de un Long line	108
8.6.5	Embarcación para cultivo	109
8.6.6	Guinche o Virador	110
8.6.7	Pescante y araña	110
8.6.8	Infraestructura, equipamiento y material de apoyo	111
8.6.8.1	En Mar.....	111
8.6.8.2	En tierra.....	112
8.6.9	Infraestructura Portuaria	113
8.7	Factores importantes a tomar en cuenta.....	114
8.7.1	Condiciones hidrográficas	114
8.7.2	Salinidad	114
8.7.3	Oxígeno disuelto	115

8.7.4	Corrientes	115
8.7.5	Disponibilidad de alimento	115
8.7.6	Temperatura	116
8.8	Observaciones y comentarios.....	116
9	Ficha Técnica de <i>Genypterus chilensis</i> (congrío colorado).....	117
9.1	Denominación	117
9.2	Características biológicas.....	117
9.3	Proyecciones para el cultivo.....	118
10	Ficha Técnica de <i>Cilus gilberti</i> (corvina chilena).....	119
10.1	Denominación	119
10.2	Características biológicas.....	119
10.3	Antecedentes del cultivo.....	120
10.3.1	Producción Larval.....	120
10.3.2	Producción de Juveniles.....	121
10.3.3	Preengorda y engorda	121
10.4	Experiencia y factibilidad de cultivo en Chile	122
10.5	Proyección a pequeña escala	125
11	Ficha Técnica de <i>Seriola lalandi</i> (dorado, palometa, vidriola o toremo)	126
11.1	Denominación	126
11.2	Características biológicas.....	126
11.3	Antecedentes del cultivo.....	126
11.3.1	Producción de Juveniles.....	126
11.3.2	Engorde en mar	127
11.4	Experiencia en Chile.....	127
11.5	Proyección a pequeña escala	129
12	Referencias	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pelillo <i>Agarophyton chilense</i> . Fuente: (Subpesca, s.f.).	2
Figura 2. Métodos de siembra directa de pelillo (Romo, 2017).	3
Figura 3. Método de siembra indirecta de pelillo (Candia & Núñez, 2006).	3
Figura 4. Método de cultivo siembra a partir de espora fijadas en cuerdas. Fuente: (https://wikincar.cl , s.f.).	4
Figura 5. Ciclo productivo de pelillo (Avila, et al., 2019).	6
Figura 6. Muestra Long line tipo para el cultivo de pelillo en el sur de Chile (https://wikincar.cl , s.f.).	6
Figura 7. Siembra y o cosecha de pelillo por Buceo. Fuente: (https://www.aqua.cl/ , s.f.).	9
Figura 8. Siembra y cosecha de pelillo en sector intermareal (Avila, et al., 2019).	9
Figura 9. Ciclo de vida de chicoria de mar (Bulboa, 2013).	12
Figura 10. Condiciones de transporte de chicoria de mar (Bulboa, 2013).	14
Figura 11. Muestra de red anchovetera inoculada con chicoria de mar (Bulboa, 2013).	15
Figura 12. Esquema de sistema de cultivo suspendido para Chicoria de mar (Bulboa, 2013)	15
Figura 13. Sustrato natural utilizado para la fijación de chicoria de mar para cultivo de fondo (Bulboa, 2013).	16
Figura 14. Esquema de cultivo de fondo de chicoria de mar (Bulboa, 2013).	16
Figura 15. Producción de chicoria de mar según estudios (Bulboa, 2013).	17
Figura 16. Partes de un long line tipo (Pereira Chavez, 2017).	18
Figura 17. Línea madre con siembra de chicoria de mar (Bulboa, 2013), (Macchiavello-Armengol, 2008).	19

Figura 18. Muestra limpieza de línea madre realizada con embarcación. Fuente: (Fotografía a, Pedro González) y por buceo (Fotografía b, (www.mundoacuicola.cl , s.f.).	19
Figura 19. Reflote con embarcación. Fuente: (Fotografía a, Pedro González) y reflote con buzo (Fotografía b, (www.mundoacuicola.cl , s.f.)).	20
Figura 20. Esquema de maniobra para tensado de líneas de cultivo. Fuente: (www.gob.pe/fondepes , s.f.).	20
Figura 21. Embarcación fibra de vidrio de 8 metros de eslora especial para cultivo. Fuente: (www.gob.pe/fondepes , s.f.).	21
Figura 22. Embarcación de fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora equipada para trabajos en líneas de cultivo. Fuente: (www.gob.pe/fondepes , s.f.).	22
Figura 23. Guinche tipo para levante de línea de cultivo. Fuente: (Fotografía Pedro González).	22
Figura 24. Pescante utilizado para levante de línea madre. Fuente: (Fotografía Pedro González).	23
Figura 25. Araña tipo utilizada para atrapar y levantar la línea madre. Fuente: (Fotografía Pedro González).	23
Figura 26. Rolete tipo utilizado para sujetar y recorrer la línea madre al borde de la embarcación. Fuente: (Fotografía Pedro González).	24
Figura 27. Ciclo de vida de <i>M. pyrifera</i> (Saavedra S, et al., 2019).	27
Figura 28. Muestra esquema del procedimiento de producción de macroalgas pardas en laboratorio (Piel, 2003).	28
Figura 29. Cuerdas con plántula de huiro macro (a) y su forma de trasladar al cultivo en mar (b). Fuente: (IFOP, 2019).	29
Figura 30. Esquema y forma de sujetar la cuerda con plántulas a la línea madre de un long line. Fuente: (https://wikincar.cl , s.f.).	29

Figura 31. Muestra long Line suspendido tipo para cultivo de huiro macro. Fuente: (FIPA N° 2015-02, 2015).....	30
Figura 32. Producción de huiro macro según diferentes estudios (Saavedra S, et al., 2019)....	31
Figura 33. Partes de un Long line tipo (Pereira Chávez, 2017).....	32
Figura 34. Línea madre con adulto de huiro macro. Fuente: (https://www.sonapesca.cl , s.f.)..	33
Figura 35. Limpieza de línea madre con embarcación y limpieza con buceo. Fuente: ((Fotografía (a) Pedro González, fotografía (b) (www.mundoacuicola.cl , s.f.)).....	33
Figura 36. Reflote con embarcación. Fuente: (Fotografía (a) Pedro González) y reflote con buzo (Fotografía (b) (www.mundoacuicola.cl , s.f.)).	34
Figura 37. Esquema de maniobra para tensado de líneas de cultivo. Fuente: (www.gob.pe/fondepes , s.f.).	34
Figura 38. Embarcación fibra de vidrio de 8 metros de eslora adecuada para el trabajo de cultivo de ostión del norte. Fuente: (www.gob.pe/fondepes , s.f.).....	35
Figura 39. Embarcación de fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora equipada para trabajos en líneas de cultivo de ostión del norte. Fuente: (www.gob.pe/fondepes , s.f.).....	36
Figura 40. Guinche tipo para levante de línea de cultivo. Fuente: (Fotografía Pedro González).	36
Figura 41. Pescante utilizado para levante de línea madre. Fuente: (Fotografía Pedro González).	37
Figura 42. Araña tipo utilizada para atrapar y levantar la línea madre. Fuente: (Fotografía Pedro González).....	37
Figura 43. Rolete tipo utilizado para sujetar y recorrer la línea madre al borde de la embarcación. Fuente: (Fotografía Pedro González).	38
Figura 44. Camión para traslado de fardos con macroalgas. Fuente: (https://www.ciudadanab.com , 2017).	39

Figura 45. Infraestructura pública de apoyo a las faenas de cultivo. Fuente: (https://www.aqua.cl/ , s.f.).....	39
Figura 46. Cuelgas con piure en crecimiento de red anchovetera con semillas. Fuente: (https://www.acuiculturaenareasdemanejo.cl/ , s.f.).....	42
Figura 47. Cuelga con Piure en engorda (a) y en cosecha (b). Fuente: (http://ictioplanctonenchile.blogspot.com , 2011), (https://www.mundoacuicola.cl , 2019).	43
Figura 48. Long line propuesto para cultivo de piure (Guisado, 2017).....	43
Figura 49. Partes de un long line tipo (Pereira Chávez, 2017).....	45
Figura 50. Operación de long line.	46
Figura 51. Reflote con buzo (www.mundoacuicola.cl , s.f.).....	46
Figura 52. Esquema de maniobra para tensado de líneas de cultivo (www.gob.pe/fondepes , s.f.).....	47
Figura 53. Embarcación fibra de vidrio de 8 metros de eslora, adecuada para el trabajo de cultivo de piure (www.gob.pe/fondepes , s.f.).....	48
Figura 54. Embarcación de fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora, equipada para trabajos en líneas de cultivo de piure (www.gob.pe/fondepes , s.f.).....	48
Figura 55. Guinche tipo para levante de línea de cultivo. Fuente: (Fotografía Pedro González).	49
Figura 56. Pescante utilizado para levante de línea madre (a). Araña tipo utilizada para atrapar y levantar la línea madre (b). Fuente: (Fotografía Pedro González).	49
Figura 57. Infraestructura pública de apoyo a las faenas de cultivo. Fuente: (https://www.aqua.cl/ , s.f.).....	50
Figura 58. Ciclo de vida de mitílidos (FIPA 2017-23, 2020).....	52

Figura 59. Esquema del ciclo productivo del chorito en el sur de Chile. Fuente: (http://www.fundacionchinquihue.cl , s.f.).	53
Figura 60. Colectores de semilla de chorito en el sur de Chile, contruidos en red anchovetera y malla raschel (Contreras & Godoy, 2021).	53
Figura 61. Colectores para semilla de chorito instalados en un long line doble en el sur de Chile (Contreras & Godoy, 2021).	54
Figura 62. Cosecha de semilla de chorito desde long line doble. Fuente: (https://wikincar.cl , s.f.).	54
Figura 63. Técnica de encordado español. Fuente: (https://wikincar.cl , s.f.).	55
Figura 64. Cuelga de semilla de chorito encordada y sembrada en long line. Fuente: (https://wikincar.cl , s.f.).	55
Figura 65. Cuelga con semilla de choritos en etapa de crecimiento. Fuente: (https://wikincar.cl , s.f.).	56
Figura 66. Cosecha de choritos de manera manual e industrial en cultivo región de Los Lagos. Fuente: (https://wikincar.cl , s.f.).	56
Figura 67. Transporte de cuelgas encordadas con semilla de chorito a centros de engorda (Contreras & Godoy, 2021).	57
Figura 68. Esquema de un long line doble utilizado en el cultivo de chorito en el sur de Chile (Contreras & Godoy, 2021).	58
Figura 69. Long line tipo para cultivo de moluscos bivalvos. Fuente: (FIPA Nº 2015-02, 2015).	59
Figura 70. Limpieza de línea madre con embarcación y limpieza con buceo. Fuente: (Fotografía (a) Pedro González, fotografía (b) (www.mundoacuicola.cl , s.f.)).	60
Figura 71. Reflote con embarcación. Fuente: (Fotografía (a) Pedro González) y reflote con buzo (Fotografía (b) (www.mundoacuicola.cl , s.f.)).	61

Figura 72. Esquema de maniobra para tensado de líneas de cultivo. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).	61
Figura 73. Embarcación fibra de vidrio de 8 metros de eslora adecuada para el trabajo de cultivo de ostión del norte. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).	62
Figura 74. Embarcación de fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora equipada para trabajos en líneas de cultivo de ostión del norte. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).	63
Figura 75. Guinche tipo para levante de línea de cultivo. Fuente: (Fotografía Pedro González).	63
Figura 76. Pescante utilizado para levante de línea madre. Fuente: (Fotografía Pedro González).	64
Figura 77. Araña tipo utilizada para atrapar y levantar la línea madre. Fuente: (Fotografía Pedro González).	64
Figura 78. Rolete tipo utilizado para sujetar y recorrer la línea madre al borde de la embarcación. Fuente: (Fotografía Pedro González).	65
Figura 79. Embarcaciones menores para el cultivo de volúmenes pequeños de choritos. (Contreras & Godoy, 2021).	66
Figura 80. Plataforma de trabajo para el cultivo de choritos en volúmenes mayores (Contreras & Godoy, 2021).	66
Figura 81. Traslado de sacos de choritos para su comercialización. Fuente: (https://www.aqua.cl/, s.f.).	67
Figura 82. Abalón rojo adulto (<i>Haliotis rufescens</i>).	68
Figura 83. Cultivo de abalón en tierra, en el norte de Chile.	71
Figura 84. Cultivo de abalón en el mar, en el sur de Chile.	72
Figura 85. Ejemplares de abalones con <i>Polydora sp.</i>	77
Figura 86. Fisonomía de una ostra japonesa (Pereira Chavez, 2017).	80

Figura 87. Ciclo de reproducción de la ostra japonesa en un ambiente controlado (Vásquez et al (2007) en (Robledo, 2018)).....	81
Figura 88. Principales países productores de <i>Crassostrea gigas</i> (FAO, 2005).....	82
Figura 89. Técnicas de cultivo de ostras A: Sistema de cultivo en balsas, B: Sistema de cultivo long line superficial, C: Esquema long line subsuperficial (1 sistemas de cultivo 2 línea madre, 3-4 cabo demarcatorio, 5 boyas sustentación a media agua, 6-10 boyas demarcatorias, 7 tensores, 8 sistemas de fijación o fondeos, 9 cabo para tensar), D: Sistema de cultivo en estacas, para zonas poco profundas, E: Sistema de cultivo de ostras en bandejas, para zonas poco profundas (Pereira Chavez, 2017).	82
Figura 90. Fijación de ostra del pacifico en hatchery (Pereira Chavez, 2017).	84
Figura 91. Esquema de long-line de cultivo subsuperficial (Pereira Chavez, 2017). 1. Linternas de cultivo; 2. Línea madre útil; 3. Cabo de boya de sostén; 4. Cabo demarcatorio de línea madre; 5. Boyas de flotación; 6. Boyas de sostén de la línea; 7. Orinque; 8. Cabo para unir fondeos; 9. Cabo demarcatorio de fondeos; 10. Boya demarcatoria de fondeos.	85
Figura 92. Llenado de sistemas de cultivo con ostras juveniles (Robledo, 2018).....	86
Figura 93. Densidad recomendada de siembra (a) y criterio de desdoble (b) de la ostra japonesa en la linterna (Robledo, 2018).....	87
Figura 94. Sistema manual de cosecha de ostras (Robledo, 2018).	88
Figura 95. Chinguillos con ostras adultas en etapa de cosecha (Robledo, 2018).....	89
Figura 96. Cabos de polipropileno para uso en cultivo.	90
Figura 97. Fondeos de hormigón utilizados en instalación de long line.	90
Figura 98. Boya utilizada en el cultivo de sistema long line. Fuente: (https://tecnonetsite.com/ , s.f.)	91

Figura 99. Representación del modelo de linternas utilizadas en cultivo de ostras (a) y fotografía de linternas utilizadas en el cultivo de ostra japonesa en bahía de Tongoy (b).	92
Figura 100. Esquema cultivo experimental de ostra japonesa (experiencia en AAMERB – TONGOY 2018) (Robledo, 2018).	93
Figura 101. Anatomía externa e interna del ostión del norte. Fuente: (FIPA 2006-37, 2006). ...	97
Figura 102. Etapas del cultivo de ostión del norte. Fuente: (FIPA 2006-37, 2006).	98
Figura 103. Sistema de captación natural de semilla de ostión del norte (Avendaño & Cantillánez, 2008).	99
Figura 104. Producción de semilla en laboratorio en el cultivo de ostión del norte. Fuente: (FIPA 2006-37, 2006).	99
Figura 105. Long line tipo para cultivo de ostión del norte. Fuente: (FIPA Nº 2015-02, 2015).	101
Figura 106. Cordeles para uso en cultivo de ostión del norte. Fuente: (www.marienberg.cl, s.f.).	102
Figura 107. Boyas de sustentación. Fuente: (https://tecnonetsite.com/ , s.f.).	102
Figura 108. Fondeos de concreto. Fuente: (Fotografía Pedro González).	103
Figura 109. Pearl nets. Fuente: (impex-pacifico.com , s.f.).	103
Figura 110. Linternillas para uso de cultivo de semillas de ostión del norte. Fuente: (acuiculturaspya.com , s.f.)	104
Figura 111. Linternas para cultivo de adultos del ostión del norte. Fuente: (acuiculturaspya.com , s.f.).	104
Figura 112. Relación talla/peso vivo en el cultivo de ostión del norte. Fuente: (FIPA 2006-37, 2006).	105
Figura 113. Partes de un Long line tipo (Pereira Chávez, 2017). (https://www.acuiculturaenareasdemanejo.cl/ , s.f.).	106

Figura 114. Operación de long line.	107
Figura 115. Reflote con buzo. Fuente: (www.mundoacuicola.cl, s.f.).	108
Figura 116. Esquema de maniobra para tensado de líneas de cultivo. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).	108
Figura 117. Embarcación fibra de vidrio de 8 metros de eslora, adecuada para el trabajo de cultivo de ostión del norte. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).....	109
Figura 118. Embarcación de fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora, equipada para trabajos en líneas de cultivo de ostión del norte (www.gob.pe/fondepes, s.f.).	109
Figura 119. Guinche tipo para levante de línea de cultivo (Fotografía Pedro González).	110
Figura 120. Pescante utilizado para levante de línea madre (a). Araña tipo utilizada para atrapar y levantar la línea madre (b). Fuente: (Fotografía Pedro González).	111
Figura 121. Balsa equipada para cultivo de ostión del norte. Fuente: (Fotografía Pedro González).....	112
Figura 122. Bodega de acopio y reparación (a) y camión para el traslado de materiales de cultivo y personal (b). Fuente: (Fotografía Pedro González).....	113
Figura 123. Infraestructura pública de apoyo a las faenas de cultivo. Fuente: (GORECOQUIMBO, s.f.).....	114
Figura 124. Congrio colorado <i>Genypterus chilensis</i> (IFOP, s.f.).....	117
Figura 125. Adulto de <i>Cilus gilberti</i> (IFOP.cl, s.f.).	120
Figura 126. Estanque circular para preengorda y engorda de 12 m ³ . (Sistema RAS).....	124
Figura 127. Engorda de corvina en balsas jaulas, Iquique región de Tarapacá. Fuente: (IFOP.cl, s.f.).	124
Figura 128. Ciclo de cultivo propuesto para la corvina chilena.	125

Figura 129: Adulto de <i>Seriola lalandi</i> . Fuente: (IFOP.cl, s.f.).	126
Figura 130. Unidad Piloto de engorda de Dorado, en instalaciones experimentales ubicadas al interior de la empresa Corpesca en Arica, región de Arica y Parinacota.	128
Figura 131. Engorda de dorado en balsas jaulas, región de Los Lagos.	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de técnicas de siembra de pelillo.	7
Tabla 2. Niveles de producción informados (Saavedra, et al., 2019).	8
Tabla 3. Producción y número de líneas máximos para cumplir con la normativa de acuicultura a pequeña escala según quien la realiza.	8
Tabla 4. Producción y número de líneas máximos para cumplir con la normativa de acuicultura a pequeña escala según quien la realiza.	18
Tabla 5 . Muestra la producción máxima y número de líneas máximo para cumplir con el reglamento para Acuicultura a pequeña escala según quien la realiza.	31
Tabla 6. Producción máxima y número de líneas máximo para cumplir con la normativa para acuicultura a pequeña escala según quien la realiza.	44
Tabla 7. Producción y número de líneas máximos para cumplir con la normativa de acuicultura a pequeña escala según quien la realiza.	60
Tabla 8. Características del sector a considerar para la implementación del cultivo de ostra japonesa en el norte de Chile.	83
Tabla 9. Producción y número de líneas máximos para cumplir con la normativa de acuicultura a pequeña escala según quien la realiza.	94
Tabla 10. Estrategia de cultivo para ostión del norte utilizada Bahía Tongoy.	98

Tabla 11. Muestra la producción máxima y número de líneas máximo para cumplir con la normativa para Acuicultura a pequeña escala según quien la realiza. 106

1 Ficha técnica de *Agarophyton chilense* (pelillo)

1.1 Denominación

Nombre Común: Pelillo o lama

Nombre Científico: *Agarophyton chilense*

1.2 Características biológicas

Agarophyton chilense es un alga roja que posee talo cilíndrico filamentosos de 1-2 mm de diámetro y de hasta 2 m de largo. Este género se encuentra principalmente distribuido en las costas del pacífico en Norteamérica, Sudamérica y China. En Chile ha sido descrita desde Arica hasta Puerto Montt (Río Maullín). Su distribución batimétrica va desde los 0 hasta los 25 m. Existen alrededor de 150 especies de este género en el mundo, pero no más de 5 son de importancia económica.

Tiene un ciclo de vida con alternancia de fases reproductivas. Los gametofitos son individuos de la fase sexuada y son haploides (i.e. con dotación cromosómica simple). Los gametos son producidos en individuos diferentes, los gametofitos masculinos y femeninos. La oogonia (gameto femenino), está inmersa en el talo de un individuo femenino y es fertilizada por un espermacio (gameto masculino). La fecundación da origen a otra fase del ciclo de vida, el cistocarpio, que es un conceptáculo diploide (i.e. con doble dotación cromosómica) que crece inmerso en el talo del gametofito femenino. Dentro del cistocarpio se forman esporas, las carpósporas (diploides). Una vez que el cistocarpio alcanza la madurez, las carpósporas se liberan al medio ambiente, se asientan en el sustrato, germinan y crecen formando la tercera fase del ciclo de vida, un individuo no sexuado, el tetraesporofito (diploide). Este madura formando las estructuras reproductivas, los tetrasporangios, que liberan tetrásporas (haploides). Estas se asientan, germinan y crecen formando gametofitos femeninos o masculinos cerrando el ciclo de vida. Se reproduce principalmente por crecimiento vegetativo (Figura 1).

Es la especie más importante de macroalga cultivada en el litoral costero, el alga que se cosecha se destina en parte a la producción del ficolóide agar-agar, el cual se usa como aditivo viscosante en la industria alimenticia, farmacéutica y con fines de investigación en biotecnología, otra parte es exportada como alga seca. La localización geográfica de los centros de cultivo de *Agarophyton chilense* es desde la región de Atacama hasta la región de Aysén. El mayor número

de centros de cultivo (88%) y mayor volumen de producción (77%) se concentra en la región de Los Lagos.



Figura 1. Pelillo *Agarophyton chilense*. Fuente: (Subpesca, s.f.).

1.3 Ciclo de cultivo

El cultivo de esta especie ha experimentado modificaciones en el tiempo, las tecnologías de cultivo que fueron desarrolladas en los años 80 han sido altamente exitosas. La técnica de cultivo a lo largo del país ha sido diversa, se han probado diferentes metodologías dependiendo principalmente de la naturaleza y comportamiento del sustrato. Las metodologías de cultivo se pueden agrupar en dos grupos:

1.3.1 Cultivo en base a crecimiento vegetativo

Las técnicas probadas para obtener biomasa por crecimiento vegetativo y cosechable en el mar son: siembra directa, siembra indirecta o cultivo suspendido.

1.3.1.1 Siembra directa

En esta técnica de cultivo se utilizan manojos de alga, que se siembran al sustrato de manera directa utilizando herramientas o implementos para fijar el manojos de alga al fondo, para esto requiere un sustrato adecuado y bahías con bajo corriente (Figura 2).

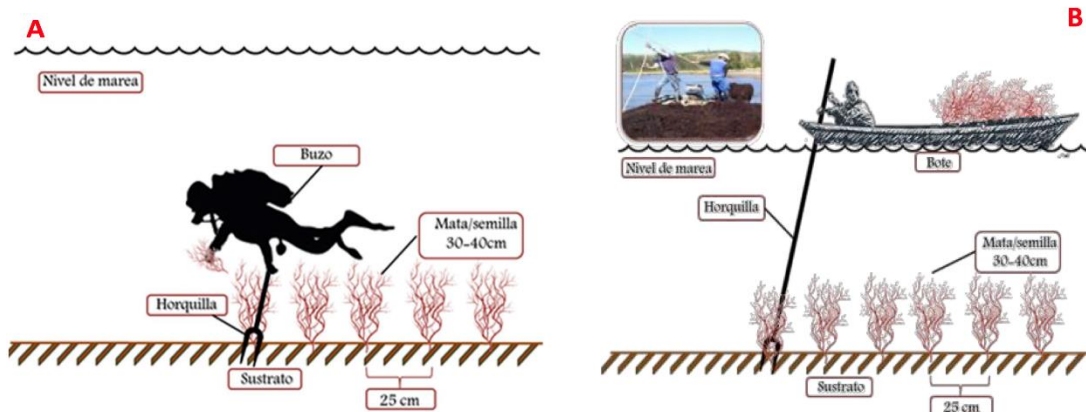


Figura 2. Métodos de siembra directa de pelillo (Romo, 2017).

Las dificultades en el uso de esta técnica es el posible embancamiento que puede generar la pérdida de la biomasa algal y la inversión por concepto de compra de semillas.

1.3.1.2 Siembra indirecta

Es la siembra de matas de Pelillo mediante diferentes sistemas de sujeción, como son siembra directa usando "horquillas", "mata piedra", o sistemas semi suspendidos como cuerdas donde se amarran manojos que los pescadores llaman "semilla" (Figura 3).



Figura 3. Método de siembra indirecta de pelillo (Candia & Núñez, 2006).

1.4 Método de cultivo mediante talos generados a partir de esporas

Este método, desarrollado a partir de los años 90, utiliza las esporas como método de propagación del alga. Las esporas en laboratorio (hatchery) se fijan sobre cuerdas que actúan como sustrato intermedio o final. El cultivo a partir de esporas se emplea principalmente en el área de Ancud, donde una empresa privada cuenta con instalaciones de reproducción conocida como Fico-hatchery. Esta modalidad de cultivo se ha complementado con innovaciones como el "cultivo en cuerdas" de fondo y lo que se conoce como "matamoño" (Figura 4).

Para comenzar con el cultivo se deben seleccionar talos reproductivos desde el medio natural y trasladarlos al hatchery donde se limpian y aplican estímulos de desecación para provocar la liberación de esporas. Las esporas obtenidas se siembran sobre bastidores y luego de aproximadamente 2 a 3 meses las cuerdas con plántulas son trasladadas a un sistema de pre-crecimiento en el mar (Saavedra, et al., 2019).

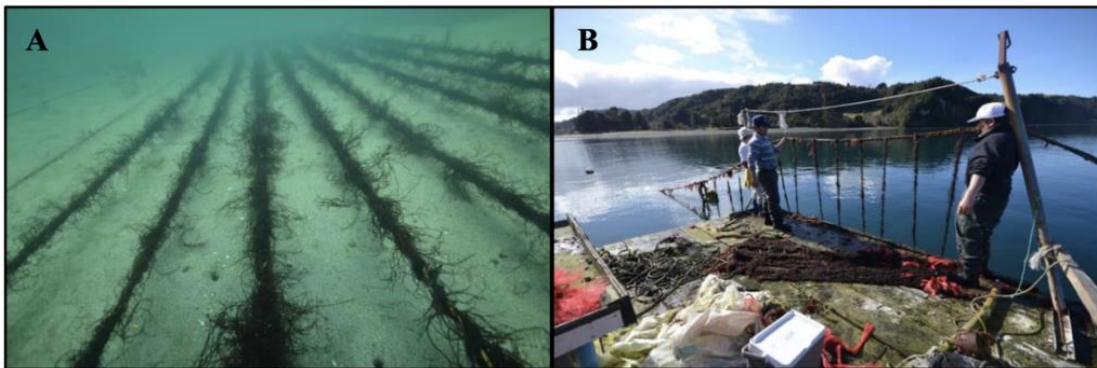


Figura 4. Método de cultivo siembra a partir de espóra fijadas en cuerdas. Fuente: (<https://wikincar.cl>, s.f.).

La tecnología que se utilizará dependerá de los recursos con los que se cuenten, además de las condiciones que presente la zona elegida para cultivo.

El sector elegido para la siembra debe contar al menos con ciertas características que permitan un buen desempeño para el desarrollo del alga, entre los más importantes encontramos:

- Fondo arenoso firme.
- Velocidad de corriente y profundidad adecuada, entre 2 a 5 m /s con marea alta.

Una de las dificultades más importantes en el cultivo de pelillo, independiente de las técnicas utilizadas, es la presencia de epífitos (por ejemplo, *Rhizoclonium* spp., *Polysiphonia* spp., *Ceramium* spp).

1.5 Abastecimiento de Semilla

Desde material vegetativo tiene bajo costo y muy apropiado, pero un costo ambiental alto porque se necesita una cantidad de biomasa desde praderas naturales, por lo tanto, tiene un impacto ambiental. Desde material reproductivo se necesita adecuar un hatchery, lo cual aumenta el costo, pero también facilita la obtención de semillas con bajo impacto ambiental. Además, permite integrar la fase de producción propia o compra de semillas y la fase de crecimiento (Saavedra, et al., 2019).

El abastecimiento de pelillo usado en la zona norte del país es a través de crecimiento vegetativo, sin embargo, esta técnica conlleva algunas dificultades como: cultivo sin cruzamiento sexual lo que lleva a la selección involuntaria de variedades que, por falta de cruzamiento, pierden atributos de sobrevivencia por bajo nivel de intercambio genético. Esta situación puede disminuir la capacidad de adaptación biológica a los cambios medioambientales o enfermedades de las algas, generando tanto una baja sobrevivencia y bajo rendimiento de agar.

1.6 Crecimiento, engorda y estructuras de cultivo

La técnica más utilizada en la zona norte para el cultivo del pelillo es la siembra directa en sustrato adecuado, principalmente en bahías protegidas y de fondo arenoso, como las bahías de Coquimbo, La Herradura y Caldera.

El ciclo productivo se inicia con la siembra en los meses de otoño e invierno y se cosechan en primavera hasta fines del verano (Figura 5).

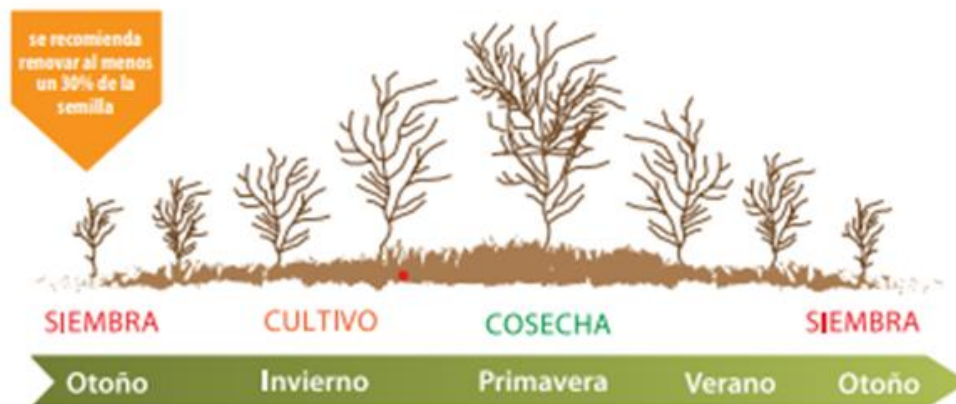


Figura 5. Ciclo productivo de pelillo (Avila, et al., 2019).

El mayor número de centros de cultivo (88%) y mayor volumen de producción (77%) se concentra en la región de Los Lagos, donde se ocupan diferentes técnicas y tecnologías para mejorar la producción de este recurso. Una de las técnicas utilizada es el long line sumergido, en el cual se cuelgan las cuerdas sembradas con pelillo (Figura 6).

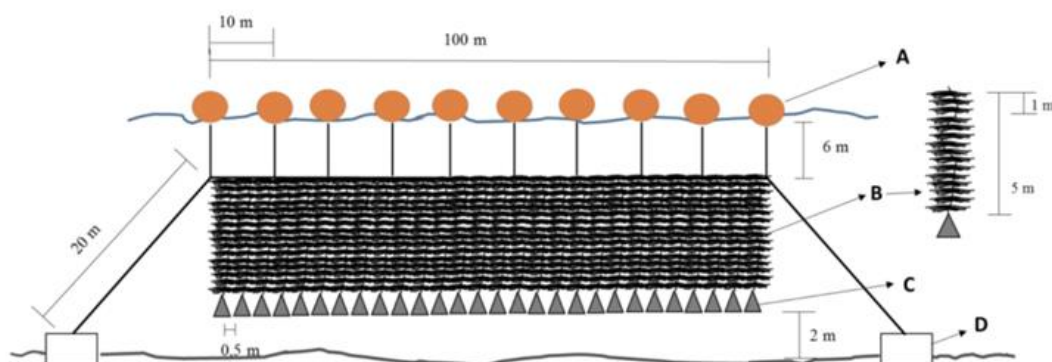


Figura 6. Muestra Long line tipo para el cultivo de pelillo en el sur de Chile (https://wikincar.cl, s.f.).

Todas las técnicas de cultivo tienen ventajas y desventajas en términos productivos, ambientales y económicos. A continuación, se muestra un resumen de su ventajas y desventajas (Avila, et al., 2019).

Tabla 1. Comparación de técnicas de siembra de pelillo.

Técnicas	Ventajas	Desventajas
Siembra directa	<ul style="list-style-type: none"> Es un método rápido y efectivo Bajo costo No genera residuos inorgánicos contaminantes La cosecha se efectúa desde el botecon rastrillo o araña Es ordenado 	<ul style="list-style-type: none"> Se desprende alga cuando no queda bien enterrado Inicialmente requiere de mayor cantidad de semilla por m² según las exigencias de Sernapesca Requiere sustrato blando adecuado
Matamoños y matapiedras	<ul style="list-style-type: none"> Es rápida y eficiente Es ordenado La cosecha se efectúa desde el botecon rastrillo o araña Costo moderado 	<ul style="list-style-type: none"> Usa las mismas algas que cosechan No hay selección de material para semilla Contaminación con otras algas como diatomeas en el fondo o algas verdes Requiere sustrato blando adecuado Inicialmente requiere de mayor cantidad de semilla por m² según las exigencias de Sernapesca Genera residuos inorgánicos
Cultivo en cuerdas	<ul style="list-style-type: none"> La siembra es eficiente y ordenada Incorpora nuevo material genéticoal cultivo Requiere fondo blando 	<ul style="list-style-type: none"> Alto costo e inversión para equipamientoen siembra Requiere cuidado y manejo del cultivo Exige mayor nivel tecnológico Genera residuos inorgánicos

1.7 Producción por unidad de cultivo en APE

La producción de un cultivo extensivo tipo APE va a depender principalmente de factores ambientales y de la técnica utilizada. En el sur de Chile se utilizan una variedad de técnicas y cuenta con condiciones ambientales favorables, por lo que el mayor volumen de producción (77%) se concentra en la región de Los Lagos. Existen antecedentes variados de producción por diferentes autores, lo cual podemos ver en Tabla 2.

Tabla 2. Niveles de producción informados (Saavedra, et al., 2019).

PRODUCCIONES DE PELILLO, CULTIVO EN MAR		
26 Kg/m ² en 5 meses	Método indirecto, mata-piedras	Barrales y Pizarro, 1984
12,5 Kg/m ²	Método indirecto, mangas polietileno	Pizarro, 1986
5 kg/m ²	Método siembra directa	Corfo, 1989
16 Kg/línea en 3 meses	Método indirecto, cultivo suspendido de fondo	Ávila et al., 1999
90 Kg m ² en 1 año	Método mediante esporas	J. Abaroa, com. pers.

En base a esta información de producción máxima de un long line, la cantidad de líneas por hectáreas y considerando los criterios iniciales (quien lo realiza, producción y superficie) del reglamento APE, se puede estimar la producción y espacio requerido para la implementación de un cultivo APE de pelillo (Tabla 3).

Tabla 3. Producción y número de líneas máximos para cumplir con la normativa de acuicultura a pequeña escala según quien la realiza.

Quién lo realiza	Producción máxima	Superficie máxima	Número de long Line	Producción máxima
Persona Natural, Jurídica o E.I.R.L.	Hasta 500 toneladas	10 hectáreas	50	9,5 toneladas
OPA	Hasta 2.000 toneladas	50 hectáreas	250	47,5 toneladas

1.8 Estructuras, equipamiento y material de apoyo

La estructura y equipamiento de apoyo para el cultivo de pelillo va a depender de la técnica a utilizar. En el caso de cultivo submareal de siembra directa, se siembra por buceo, por lo que se requiere una embarcación, equipos de buceo, trajes y personal de apoyo en una embarcación (Figura 7).



Figura 7. Siembra y o cosecha de pelillo por Buceo. Fuente: (<https://www.aqua.cl/>, s.f.).

En el caso de cultivo en cuerdas inoculadas e instaladas en fondo o en long line requiere de embarcación adecuada para el traslado de cuerdas y amplio espacio para tripulación de apoyo.

Por otra parte, en el caso de cultivo intermareal se requiere menos equipamiento, ya que se puede acceder al área de cultivo caminando o con vehículos para el traslado del alga (Figura 8).



Figura 8. Siembra y cosecha de pelillo en sector intermareal (Avila, et al., 2019).

El cultivo de algas requiere infraestructura portuaria con muelle y sistema de levante o grúa, ya que para el caso de cultivo submareal necesita un sistema de levante y pesaje del volumen de algas cosechados para su comercialización y carga en vehículos de transporte al lugar de venta o de secado. En el caso de cultivos con sistemas de líneas o cuerdas sembradas, estas requieren ser cargadas en las embarcaciones, además de fondeos y boyas.

1.9 Forma de Comercialización

Para las organizaciones de pescadores y pequeños acuicultores la forma de comercializar este recurso es venta por kilogramo puesto en playa fresco y húmedo o seco por kilogramo en fardos a intermediarios.

1.10 Observaciones y comentarios

El cultivo de pelillo ha tenido un comportamiento muy variable, tanto en la región de Atacama como en Coquimbo, las cuales presentan condiciones ambientales y fondos favorables para el desarrollo de esta especie, sin embargo, en los últimos años la producción de los cultivos ha disminuido de manera importante, probablemente debido a problemas de comercialización, baja en los precios de compra, oferta y demanda. La cosecha de este recurso en la región de Atacama fue de 475 toneladas. La región de Coquimbo por su parte aportó 695 toneladas en comparación con la región de Los Lagos con 16.354,6 toneladas (SERNAPESCA, 2020).

2 Ficha técnica *Chondracanthus chamissoi* (chicoria de mar)

2.1 Denominación

Nombre Común: Chicoria de mar.

Nombre Científico: *Chondracanthus chamissoi*.

2.2 Características biológicas

Es un alga roja usada para la extracción de carragenanos, puede alcanzar hasta 50 cm de longitud y tiene un ciclo de vida trifásico con alternancia de generaciones isomórficas (de igual apariencia). Las plantas cistocárpicas y tetraspóricas pueden producir "semillas" las cuales al crecer originan nuevas plantas. Por otro lado, la costra basal o disco adhesivo es perenne, es decir, si no se remueve del sustrato puede formar nuevas plantas, lo que constituye otra forma de reproducción, conocida como reproducción vegetativa (Figura 9).

Habita las costas de Perú y Chile además de Corea, Japón y Francia. En Chile, la especie ha sido encontrada entre Iquique y Chiloé. Habita en el intermareal y hasta los 15 m de profundidad, principalmente en lugares protegidos. En el submareal, esta alga crece sobre rocas o bolones que pueden ser cubiertos estacionalmente por arena (Saavedra S, et al., 2019).

De color rojo intenso, la chicoria de mar ha sido tradicionalmente usada como materia prima para carragenanos utilizados en la elaboración de alimentos, como agente gelificante y emulsionante, entre otros productos. Pero los asiáticos la incluyen en su dieta diaria y la consideran un alimento altamente nutritivo, siendo bajo en grasas, rico en vitaminas y proteínas vegetales. De hecho, se estima que los japoneses consumen tres gramos diarios de este alimento distribuidos en desayunos, almuerzos y snacks.

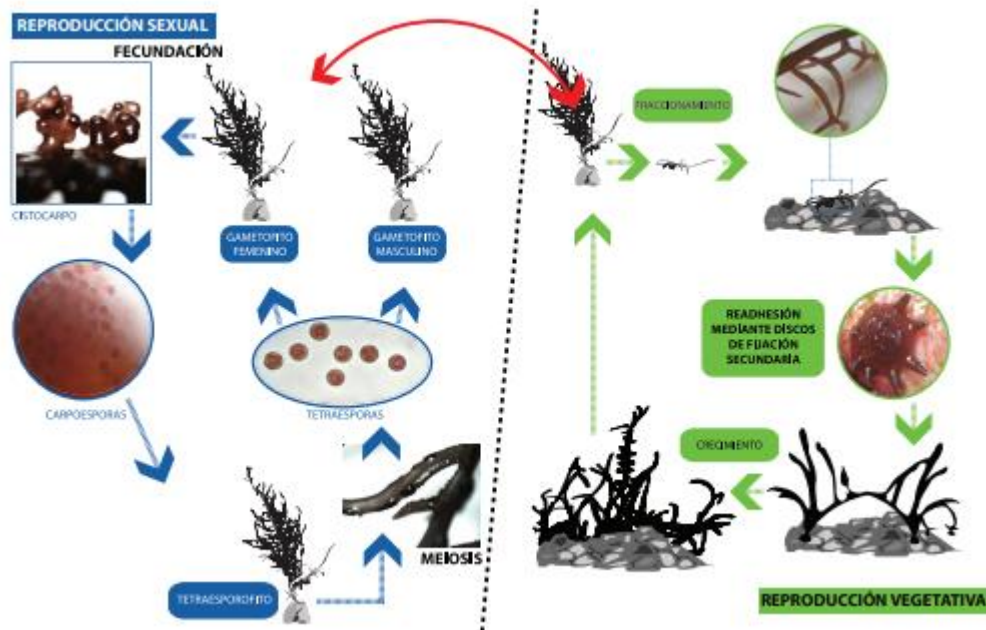


Figura 9. Ciclo de vida de chicoria de mar (Bulboa, 2013).

2.3 Ciclo de cultivo

Para el desarrollo del cultivo de chicoria de mar sistemas de APE, requiere inicialmente de una etapa en laboratorios que corresponde a la producción de semillas fijadas en sustrato artificial o natural para ser trasladadas a crecimiento final en mar. Para ello, el método más utilizado es reproducción por propagación vegetativa en sistemas artificiales, cuyo principio es el crecimiento de los trozos de algas formando nuevos discos de fijación y por ende nuevos individuos, para lo cual es necesaria suficiente biomasa para obtener gran cantidad de trozos de alga de aproximadamente 1-2 cm de largo. Las etapas de laboratorio son:

- a.- Selección del material biológico.
- b.- Limpieza de las algas de manera manual.
- c.- Mantención de la biomasa en condiciones de luz y aireación adecuados.
- d.- Preparación de sustrato, limpieza y desinfección.
- e.- Fragmentación de los talos.

f.- Cicatrización y regeneración de algas cortadas.

g.- Fijación de algas sobre sustratos.

h.- Mantención.

i.- Traslado al mar.

Cabe señalar que los traslados de la biomasa inicial de los sustratos inoculados al mar, se deben realizar en condiciones de luminosidad y temperatura adecuadas, de manera de que no sufra de exposición directa al sol y en un rango de temperatura de 10 a 15°C (Figura 10).

Por lo general en cultivos de algas realizados por propagación vegetativa la mortalidad es muy baja. Idealmente se deben comprar los sustratos (malla sardinera) con las algas fijadas, es decir, con discos de fijación secundarios desarrollados para evitar pérdidas por desprendimiento. Un problema a considerar es el efecto "aging" que podría afectar el rendimiento del cultivo como ocurre en *Agarophyton chilensis*, en donde el envejecimiento celular disminuye la productividad del cultivo después de 2 a 3 años de utilizar clones de las mismas algas (Guisado, 2017).

2.3.1 Abastecimiento de semilla

El abastecimiento de semilla de chicoria de mar es a través de la compra de plántulas fijadas en sustratos artificiales (red anchovetera) o sustrato natural (conchas de ostión del norte) desde el laboratorio o hatchery de producción, los traslados de los sistemas de fijación al mar deben ser en las condiciones antes descritas.

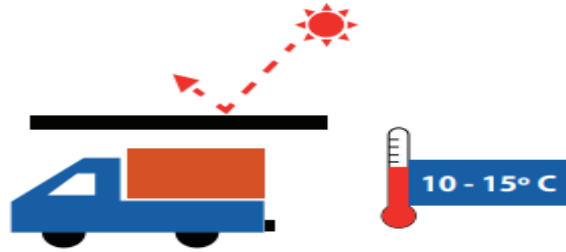


Figura 4a

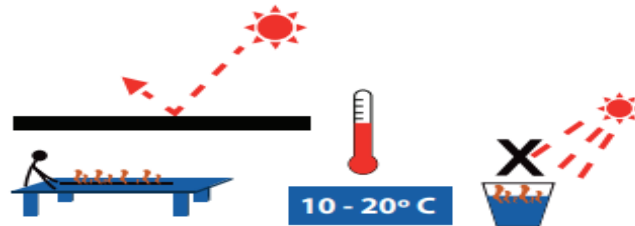


Figura 10. Condiciones de transporte de chicoria de mar (Bulboa, 2013).

2.3.2 Crecimiento, engorda y estructuras de cultivo

Esta etapa se puede realizar en dos sistemas de cultivo en mar:

2.3.2.1 Sistema suspendido o long line

Esta tecnología utiliza como sustrato red anchovetera con las plántulas de chicoria de mar fijadas provenientes de hatchery, estas son colgadas a la línea madre (cabo de 22 o 24 mm de diámetro) de un sistema long line de 100 metros de longitud, a la profundidad más adecuada según la localidad. Estos reinales de red anchovetera con plántula de chicoria de mar fijada son de 8 centímetros de ancho por 200 centímetros de largo, los cuales se amarran a la línea madre mediante una cuerda de 6 mm de diámetro, a cada reinal se le amarra en el otro extremo un peso muerto con el fin de mantener el reinal de manera vertical (Figuras 11 y 12).

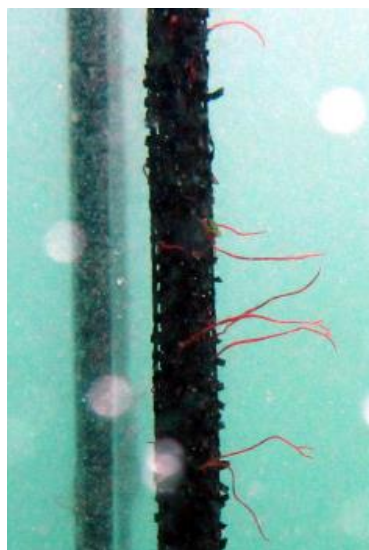


Figura 11. Muestra de red anchovetera inoculada con chicoria de mar (Bulboa, 2013).

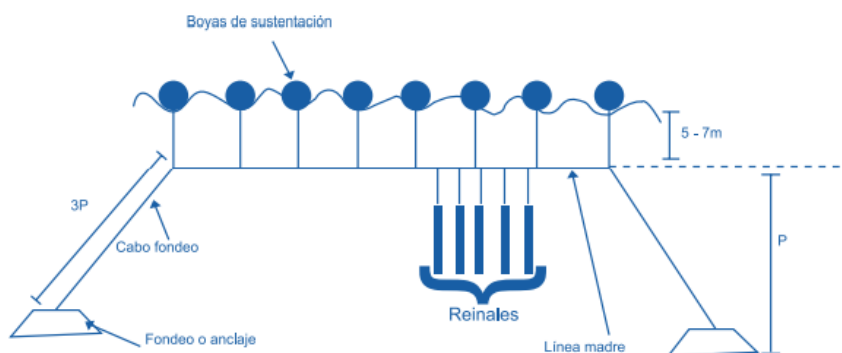


Figura 12. Esquema de sistema de cultivo suspendido para Chicoria de mar (Bulboa, 2013)

2.3.2.2 Sistema de cultivo en fondo

El sistema de cultivo de fondo corresponde a una estructura de forma rectangular con cuerdas principales y fondeos en las esquinas formando un "corral de cultivo". Las unidades de cultivo son dispuestas horizontalmente mediante su fijación a los cabos principales paralelos, en este sistema de siembra la chicoria de mar fijada en sustrato natural o concha de ostión del norte (Figura 13).

Las conchas con los discos deben ser montadas en reinales compuestos por un cordel de 6 mm de diámetro. Estas son amarradas desde el orificio en su extremo superior al cordel principal, fijadas mediante nudos y separadas a una distancia de 10 cm entre sí. Los reinales deben ser

instalados en el sistema de fondo mediante buceo autónomo. En esta maniobra, se atará uno de los extremos del cabo que contiene las conchas, fijándolo a uno de los lados del cuadrante instalado en el fondo posteriormente, se debe amarrar el otro extremo del reinal en el lado opuesto del cuadrante donde fue atado el primer extremo. De la misma manera, se continua con el resto de los reinales, manteniendo una separación de 50 cm entre cada reinal (Figura 14).



Figura 13. Sustrato natural utilizado para la fijación de chicoria de mar para cultivo de fondo (Bulboa, 2013).

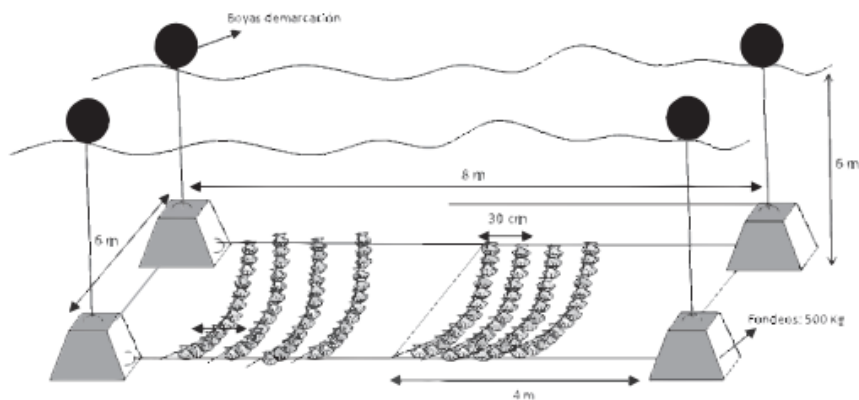


Figura 14. Esquema de cultivo de fondo de chicoria de mar (Bulboa, 2013).

2.4 Producción por unidad de cultivo

Los niveles de producción dependen del tipo de cultivo (vegetativo o por esporas), método de cultivo (vertical u horizontal), profundidad de cultivo, tiempo de permanencia del cultivo, época

del año y zona geográfica en que se realice. Las producciones publicadas van entre 44 g m^{-1} y 3000 g m^{-1} , durante uno hasta cinco meses de cultivo (Figura 15).

PRODUCCIONES DE CHICOREA, CULTIVO EN MAR		
3000 g m^{-1} en 3 meses	Cultivo Vegetativo	IFOP
2300 g m^{-1} en 3-5 meses	Cultivo Vegetativo	ACUASESORIAS
93 g m^{-1} en 2 meses	Cultivo Vegetativo	UCN
115 g m^{-1} en 1 mes	Cultivo Vegetativo	UCN
160 g m^{-1} en 2 meses	Cultivo Vegetativo	UCN
44 g m^{-1} en 1 mes	Cultivo Vegetativo	UCN
217 g m^{-1} en 4 meses	Cultivo Vegetativo	UCN
300 g m^{-1} en 2 meses	Cultivo Esporas	UNAP
435 g m^{-1} en 3 meses	Cultivo Vegetativo	IFOP
$103,5 \text{ g m}^{-1}$ en 3 meses	Cultivo Vegetativo	IFOP

Figura 15. Producción de chicoria de mar según estudios (Bulboa, 2013).

Para el cálculo de producción por unidad de cultivo utilizaremos el promedio descrito en el manual de Cultivo de Macroalgas (Saavedra S, et al., 2019), en este caso solo utilizaremos los datos del cultivo vegetativo por mes, esto es $237,5 \text{ g m}^{-1}$ por metro al mes, por lo tanto, en un cultivo que se pueda cosechar 2 veces al año, la producción por long line de 100 metros donde se siembran 200 reinales de red anchovetera de 2,0 metros cada uno, en total son 400 metros lineales, esto produciría 95 kilogramos de chicoria de mar cada 6 meses o por cada ciclo de cultivo 190 kilogramos al año. ($0,190 \text{ t/año}$) por línea de cultivo.

Por otra parte, en términos de operación y buen manejo de cada línea de cultivo se considera un máximo de 5 líneas por hectárea de superficie.

2.5 Caso de acuicultura a pequeña escala

En base a esta información de producción máxima de un long line, la cantidad de líneas por hectáreas y considerando los criterios iniciales (quien lo realiza, producción y superficie) del reglamento APE, se puede estimar la producción y espacio requerido para la implementación de un cultivo APE de chicoria de mar (Tabla 4).

Tabla 4. Producción y número de líneas máximos para cumplir con la normativa de acuicultura a pequeña escala según quien la realiza.

Quién lo realiza	Producción máxima	Superficie máxima	Número de Long Line	Producción máxima
Persona Natural, Jurídica o E.I.R.L.	Hasta 500 toneladas	10 hectáreas	50	9,5 toneladas
OPA	Hasta 2.000 toneladas	50 hectáreas	250	47,5 toneladas

2.6 Estructuras, equipamiento y material de apoyo

2.6.1 Partes de un long line tipo para cultivo

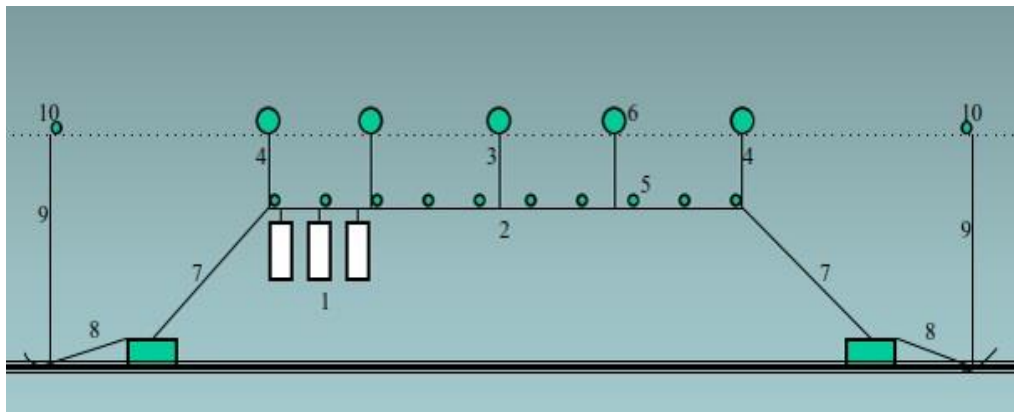


Figura 16. Partes de un long line tipo (Pereira Chavez, 2017).

- 1 Sistemas de cultivo suspendidos en la línea madre
- 2 Línea madre útil
- 3-4 Cordes demarcación de la línea madre
- 5 Boyas de flotación o sustentación de los sistemas de cultivo
- 6 Boyas de demarcación de la línea madre
- 7 Cordel del viento (3 veces la profundidad promedio)
- 8 Cordel de unión de cadena fondeos

- 9 Cordel de demarcación de fondeo
- 10 Boyas de demarcación de fondeos

2.7 Operación de un long line

Consiste en el trabajo de siembra y cosecha de chicoria de mar en la línea madre de un long Line (Figura 17).



Figura 17. Línea madre con siembra de chicoria de mar (Bulboa, 2013), (Macchiavello-Armengol, 2008).

2.8 Mantención de un long line

Consiste en las faenas de limpieza, reflote y tensado de la línea madre del long line (Figura 18).

2.8.1 Limpieza



Figura 18. Muestra limpieza de línea madre realizada con embarcación. Fuente: (Fotografía a, Pedro González) y por buceo (Fotografía b, (www.mundoacuicola.cl, s.f.).

2.8.2 Reflote

Consiste en la instalación de boyas de sustentación en la línea madre hundida debido al aumento de peso de los sistemas en cultivo (por crecimiento y fouling) (Figura 19).

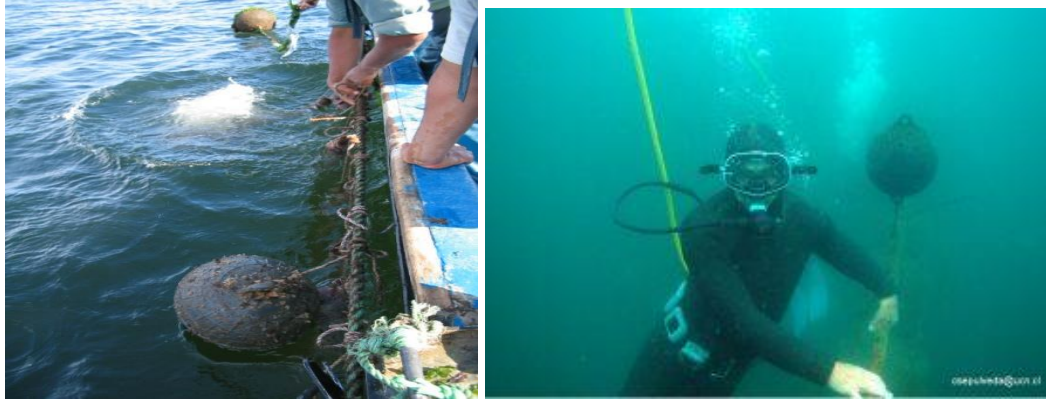


Figura 19. Reflote con embarcación. Fuente: (Fotografía a, Pedro González) y reflote con buzo (Fotografía b, (www.mundoacuicola.cl, s.f.)).

2.8.3 Tensado de un long line

El tensado se realiza cuando debido al aumento del peso de los sistemas en cultivo, marejadas o continua operación (siembra y cosecha) la línea se suelta. La maniobra se realiza con una embarcación con motor adecuado que permita mover los fondos de la línea y tensarlas (Figura 20).

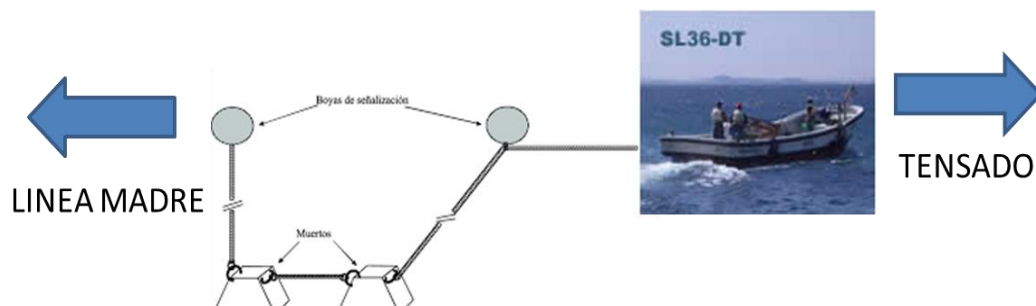


Figura 20. Esquema de maniobra para tensado de líneas de cultivo. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).

2.9 Equipamiento de apoyo para operar en un long line

2.9.1 Embarcación adecuada

Existen embarcaciones adecuadas y probadas para operar en los long line. Estas embarcaciones están construidas de fibra de vidrio, tienen base ancha y plana lo que le da estabilidad al levantar la línea y desplazarse en el mar. Los modelos más ocupados son:

- Fibra de vidrio 2,20 metros de manga, 8,0 metros de eslora y 0,5 metros de puntal, este tipo de embarcación está equipada con un motor fuera de borda de 50 HP, que le permite el desplazamiento por la línea madre (Figura 21).



Figura 21. Embarcación fibra de vidrio de 8 metros de eslora especial para cultivo.

Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).

- Fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora, 3,20 metros de manga y 0,5 metros de puntal, este tipo de embarcación están equipadas con un motor de base petrolero de 90 hp, además de una grúa hidráulica con guinche que le permite levantar más de 200 kilogramos (Figura 22).



Figura 22. Embarcación de fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora equipada para trabajos en líneas de cultivo. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).

2.9.2 Guinche o virador

Equipamiento importante que se utiliza para levantar o acercar la línea madre a la embarcación para siembra o cosecha, posee estructura externa de fierro galvanizado, cabezal de acero, motor estacionario de 5,5 hp, tiene capacidad de levante de 500 kilogramos y una velocidad de 28 metros por minuto (Figura 23).



Figura 23. Guinche tipo para levante de línea de cultivo. Fuente: (Fotografía Pedro González).

2.9.3 Pescante y araña

Equipamiento fundamental al momento de operar un long line, el pescante es un tubo de fierro galvanizado de 4 mm de espesor con una base para ser instalado en la borda de la embarcación, su función es apoyar el levante de la línea y la instalación sobre los roletes en la borda de la embarcación. La araña es un ancla de 4 puntas construida en fierro macizo que permite atrapar la línea madre a la profundidad requerida (Figura 24, Figura 25).



Figura 24. Pescante utilizado para levante de línea madre. Fuente: (Fotografía Pedro González).



Figura 25. Araña tipo utilizada para atrapar y levantar la línea madre. Fuente: (Fotografía Pedro González).

2.9.4 Roletes

Estructura de fierro galvanizado que permite sostener la línea madre junto a la embarcacion, tiene un eje central con una estrella que gira en la medida que la embarcación avanza en la línea y 2 brazos que permite que la embarcacion no opere sobre la línea sino paralela a ella (Figura 26).



Figura 26. Rolete tipo utilizado para sujetar y recorrer la línea madre al borde de la embarcación. Fuente: (Fotografía Pedro González).

2.10 Estructuras, equipamiento y material de apoyo en tierra

El cultivo de chicoria de mar no requiere muchos equipamiento de apoyo, ya que los sistemas de cultivo en long line permanecen desde la siembra a la cosecha en las líneas de cultivo y son de peso liviano para la manipulación. En tierra el cultivo requiere de una bodega de acopio de boyas, cuerdas para líneas madre y otros elementos.

2.11 Infraestructura Portuaria

El cultivo de algas requiere infraestructura portuaria con muelle y sistema de levante o grúa, ya que este cultivo requiere la instalación de líneas, fondeos, boyas y embarcaciones.

2.12 Forma de Comercialización

Para las organizaciones de pescadores y pequeños acuicultores la forma más común de comercializar este recurso es puesto en playa fresco y húmedo o seco en sacos de 8 kilogramos a intermediarios.

2.13 Observaciones y comentarios generales

No se ha llevado a cabo el desarrollo de este cultivo en la zona norte, esto puede deberse a problemas en la demanda o porque aun se realizan cosechas desde praderas naturales, en el año 2020 el desembarque artesanal para este recurso llegó a 13 toneladas en la región de

Atacama y 66 toneladas en la región de Coquimbo. No teniendo cosechas informadas desde algún centro de cultivo (Sernapesca, 2021).

3 Ficha Técnica de *Macrocystis pyrifera* (huiro macro, huiro flotador, sargazo, canutillo)

3.1 Denominación

Nombre Común: Huiro Macro, Huiro Flotador, Sargazo, Canutillo.

Nombre Científico: *Macrocystis pyrifera*

3.2 Características biológicas

Forma parte de las feófitas o algas pardas y son las de mayor tamaño conocido, las laminariales llamadas comúnmente kelps, pueden llegar a formar bosques submarinos, como los Sargazos. Su color se debe a la presencia del pigmento fucoxantina, que, junto con otros pigmentos xantofílicos, enmascara el color verde de la clorofila en las células vegetales (<https://wikincar.cl>, s.f.). Estas especies generalmente se distribuyen en la zona intermareal baja y en el submareal hasta llegar a grandes profundidades (hasta 40m). Es una planta erecta de gran tamaño de color pardo amarillento, crecen sobre sustratos duros, rocas; su tamaño puede alcanzar hasta 45 m. Se adhieren firmemente al sustrato por un disco basal de fijación macizo, de sus márgenes emergen numerosos hapterios ramificados, los cuales son parecidos a raíces. Del disco basal nacen los estipes, erectos y cilíndricos y se ramifican unilateralmente, a intervalos regulares, presentando flotadores en la base de las frondas. Las frondas son equivalentes a hojas, son largas y angostas de superficie rugosa y márgenes levemente dentados, con rugosidades orientadas longitudinalmente. Estas alcanzan hasta 40 m de largo y 4 cm de ancho. Se encuentra en el Hemisferio Sur, en las costas de todo Chile desde el Norte de Perú hasta la Patagonia; también se encuentra en Sudáfrica, sur de Australia y la Costa Atlántica, en el Hemisferio Norte, distribuyéndose desde Baja California hasta Alaska. Tienen un rol ecológico importante como formadores de bosques submareales que albergan una gran cantidad de invertebrados y peces.

Las laminariales tienen un ciclo de vida con alternancia de generaciones heteromórficas, es decir, con alternancia de fases o formas distintas (Figura 27). La fase asexuada o esporofito corresponde a la planta frondosa de gran tamaño y la fase sexuada o gametofito es microscópica de tipo filamentoso, con hembras poco ramificadas y machos muy ramificados y pequeños. (FIPA Nº 2015-02, 2015).

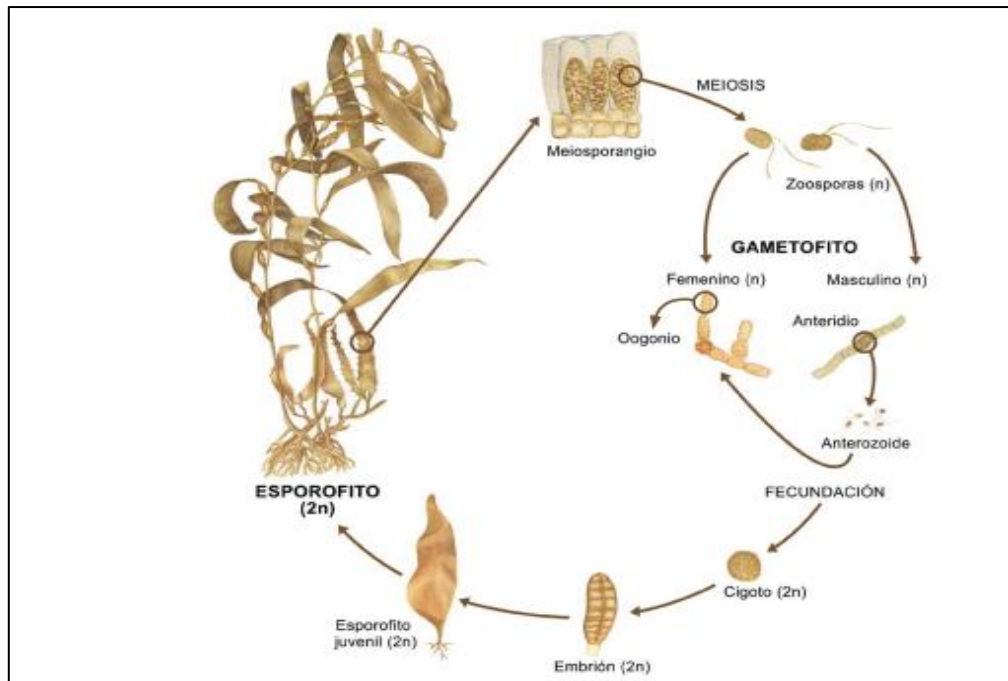


Figura 27. Ciclo de vida de *M. pyrifera* (Saavedra S, et al., 2019).

3.3 Ciclo de cultivo

En cultivo de algas pardas requiere de 3 etapas, una etapa en laboratorio que comprende la esporulación, la germinación de las esporas y la formación de esporofitos juveniles, la etapa de Hatchery que comprende el crecimiento de los esporofitos en condiciones controladas y el manejo para su traslado al mar y finalmente la etapa en mar que comprende desde la instalación de los cabos con plántulas encordadas sobre la línea madre del long line hasta la cosecha (IFOP, 2019) (Figura 28).

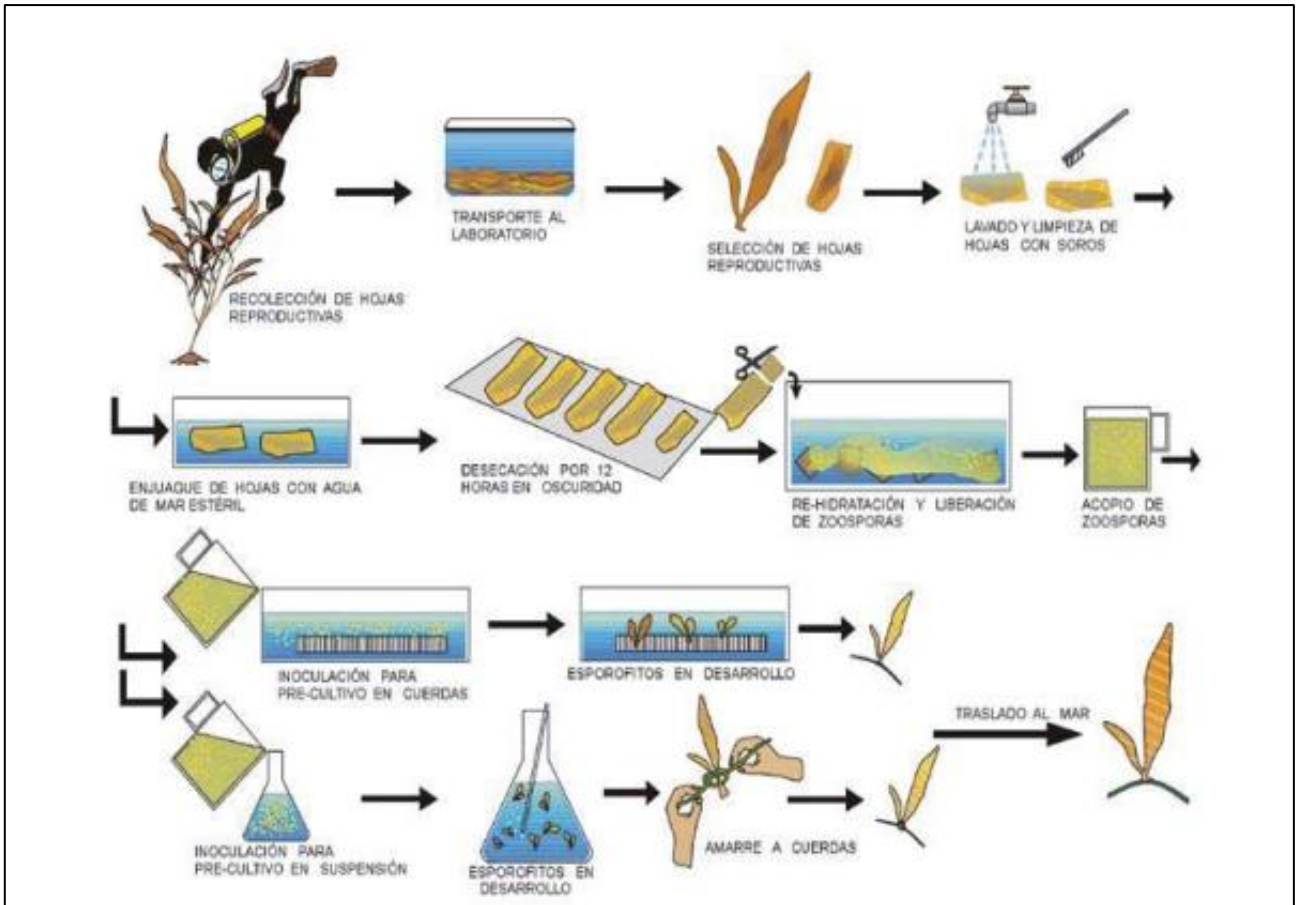


Figura 28. Muestra esquema del procedimiento de producción de macroalgas pardas en laboratorio (Piel, 2003).

Para el desarrollo de cultivos en APE, se considerará la compra de semillas de *Macrocystis* encordadas desde medios de producción privados o estatales.

3.3.1 Abastecimiento de semilla

El abastecimiento de semilla de *Macrocystis* es a través de la compra de plántulas fijadas en cuerdas desde el laboratorio o hatchery de producción, las cuerdas inoculadas. El traslado de las cuerdas inoculadas o encordadas, al igual que en la mayoría de las macroalgas, se realiza en contenedores (cooler) con esponjas humedecidas con agua de mar y a baja temperatura (8-12°C) (Figura 29).



Figura 29. Cuerdas con plántula de huiro macro (a) y su forma de trasladar al cultivo en mar (b). Fuente: (IFOP, 2019).

3.3.2 Crecimiento y engorda

En esta etapa las cuerdas con las plántulas (inoculadas o encordadas) provenientes de la etapa hatchery son adheridas a la línea madre (cabo de 22 o 24 mm de diámetro) de un sistema long line de 100 metros de longitud, a la profundidad más adecuada según la localidad. Las plántulas (inoculadas o encordadas) son adheridas a la línea madre mediante amarra cables o bien enrolladas alrededor del cabo principal (Figura 30).



Figura 30. Esquema y forma de sujetar la cuerda con plántulas a la línea madre de un long line. Fuente: (<https://wikincar.cl>, s.f.).

Con el fin de determinar mejor la cantidad de plántulas a sembrar o la producción en mar, es más conveniente adquirir plántulas encordadas de aproximadamente 8 centímetros de longitud. Para ello se utilizan cuerdas de 3 o 4 mm de diámetro, a la densidad deseada (alrededor de 10 esporofitos m⁻¹) para posteriormente llevarlas al mar. Esta técnica permite controlar la densidad en las cuerdas de siembra disminuyendo la alta variabilidad de crecimiento observado en cultivos provenientes de inoculación directa con esporas (IFOP, 2019).

3.4 Estructuras de Cultivo

La tecnología para la etapa de crecimiento o engorda de huiro macro desde que es ingresado al mar hasta su cosecha o etapa adulta, consiste en el cultivo suspendido long line (Figura 31).

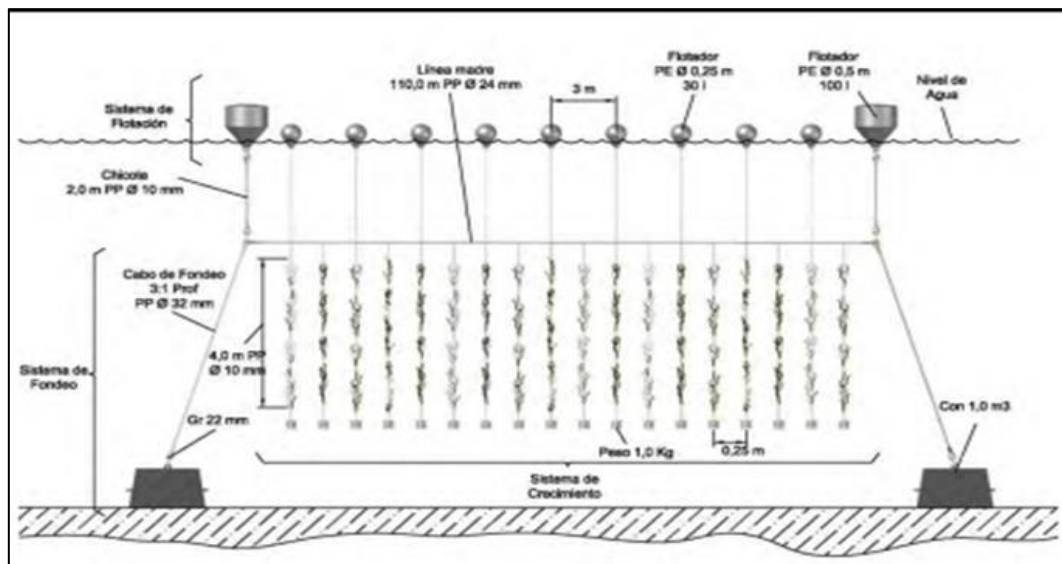


Figura 31. Muestra long Line suspendido tipo para cultivo de huiro macro. Fuente: (FIPA N° 2015-02, 2015).

3.5 Producción por unidad de cultivo

Los niveles de producción publicados han sido diversos y su variabilidad ha dependido tanto de la localidad como del periodo de tiempo de permanencia en cultivo (Orellana, 2012). Las producciones publicadas van entre 14 Kg m⁻¹ y 80 Kg m⁻¹, durante cuatro y diez meses de cultivo dependiendo de la técnica usada, latitud y temporalidad (Figura 32).

PRODUCCIONES DE HUIRO, CULTIVO EN MAR	
80 Kg m ⁻¹ en 10 meses	Westermeyer et al., 2006
14 Kg m ⁻¹ en 8 meses	Gutiérrez et al., 2006
22 Kg m ⁻¹ en 4 a 5 meses	Macchiavello et al., 2010
25 Kg m ⁻¹ en 9 meses	Correa et al., 2014
17 Kg m ⁻¹ en 6 meses	Guisado et al., 2017
15 Kg m ⁻¹ en 5 y 6 meses	Camus et al., 2017

Figura 32. Producción de huiro macro según diferentes estudios (Saavedra S, et al., 2019)

Para el cálculo de producción por unidad de cultivo utilizaremos el promedio descrito en el Manual de cultivo de macroalgas (Saavedra S, et al., 2019), es decir 47 kilogramos por metro lineal sembrado. Por lo tanto, en un long line de 100 metros útiles podemos tener una producción de 4.700 kilogramos.

3.5.1 Caso de acuicultura a pequeña escala

En base a esta información de producción máxima de un long line, la cantidad de líneas por hectáreas y considerando los criterios iniciales (quien lo realiza, producción y superficie) del reglamento APE, se puede estimar la producción y espacio requerido para la implementación de un cultivo APE de *Macrocystis pyrifera* (Tabla 5).

Tabla 5 . Muestra la producción máxima y número de líneas máximo para cumplir con el reglamento para Acuicultura a pequeña escala según quien la realiza.

Quién lo realiza	Producción máxima	Superficie máxima	Número de Long Line	Producción máxima
Persona Natural, Jurídica o E.I.R.L.	Hasta 500 toneladas	10 hectáreas	50	9,5 toneladas
OPA	Hasta 2.000 toneladas	50 hectáreas	250	47,5 toneladas

3.6 Infraestructura, equipamiento y material de apoyo

3.6.1 Sistema long line

Corresponde al sistema de cultivo que más éxito ha tenido en la zona norte de Chile, tanto en la industria como en la APE (Figura 33).

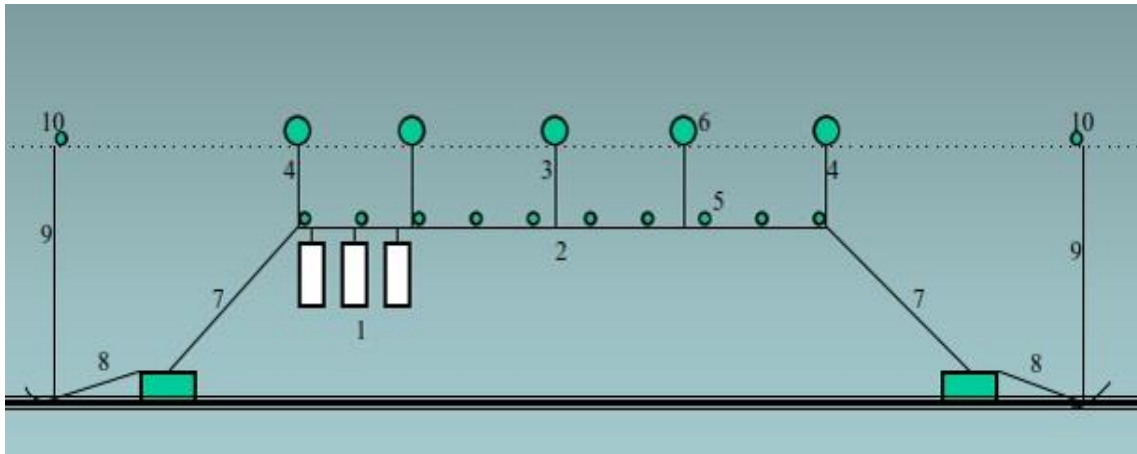


Figura 33. Partes de un Long line tipo (Pereira Chávez, 2017).

- 1 Sistemas de cultivo suspendidos en la línea madre
- 2 Línea madre útil
- 3-4 Cordeles demarcación de la línea madre
- 5 Boyas de flotación o sustentación de los sistemas de cultivo
- 6 Boyas de demarcación de la línea madre
- 7 Cordel del viento (3 veces la profundidad promedio)
- 8 Cordel de unión de cadena fondeos
- 9 Cordel de demarcación de fondeo
- 10 Boyas de demarcación de fondeos

3.6.2 Operación de un long line

Consiste en el trabajo de siembras y cosechas de huiro macro en la línea madre del long line.



Figura 34. Línea madre con adulto de huiro macro. Fuente: (<https://www.sonapesca.cl>, s.f.).

3.6.3 Mantención de un long line

Consiste en las faenas de limpieza, reflote y tensado de la línea madre del long line.

3.6.3.1 Limpieza de línea madre



Figura 35. Limpieza de línea madre con embarcación y limpieza con buceo. Fuente: ((Fotografía (a) Pedro González, fotografía (b) (www.mundoacuicola.cl, s.f.)).

3.6.3.2 Reflote

Consiste en la instalación de boyas de sustentación en la línea madre hundida debido al aumento de peso de los sistemas en cultivo (por crecimiento y fouling).

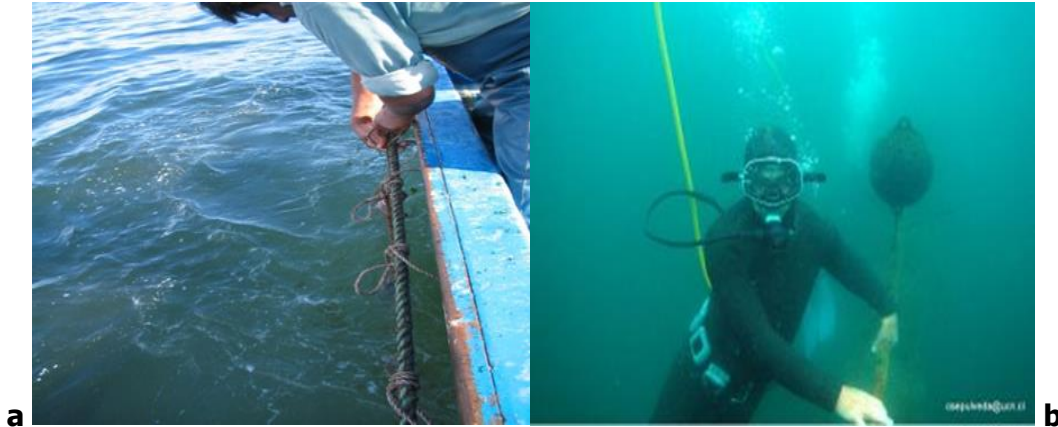


Figura 36. Reflote con embarcación. Fuente: (Fotografía (a) Pedro González) y reflote con buzo (Fotografía (b) (www.mundoacuicola.cl, s.f.)).

3.6.3.3 Tensado de un long line

El tensado se realiza cuando debido al aumento del peso de los sistemas en cultivo, marejadas o a la continua operación (siembra y cosecha) la línea se suelta. La maniobra se realiza con una embarcación con motor adecuado que permita mover los fondos de la línea y tensarlas (Figura 37).

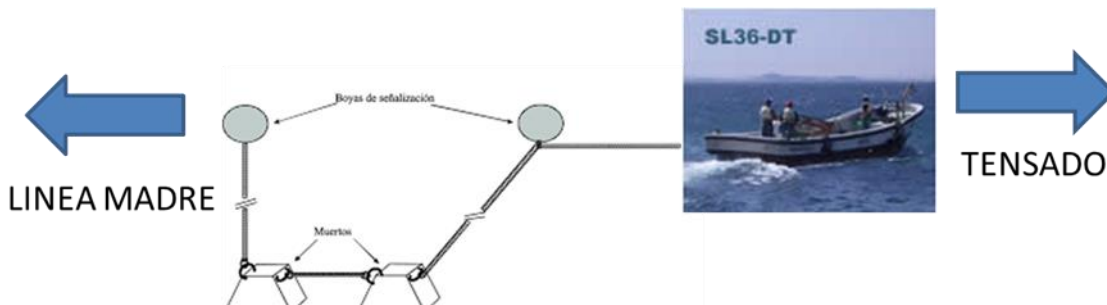


Figura 37. Esquema de maniobra para tensado de líneas de cultivo. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).

3.7 Equipamiento de apoyo para operar en un long line

3.7.1 Embarcación adecuada

Existen embarcaciones adecuadas y probadas para operar en los long line, especialmente en el cultivo de ostiones. Estas embarcaciones están construidas de fibra de vidrio, tienen base ancha y plana lo que le da estabilidad al levantar la línea y desplazarse en el mar. Los modelos más ocupados son:

- Fibra de vidrio 2,20 metros de manga, 8,0 metros de eslora y 0,5 metros de puntal, este tipo de embarcación está equipada con un motor fuera de borda de 50 HP, que le permite el desplazamiento por la línea madre (Figura 38).



Figura 38. Embarcación fibra de vidrio de 8 metros de eslora adecuada para el trabajo de cultivo de ostión del norte. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).

- Fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora, 3,20 metros de manga y 0,5 metros de puntal, este tipo de embarcación están equipadas con un motor de base petrolero de 90 hp, además de una grúa hidráulica con guinche que le permite levantar más de 200 kilogramos (Figura 39).



Figura 39. Embarcación de fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora equipada para trabajos en líneas de cultivo de ostión del norte. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).

3.7.2 Guinche o Virador

Equipamiento importante que se utiliza para levantar o acercar la línea madre a la embarcación para siembra o cosecha, posee estructura externa de fierro galvanizado, cabezal de acero, motor estacionario de 5,5 hp, tiene capacidad de levante de 500 kilogramos y una velocidad de 28 metros por minuto. (Figura 40)



Figura 40. Guinche tipo para levante de línea de cultivo. Fuente: (Fotografía Pedro González).

3.7.3 Pescante y araña

Equipamiento fundamental al momento de operar un long line, el pescante es un tubo de fierro galvanizado de 4 mm de espesor con una base para ser instalado en la borda de la embarcación, su función es apoyar el levante de la línea y la instalación sobre los roletes en la borda de la embarcación. La araña es un ancla de 4 punta construida en fierro macizo que permite atrapar la línea madre a la profundidad requerida (Figura 41, Figura 42).



Figura 41. Pescante utilizado para levante de línea madre. Fuente: (Fotografía Pedro González).



Figura 42. Araña tipo utilizada para atrapar y levantar la línea madre. Fuente: (Fotografía Pedro González).

3.7.4 Roletes

Estructura de fierro galvanizado que permite sostener la línea madre junto a la embarcación, tiene un eje central con una estrella que gira en la medida que la embarcación avanza en la línea y 2 brazos que permite que la embarcación no opere sobre la línea sino paralela a ella (Figura 43).



Figura 43. Rolete tipo utilizado para sujetar y recorrer la línea madre al borde de la embarcación. Fuente: (Fotografía Pedro González).

3.8 Vehículos e instalaciones de apoyo

El cultivo de huiro macro no requiere mucho equipamiento de apoyo, ya que las cuerdas inoculadas o encordadas permanecen desde la siembra a la cosecha en las líneas de cultivo. En tierra el cultivo requiere de una bodega de acopio de boyas para siembra y reflote, acopio de cuerdas de líneas. Sin embargo, para el traslado de peso húmedo o seco requiere de camión equipado con grúa para el traslado de los fardos de algas (Figura 44).



Figura 44. Camión para traslado de fardos con macroalgas. Fuente: (<https://www.ciudadanab.com>, 2017).

3.9 Infraestructura Portuaria

El cultivo de algas requiere infraestructura portuaria con muelle y sistema de levante o grúa, ya que este cultivo requiere la instalación de líneas, fondeos, boyas y embarcaciones, además que si es necesario requiere poder sacar las algas completas a tierra.



Figura 45. Infraestructura pública de apoyo a las faenas de cultivo. Fuente: (<https://www.aqua.cl/>, s.f.).

3.10 Forma de Comercialización

Para las organizaciones de pescadores y pequeños acuicultores la forma de comercializar este recurso es puesto en playa fresco y húmedo para el caso de consumo en el cultivo de abalones, para el caso de la venta a intermediarios el sistema de venta es húmedo / seco, este producto será trasladado a centros de acopio o bodegas para molienda en plantas autorizadas.

3.11 Observaciones y comentarios generales

El desarrollo del cultivo de este recurso requiere primero normas estrictas y mayor fiscalización por parte de la autoridad, respecto a la explotación de praderas naturales, existentes en la zona norte, ya sea en áreas abiertas o en áreas de manejo.

La extracción de este recurso, como también las otras algas pardas presentes en la zona norte, ha tenido un importante crecimiento en los últimos 20 años, lo cual trae consigo una destrucción del hábitat de otras especies, que normalmente comparten el nicho ecológico, ya sea por actividades alimentarias, como también por hábitos reproductivos.

El incremento de los precios de las algas pardas, tanto para alimentación de abalones, como para procesamiento, las potencia como una alternativa real para desarrollar masivamente su repoblamiento y cultivo, tanto en APE como en AMERB.

4 Ficha Técnica de *Pyura chilensis* (piure)

4.1 Denominación

Nombre Común: Piure.

Nombre Científico: *Pyura chilensis*

4.2 Características biológicas

Es una especie de urocordado de la clase Ascidiacea, marino filtrador de color rojo intenso dentro de su cubierta protectora, que vive a menudo en densas agregaciones poblacionales en la zona intermareal y submareal de la costa de Chile y Perú. Estos animales poseen una cubierta dura llamada túnica. Las agrupaciones forman una estructura similar a una roca de la que sólo sobresalen un par de sifones, inhalante y exhalante. *Pyura chilensis* es un hermafrodita simultáneo en el cual las gónadas masculina y femenina forman una sola estructura, posee capacidad para la autofecundación cuando está solitario y la fecundación cruzada como principal estrategia reproductiva cuando están suficientemente cerca (Pérez-Valdés, 2017). La fecundación es externa y conlleva a una larva lecitotófrica del tipo larva de renacuajo. La etapa larval es corta y el asentamiento se produce en sustratos rugosos. Presenta un rápido crecimiento, lográndose en 13 meses un diámetro de la matriz de aproximadamente 21-25cm. (Aquasesorias Ltda., 2015).

Los órganos sexuales del Piure se encuentran al lado derecho e izquierdo de la cara interna del manto, cada gónada consta de una parte central correspondiente al ovario y rodeándolo se encuentran una serie de saculos que corresponden a los testículos (Cea, 1992), cuando ambas gónadas están maduras en el caso del ovario es de color verde oscuro y en el caso de los testículos son de color amarillento lechoso (Guisado, 2017).

El Piure se encuentra en condiciones de desove en todo el año, (Cancino & C. Hernández, 1998) determinaron periodos de máxima madurez en los meses de Abril, Junio y Agosto, ya que esta especie destina mayor energía al desarrollo gonadal en los meses de otoño-invierno y en los meses de verano se encuentran menos desarrolladas las gónadas debido al periodo de desove (Ifop, 2006).

4.3 Ciclo de cultivo

El cultivo de esta especie es incipiente, la información científica es muy escasa, sin embargo, organizaciones de pescadores artesanales con áreas de manejo y acuicultores a pequeña escala están llevando a cabo este cultivo. Si bien a la fecha se tienen registros de iniciativas a nivel piloto para el cultivo de piure, el mayor problema se relaciona con la gran incertidumbre respecto a la obtención de juveniles a través de la colecta de semilla en el medio natural, aunque ya se están realizando esfuerzos por obtener semilla en laboratorio.

4.3.1 Abastecimiento de semilla

El cultivo extensivo del piure se inicia con la captación natural de semilla principalmente en bahías donde se encuentren colonias de esta especie, generalmente esto se da en lugares con estructuras flotantes o suspendidas (anclaje al fondo o sistemas de cultivo suspendido).

El sistema para la instalación de colectores es el long line, son construidos de malla anchovetera o materiales de cultivo de ostiones en mal estado o desechados. La instalación debe hacerse en primavera – verano y deben permanecer entre 45 y 90 días. Posterior a esto pueden ser trasladados a lugares con otras líneas o pueden permanecer en el mismo lugar (Figura 46).



Figura 46. Cuelgas con piure en crecimiento de red anchovetera con semillas. Fuente: (https://www.acuiculturaenareasdemanejo.cl/, s.f.).

4.3.2 Crecimiento y engorda

Los colectores con semilla fijada pueden permanecer en la misma línea hasta su cosecha entre 12 a 14 meses, llegando a formar una cuelga de 20 a 25 centímetros de diámetro. Durante este periodo se debe mantener la línea tensa, limpia y reflatada (Figura 47).



Figura 47. Cuelga con Piure en engorda (a) y en cosecha (b). Fuente: (<http://ictioplanctonenchile.blogspot.com>, 2011), (<https://www.mundoacuicola.cl>, 2019).

4.4 Estructuras de Cultivo

La tecnología de captación de semilla y engorda de individuos recién fijados hasta su etapa adulta, consiste en el cultivo suspendido en el mar en long line (Figura 48).

Se recomienda el uso de cuelgas de 3 x 0,3 metros de red de anchoveta, con una distancia entre cuelgas de 50 cm en lugares protegidos y 1,5 cm en lugares expuestos.

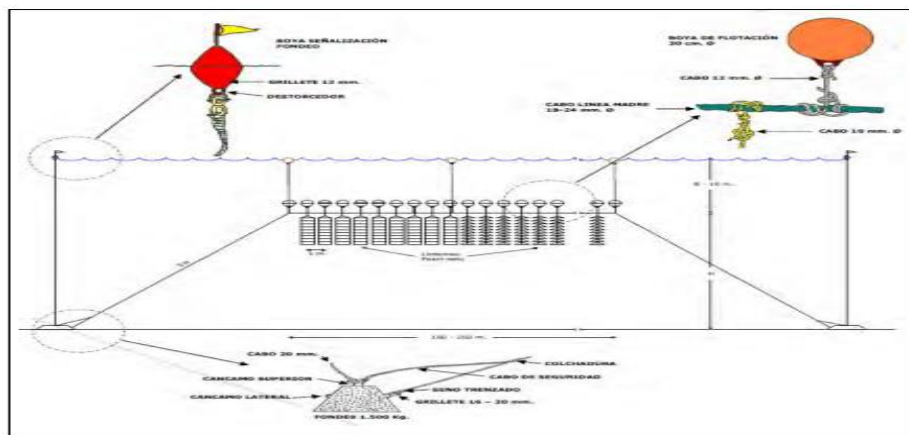


Figura 48. Long line propuesto para cultivo de piure (Guisado, 2017).

4.5 Producción por unidad de cultivo

Para el cultivo de piures en sistema suspendido la unidad productiva será un long line tipo, para este caso las cuelgas con semilla fijada están colgadas en promedio cada 1 metro, (0,5 m lugares protegidos – 1,5 m lugares expuestos), por lo que para una línea tipo de 120 metros útiles de línea madre, se cultivaran 120 cuelgas con piure. Si consideramos que una cuelga a cosecha llega a pesar 64 kilogramos (informa en terreno productor APE Coquimbo) una línea llega a producir 7680 kilogramos (7,68 t).

Por otra parte, en términos de operación y buen manejo de cada línea de cultivo se considera un máximo de 5 líneas por hectárea de superficie.

4.5.1 Caso de acuicultura a pequeña escala

En base a esta información de producción máxima de un long line, la cantidad de líneas por hectáreas y considerando los criterios iniciales (quien lo realiza, producción y superficie) de la propuesta de ley APE se puede estimar la producción y espacio requerido para la implementación de un cultivo APE de *Pyura chilensis*.

Tabla 6. Producción máxima y número de líneas máximo para cumplir con la normativa para acuicultura a pequeña escala según quien la realiza.

Quién lo realiza	Producción máxima	Superficie máxima	Número de Long Line	Producción máxima
Persona Natural, Jurídica O E.I.R.L	Hasta 500 toneladas	10 hectáreas	50	384 toneladas
OPA	Hasta 2.000 toneladas	50 hectáreas	250	1.920 toneladas

4.6 Detalle de operaciones y equipamiento utilizado en el cultivo de piure

4.6.1 Sistema long line para cultivo

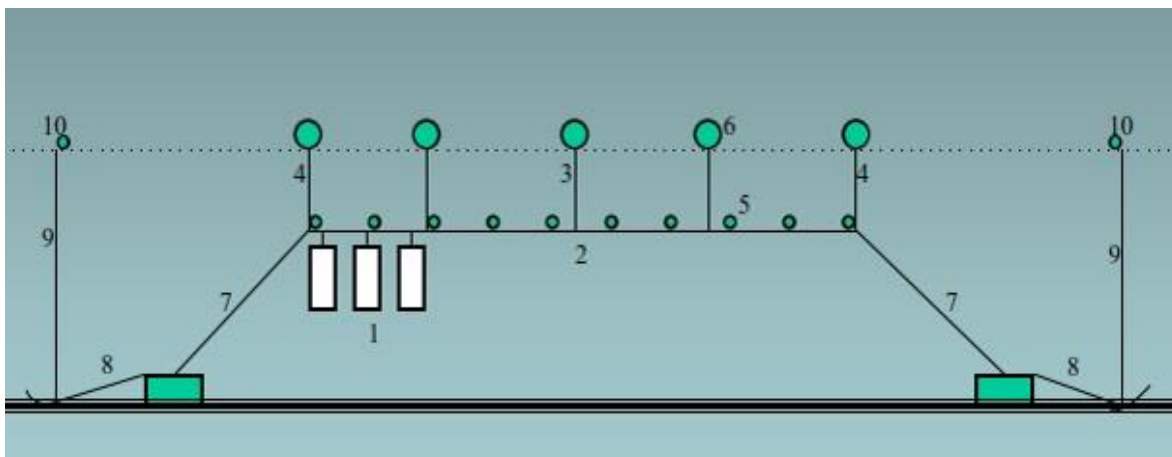


Figura 49. Partes de un long line tipo (Pereira Chávez, 2017).

- 1 Cuelgas con piure fijado
- 2 Línea madre útil
- 3-4 Cordeles demarcación de la línea madre
- 5 Boyas de flotación o sustentación de los sistemas de cultivo
- 6 Boyas de demarcación de la línea madre
- 7 Cordel del viento (3 veces la profundidad promedio)
- 8 Cordel de unión de cadena fondeos
- 9 Cordel de demarcación de fondeo
- 10 Boyas de demarcación de fondeos

4.6.2 Operación de Long line

Consiste en el trabajo de siembras y cosechas de los diferentes sistemas de cultivo en la línea madre, desde una embarcación, además de la mantención de la línea madre (Figura 50).



Figura 50. Operación de long line.

4.6.3 Reflote

Consiste en la instalación de instalación de boyas de sustentación en la línea madre hundida debido al aumento de peso de los sistemas en cultivo ya sea por crecimiento o por fijación de fouling. Esta operación se puede realizar por buceo o mediante embarcación (Figura 51).



Figura 51. Reflote con buzo (www.mundoacuicola.cl, s.f.).

4.6.4 Tensado de un Long line

El tensado se realiza cuando debido al aumento del peso de los sistemas en cultivo, marejadas o a la continua operación (siembra y cosecha) la línea se suelta. La maniobra se realiza con una embarcación, provista de un motor adecuado y permita mover los fondeos de la línea y tensarla (Figura 52).

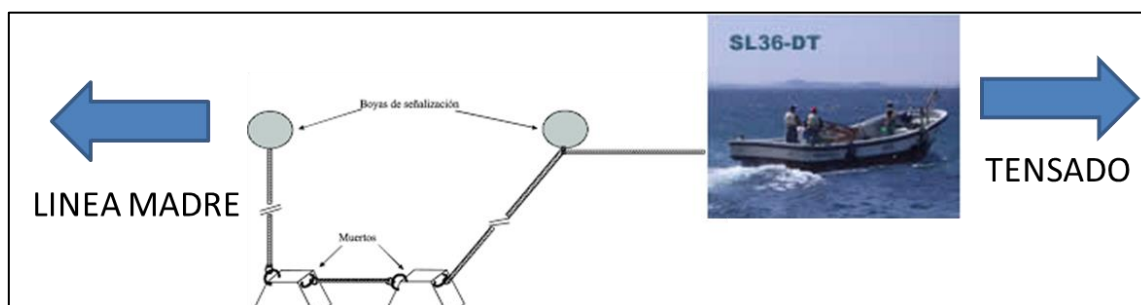


Figura 52. Esquema de maniobra para tensado de líneas de cultivo

(www.gob.pe/fondepes, s.f.).

4.6.5 Embarcación para cultivo

Existen embarcaciones adecuadas y probadas para operar en los long lines. Estas embarcaciones están construidas de fibra de vidrio, tienen base ancha y plana lo que le da estabilidad al levantar la línea y desplazarse en el mar. Los modelos más ocupados son:

- Fibra de vidrio 2,20 metros de manga, 8,0 metros de eslora y 0,5 metros de puntal, este tipo de embarcación está equipada con un motor fuera de borda de 50 HP, que le permite el desplazamiento por la línea madre (Figura 53).
- Fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora, 3,20 metros de manga y 0,5 metros de puntal, este tipo de embarcación están equipadas con un motor de base petrolero de 90 hp, además de una grúa hidráulica con guinche que le permite levantar más de 200 kilogramos (Figura 54).



Figura 53. Embarcación fibra de vidrio de 8 metros de eslora, adecuada para el trabajo de cultivo de piure (www.gob.pe/fondepes, s.f.).



Figura 54. Embarcación de fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora, equipada para trabajos en líneas de cultivo de piure (www.gob.pe/fondepes, s.f.).

4.6.6 Guinche o Virador

Equipamiento importante que se utiliza para levantar o acercar la línea madre a la embarcación para siembra o cosecha, posee estructura externa de fierro galvanizado, cabezal de acero, motor estacionario de 5,5 hp, tiene capacidad de levante de 500 kilogramos y una velocidad de 28 metros por minuto (Figura 55).



Figura 55. Guinche tipo para levante de línea de cultivo. Fuente: (Fotografía Pedro González).

4.6.7 Pescante y araña

Equipamiento fundamental al momento de operar un long line, el pescante es un tubo de fierro galvanizado de 4 mm de espesor con una base para ser instalado en la borda de la embarcación, su función es apoyar el levante de la línea y la instalación sobre los roletes en la borda de la embarcación. La araña es un ancla de 4 punta construida en fierro macizo que permite atrapar la línea madre a la profundidad requerida (Figura 56).

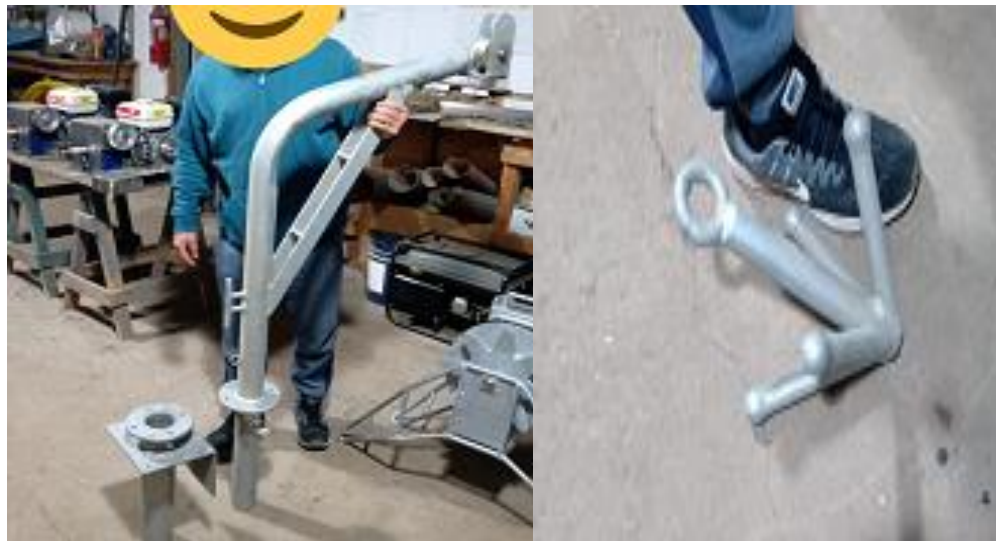


Figura 56. Pescante utilizado para levante de línea madre (a). Araña tipo utilizada para atrapar y levantar la línea madre (b). Fuente: (Fotografía Pedro González).

4.7 Infraestructuras, equipamiento y material de apoyo

El cultivo de piure no requiere mucho equipamiento de apoyo, ya que las cuelgas permanecen desde la siembra a la cosecha en las líneas de cultivo. En tierra el cultivo requiere de una bodega

de acopio de boyas para siembra y reflote, acopio de cuerdas de líneas y de red anchovetera para la construcción de cuelgas.

4.7.1 Infraestructura Portuaria

El cultivo de piure requiere infraestructura portuaria con muelle y sistema de levante o grúa, ya que este cultivo necesita la instalación de líneas, fondeos, boyas y embarcaciones, además que si es necesario requiere poder sacar las cuelgas de piure completas, una vez cosechadas, a tierra (Figura 57).



Figura 57. Infraestructura pública de apoyo a las faenas de cultivo. Fuente:
(<https://www.aqua.cl/>, s.f.).

4.8 Forma de Comercialización

El recurso se comercializa en playa en coipa, también se vende por kilogramo descolpado y ocasionalmente se comercializa a organizaciones de pescadores o pequeños acuicultores en cuelgas con juveniles para engorda.

4.9 Observaciones y comentarios generales

Interesante recurso para cultivar en APE, ya que no requiere mayor inversión, tecnológicamente amigable para organizaciones de pescadores y pequeños acuicultores, sin embargo, falta conocimiento científico para mejorar o asegurar el abastecimiento de semillas y un desafío importante de investigar es la transformación y comercialización de este producto.

5 Ficha Técnica de *Mytilus chilensis* (chorito)

5.1 Denominación

Nombre Común: Chorito

Nombre Científico: *Mytilus chilensis*

5.2 Características biológicas

El chorito, choro, quilmahue o mejillón (*Mytilus chilensis*, Hupe 1854), es una especie de molusco bivalvo filtrador de la familia Mytilidae. El chorito se distribuye en el Pacífico desde Callao (Perú) al canal Beagle (Chile), y en el Atlántico, desde el sur de Brasil hasta las cercanías del canal Beagle, incluyendo también las islas Malvinas. Su distribución batimétrica, va desde el sector rocoso del intermareal hasta los 10 m de profundidad (Osorio, 1979).

Es una especie gonocórica (con sexos separados) con fecundación externa. Al examinar las valvas de carbonato de calcio (CaCO_3) no se observa dimorfismo sexual externo. No obstante al analizar un ejemplar y separar ambas valvas, el macho presenta un aspecto de color amarillento, principalmente de la gónada. En tanto en la hembra, la gónada se caracteriza por un color crema anaranjado. Posee fecundación externa y larva trocófora, la cual posteriormente se transforma en velígera (24-48 h), que se caracteriza por presentar concha y velo con el que se moviliza y mediante el cual captura partículas alimentarias de la columna de agua. Transcurridos 30-40 días en la columna de agua, la larva desciende al bentos y a través de una estructura denominada "pie" genera un elemento de fijación filamentoso llamado biso, con el que se adhiere firmemente al sustrato, donde posteriormente ocurre la metamorfosis, que es un cambio de forma a un "adulto pequeño" llamado juvenil. Los desoves (emisión de sus gametos a la columna de agua) principalmente ocurren en primavera-verano como casi sucede en todos los invertebrados marinos. Sin embargo, recientemente se describió en una población de choritos en la bahía Yal (archipiélago Chiloé) un fuerte desove en enero, pero además desoves entre marzo y junio que coincide con la disminución de las temperaturas del agua. Esta información es importante en el medio acuícola ya que los desoves son los reguladores de la captación de semilla anual, que abastecen los centros de engorda en las diversas empresas mitilicultoras.

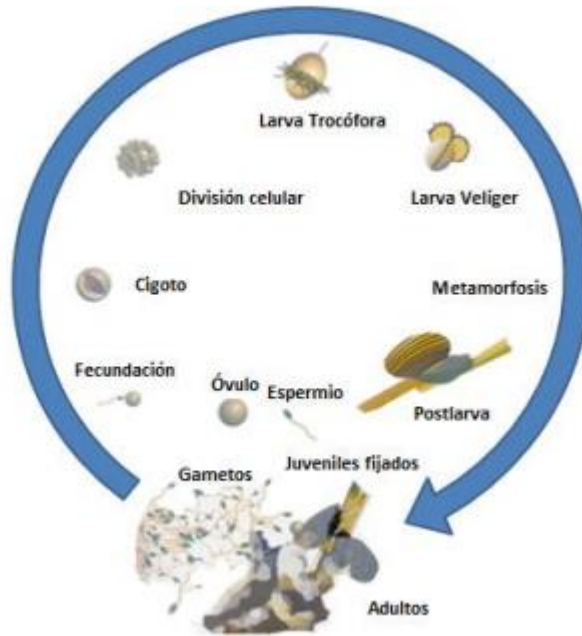


Figura 58. Ciclo de vida de mitílidos (FIPA 2017-23, 2020).

5.3 Ciclo de cultivo

El desarrollo industrial y de APE en cultivo de chorito está dado en el sur de Chile, particularmente en zonas estuarinas de la región de Los Lagos, por lo tanto, su ciclo productivo desde la obtención de semilla hasta su cosecha involucra condiciones dadas en esas latitudes, las cuales no necesariamente se pueden dar en zonas de las regiones de Atacama y Coquimbo.

5.3.1 Abastecimiento de semilla

La cadena productiva del chorito para el sector industrial y de APE involucra la captación de semilla desde el medio ambiente (captación natural) o la producción a través de criaderos (hatchery), siendo la captación de semilla el mecanismo mayormente utilizado. La captación de semillas consiste en aprovechar la oferta ambiental de las zonas donde (durante los meses de verano y otoño) existen elevadas cantidades de larvas en la columna de agua, las que posteriormente se fijan en colectores suspendidos, es decir, en aquellos colectores se produce el asentamiento y metamorfosis, momento en el cual pasan a denominarse como juveniles (semilla que luego es sembrada para el proceso de engorda). Luego, las semillas o juveniles son transportadas hasta concesiones de acuicultura para desarrollar el proceso de engorda hasta alcanzar la talla comercial. En dicho momento el producto de la cosecha se puede procesar en alguna de las cuatro

siguientes líneas de elaboración: congelado, conserva, cocido y enfriado –refrigerado. Siendo la línea de elaboración más utilizada la de congelado y conserva (Figura 59, Figura 60, Figura 61, Figura 62) (FIPA Nº 2015-02, 2015).

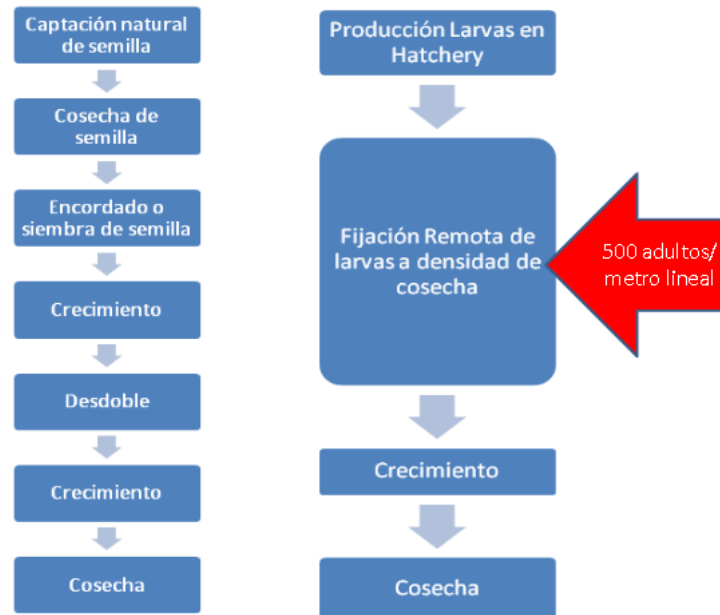


Figura 59. Esquema del ciclo productivo del chorito en el sur de Chile. Fuente: (<http://www.fundacionchinquihue.cl>, s.f.).



Figura 60. Colectores de semilla de chorito en el sur de Chile, contruidos en red anchovetera y malla raschel (Contreras & Godoy, 2021).



Figura 61. Colectores para semilla de chorito instalados en un long line doble en el sur de Chile (Contreras & Godoy, 2021).



Figura 62. Cosecha de semilla de chorito desde long line doble. Fuente: (<https://wikincar.cl>, s.f.).

5.3.2 Encordado de semilla de chorito

Consiste en fijar las semillas a cuerdas elaboradas en material sintético, para tal efecto las semillas son envueltas alrededor de la cuerda con una malla de algodón. A la cuerda se le intersecan palillos para distribuir el peso de la semilla e instala en la columna de agua. La longitud del encordado fluctúa entre 6 y 8 metros. En alrededor de 2 semanas, la red de algodón se ha desintegrado y las semillas se adhieren a la cuerda en forma permanente. Existen diferentes técnicas de encordado, técnica española, técnica francesa y una de cuerda continua (Figura 63, Figura 64).



Figura 63. Técnica de encordado español. Fuente: (<https://wikincar.cl>, s.f.).



Figura 64. Cuelga de semilla de chorito encordada y sembrada en long line. Fuente: (<https://wikincar.cl>, s.f.).

5.3.3 Precultivo

Es la etapa en después del encordado inicial, la semilla se fija a la cuelga y crece suspendido en el long line.

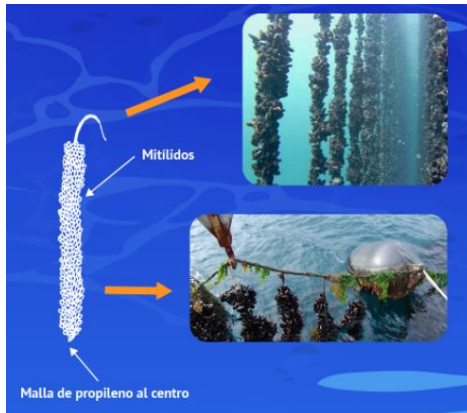


Figura 65. Cuela con semilla de choritos en etapa de crecimiento. Fuente: (<https://wikincar.cl>, s.f.).

En esta etapa después de 4 meses de cultivo se pueden realizar desdobles o raleos, con el fin de homogenizar la talla de los choritos, en este sentido se cosecha la cuela, los choritos se seleccionan por talla y se vuelven a encordar para su crecimiento final y cosecha.

5.3.4 Cosecha

Consiste en sacar los reinales o cuegas con choritos de talla comercial y con el apoyo de equipos de cosecha, sacar los choritos para ser embalados y comercializados.



Figura 66. Cosecha de choritos de manera manual e industrial en cultivo región de Los Lagos. Fuente: (<https://wikincar.cl>, s.f.).

5.3.5 Abastecimiento de semilla para cultivo en zona norte

En caso de desarrollar cultivo de esta especie, en la zona norte, especialmente en la tercera y cuarta región, se debe considerar la adquisición de semilla encordada desde la zona de cultivo en la décima región que cuenten con autorización o sean parte del programa Sanidad de Moluscos bivalvos (PSMB) para iniciar su cultivo desde el crecimiento intermedio, además de obtener las autorizaciones de la autoridad competente.

Esta etapa corresponde a siembra de choritos sobre los 2 centímetros de longitud encordados de cuelga construida en red de pesca de 8 metros de longitud cada una, para ellos se debe considerar un transporte autorizado y aclimatado para el traslado al centro de engorda.



Figura 67. Transporte de cuelgas encordadas con semilla de chorito a centros de engorda (Contreras & Godoy, 2021).

5.3.6 Crecimiento, engorda y estructuras de cultivo

Corresponde a la última etapa del cultivo de choritos o después del desdoble o raleo. Generalmente esta etapa dura 7 y 11 meses. En el ciclo completo, el chorito se mantiene en cuelgas bajo el agua aproximadamente entre 14 a 18 meses hasta alcanzar el tamaño que se requiere para su comercialización (sobre 5,5 cm).

Para el buen desarrollo de este cultivo se requiere un control constante de proceso de cultivo (limpieza) y mortalidad. Las líneas de cultivo serán revisadas mensualmente, sobre y bajo la superficie del agua, a fin de evaluar la condición de crecimiento de los choritos, el estado de las

cuelgas y de las boyas, lo que permitirá determinar también si es o no necesario limpiar las boyas o la línea madre de organismos incrustantes propios del medio como picorocos o algas.

La estructura de cultivo más utilizada en la actualidad en cultivos industriales y en APE son los long line dobles, de esta línea madre se ubican las estructuras en las cuales estarán los ejemplares. Consiste en un cabo de polipropileno o nylon de 12 – 16 mm de diámetro y de 100 – 200 m de longitud. Este cabo se llama línea madre, la cual se mantiene suspendida en la columna de agua por una serie de flotadores que generalmente son de poliestireno expandido (plumavit). Desde los extremos de la línea madre se amarra el fondeo que generalmente es de bloques de concreto (Figura 68).

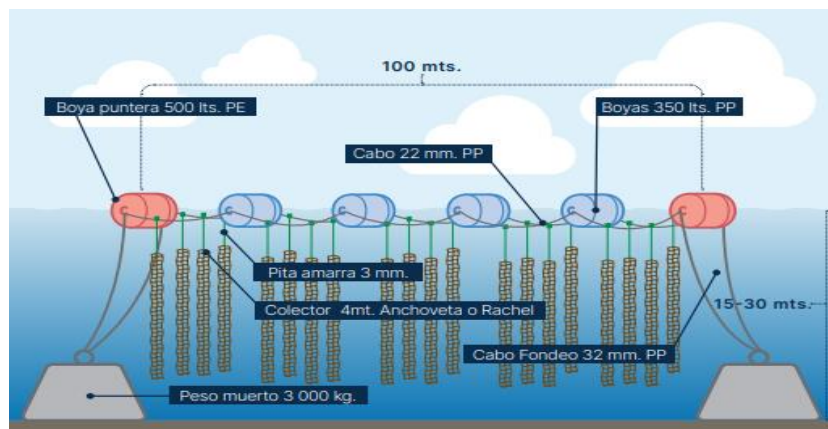


Figura 68. Esquema de un long line doble utilizado en el cultivo de chorito en el sur de Chile (Contreras & Godoy, 2021).

Sin embargo, dadas las condiciones ambientales más adversas en la zona de las regiones de Atacama y Coquimbo, se recomienda el uso de long line simples, los que son utilizados para el cultivo de ostión del norte (Figura 69).

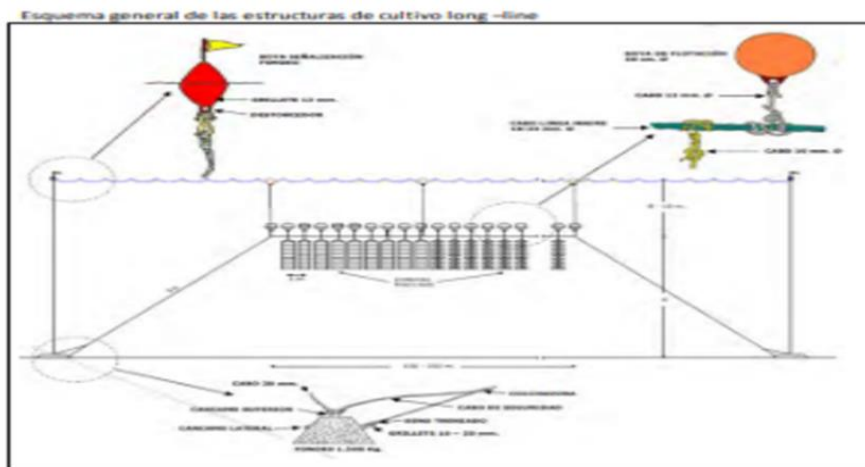


Figura 69. Long line tipo para cultivo de moluscos bivalvos. Fuente: (FIPA N° 2015-02, 2015).

5.4 Producción por unidad de cultivo

La producción de un cultivo extensivo tipo APE va a depender principalmente de factores ambientales y de la técnica utilizada. En el sur de Chile los choritos se siembran en cuelgas de 4m y éstos se cuelgan desde la línea madre separados cada 33cm. Si estimamos un long line de 100m de longitud, se instalan 303 cuelgas y considerando que el rendimiento de una cuerda de 20 kilogramos en condiciones normales, la producción estimada de un long line es de aproximadamente 6.000 kilogramos por año (FIPA N° 2015-02, 2015)

Sin embargo, para el cálculo de producción de una línea de cultivo en las regiones de Atacama y Coquimbo, consideraremos que las cuelgas adquiridas en el sur se instalan cada 1 metro de distancia entre sí, en un long line de 100 metros útiles, se siembran 100 cuelgas y cada cuerda rinde 20 kilogramos, el rendimiento de un long line o unidad de cultivo en la zona norte es de 2.000 kilogramos.

5.5 Caso de acuicultura a pequeña escala

En base a esta información de producción máxima de un long line, la cantidad de líneas por hectáreas y considerando los criterios iniciales (quien lo realiza, producción y superficie) del reglamento APE, se puede estimar la producción y espacio requerido para la implementación de un cultivo APE de choritos en las regiones de Atacama y Coquimbo (Tabla 7).

Tabla 7. Producción y número de líneas máximos para cumplir con la normativa de acuicultura a pequeña escala según quien la realiza.

Quién lo realiza	Producción máxima	Superficie máxima	Número de Long Line	Producción máxima
Persona Natural, Jurídica o E.I.R.L.	Hasta 500 toneladas	10 hectáreas	50	100 toneladas
OPA	Hasta 2.000 toneladas	50 hectáreas	250	500 toneladas

5.6 Estructuras, equipamiento y material de apoyo

En la operación de este cultivo en la zona norte (Atacama y Coquimbo), se utilizaría las mismas estructuras y equipamiento que para el cultivo del ostión del norte.

5.7 Operación de un Long line

Consiste en el trabajo de siembras y cosechas de los diferentes sistemas de cultivo en la línea madre de un long line.

5.7.1 Mantención de un long line

Consiste en las faenas de limpieza, reflote y tensado de la línea madre del long line (Figura 70).



Figura 70. Limpieza de línea madre con embarcación y limpieza con buceo. Fuente: (Fotografía (a) Pedro González, fotografía (b) (www.mundoacuicola.cl, s.f.)).

5.7.2 Reflote

Consiste en la instalación de boyas de sustentación en la línea madre hundida debido al aumento de peso de los sistemas en cultivo (por crecimiento + fouling)

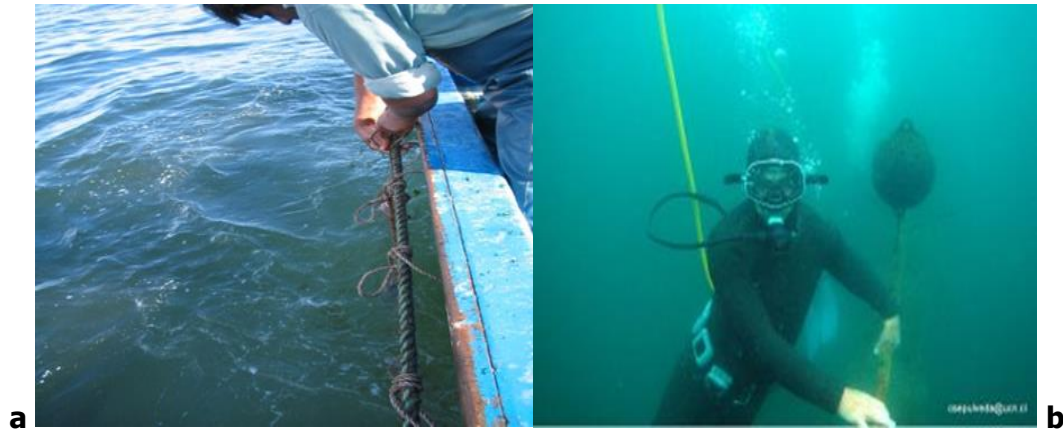


Figura 71. Reflote con embarcación. Fuente: (Fotografía (a) Pedro González) y reflote con buzo (Fotografía (b) (www.mundoacuicola.cl, s.f.)).

5.7.3 Tensado de un long line

El tensado se realiza cuando debido al aumento del peso de los sistemas en cultivo, marejadas o a la continua operación (siembra y cosecha) la línea se suelta. La maniobra se realiza con una embarcación con motor adecuado que permita mover los fondos de la línea y tensarlas.

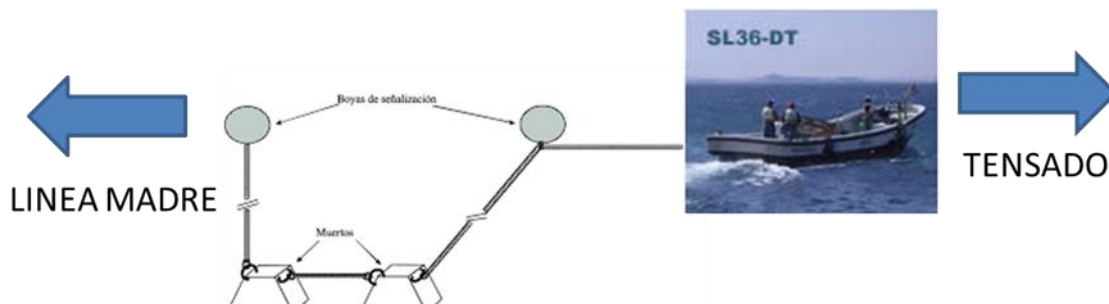


Figura 72. Esquema de maniobra para tensado de líneas de cultivo. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).

5.8 Equipamiento de apoyo para operar en un long line

5.8.1 Embarcación adecuada

Existen embarcaciones adecuadas y probadas para operar en los long line, especialmente en el cultivo de ostiones. Estas embarcaciones están construidas de fibra de vidrio, tienen base ancha y plana lo que le da estabilidad al levantar la línea y desplazarse en el mar. Los modelos más ocupados son:

- Fibra de vidrio 2,20 metros de manga, 8,0 metros de eslora y 0,5 metros de puntal, este tipo de embarcación está equipada con un motor fuera de borda de 50 HP, que le permite el desplazamiento por la línea madre.



Figura 73. Embarcación fibra de vidrio de 8 metros de eslora adecuada para el trabajo de cultivo de ostión del norte. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).

- Fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora, 3,20 metros de manga y 0,5 metros de puntal, este tipo de embarcación están equipadas con un motor de base petrolero de 90 hp, además de una grúa hidráulica con guinche que le permite levantar más de 200 kilogramos.



Figura 74. Embarcación de fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora equipada para trabajos en líneas de cultivo de ostión del norte. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).

5.8.2 Guinche o Virador

Equipamiento importante que se utiliza para levantar o acercar la línea madre a la embarcación para siembra o cosecha, posee estructura externa de fierro galvanizado, cabezal de acero, motor estacionario de 5,5 hp, tiene capacidad de levante de 500 kilogramos y una velocidad de 28 metros por minuto.



Figura 75. Guinche tipo para levante de línea de cultivo. Fuente: (Fotografía Pedro González).

5.8.3 Pescante y araña

Equipamiento fundamental al momento de operar un long line, el pescante es un tubo de fierro galvanizado de 4 mm de espesor con una base para ser instalado en la borda de la embarcación, su función es apoyar el levante de la línea y la instalación sobre los roletes en la borda de la embarcación. La araña es un ancla de 4 punta construida en fierro macizo que permite atrapar la línea madre a la profundidad requerida.



Figura 76. Pescante utilizado para levante de línea madre. Fuente: (Fotografía Pedro González).



Figura 77. Araña tipo utilizada para atrapar y levantar la línea madre. Fuente: (Fotografía Pedro González).

5.8.4 Roletes

Estructura de fierro galvanizado que permite sostener la línea madre junto a la embarcación, tiene un eje central con una estrella que gira en la medida que la embarcación avanza en la línea y 2 brazos que permite que la embarcación no opere sobre la línea sino paralela a ella.



Figura 78. Rolete tipo utilizado para sujetar y recorrer la línea madre al borde de la embarcación. Fuente: (Fotografía Pedro González).

5.8.5 Infraestructura de apoyo en mar

La estructura de apoyo en el mar que requiere un cultivo va a depender del volumen de ejemplares que se cultive, los operarios necesarios para llevar a cabo el trabajo y de los volúmenes de materiales y personas que se requiera movilizar en el mar (Figura 79, Figura 80).



**Figura 79. Embarcaciones menores para el cultivo de volúmenes pequeños de choritos.
(Contreras & Godoy, 2021).**



**Figura 80. Plataforma de trabajo para el cultivo de choritos en volúmenes mayores
(Contreras & Godoy, 2021).**

5.9 Forma de Comercialización

Para las organizaciones de pescadores y pequeños acuicultores la forma de comercializar este recurso es venta directa a público, por kilogramo puesto en playa y fresco por kilogramo en sacos a intermediarios (Figura 81).



Figura 81. Traslado de sacos de choritos para su comercialización. Fuente:
(<https://www.aqua.cl/>, s.f.).

5.10 Observaciones y comentarios generales

El desarrollo de este cultivo ha sido muy importante en los últimos 10 años en la zona sur de nuestro país, especialmente en la décima región, donde el proceso se ha industrializado a gran escala, llegando a más de 399 mil toneladas el año 2020, provenientes principalmente de la industria, no teniendo cosechas desde otras regiones de nuestro país (SERNAPESCA, 2020).

Mytilus chilensis, como recurso habita prácticamente todo el país, sin embargo el desarrollo de su cultivo se realiza o se concentra en la región de Los Lagos, no obstante, existen iniciativas para llevar a cabo este cultivo en la zona centro norte (regiones Atacama y Coquimbo) por parte de algunas organizaciones de pescadores artesanales, que tienen iniciativas de cultivar en áreas de manejo, sin embargo en el caso que se autorizara este tipo de cultivo, los recursos deben provenir de zonas con certificación de inocuidad o que estén participando de programas de sanidad de moluscos bivalvos (PSMB), ya que podrían traer o trasladar toxinas que afectaría tanto a la salud humana, como a otros recursos naturales o de cultivo en la zona.

Finalmente, podemos argumentar que las condiciones ambientales, en términos de temperatura, salinidad, corrientes, vientos predominantes en estas regiones, muy distinto a la zona desde donde originalmente proviene, podrían no favorecer el crecimiento y engorda de este recurso o tener una alta mortalidad en el cultivo, lo que afectaría su rentabilidad.

6 Ficha Técnica de *Haliotis rufescens* (abalón rojo o californiano)

6.1 Denominación

Nombre Común: Abalón rojo o californiano

Nombre Científico: *Haliotis rufescens*

6.2 Características biológicas

El abalón es un molusco gasterópodo (caracoles marinos), que se caracteriza por tener una concha en forma de oreja, generalmente ovalada y con la superficie externa convexa y rugosa, arqueada en la región posterior y aplanada en la anterior, con una serie de perforaciones u orificios alineados sobre la región correspondiente a la cavidad respiratoria; el primero de ellos es el más grande (Figura 82).



Figura 82. Abalón rojo adulto (*Haliotis rufescens*).

El abalón rojo es la especie que presenta la concha más grande en estado adulto (25 a 27 cm de longitud), y una concha gruesa y ovalada, siendo común de 15 a 20 cm. Su tamaño comercial fluctúa entre los 8 a 10 cm. La cara externa es de color rojizo, color que puede ser enmascarado por organismos incrustantes, y la parte interna iridiscente. Su hábitat es la zona intermareal y submareal, hasta los 20 m de profundidad.

En los abalones los sexos están separados y la producción de las células reproductoras está regulada principalmente, por el grado de madurez de las gónadas y la temperatura del medio ambiente. Las gónadas de las hembras son verdes y la de los machos son de color amarillo; los productos sexuales son descargados por una serie de contracciones musculares y expulsados a través de los orificios de la concha para quedar libres en el agua del mar, donde los óvulos y espermatozoides se unen para la fecundación. La época de reproducción cambia de acuerdo con la especie, geografía y las características fisicoquímicas del medio. En algunos lugares se presenta entre julio y septiembre, mientras que otras áreas desovan de febrero a abril. En el caso particular del *Haliotis rufescens*, los desoves pueden ocurrir durante todo el año (Rojas, 2012).

6.3 Distribución

El abalón rojo silvestre se distribuye en el Océano Pacífico, en aguas frías, generalmente, del orden de 1 a 18°C, con salinidades de 34 a 36‰ en costas rocosas con fuerte acción de mareas y oleaje; también se encuentran en ensenadas y bahías protegidas durante la época de reproducción. De acuerdo con la edad, su localización cambia, ya que los adultos viven sobre las rocas, en tanto que los juveniles se adhieren debajo de éstas o bien se refugian en huecos. Aparentemente la distribución de estos animales está determinada por el tipo de sustrato, disponibilidad de alimento, época de reproducción, profundidad y posibilidades de protección. Las otras especies de abalón se han reportados en la costa oeste de Canadá, Estados Unidos y México, desde Alaska y las islas Aleutianas hasta Baja California; en las costas de Japón; costas de Francia, España, Italia, Yugoslavia, Grecia, Siria y Egipto en el Mediterráneo; Atlántico noroeste al norte de Francia, así como en las costas de Brasil.

6.4 Cultivo de abalón en Chile

En la actualidad se cultivan dos especies de abalón en Chile: *Haliotis rufescens* (abalón rojo o californiano) y *Haliotis discus hannai* (abalón verde o enzo awabi). El abalón rojo se cultiva principalmente desde la región de Atacama a la región de los Lagos, mientras que el abalón verde se cultiva desde la región de Atacama hasta la región de Valparaíso.

6.4.1 Ciclo de cultivo

El abalón rojo tiene un ciclo reproductivo de 3 a 4 años y su ritmo de crecimiento en la zona de Chiloé fluctúa entre 1,8 mm/mes y 2 mm/mes. En la región de Atacama, Coquimbo y Valparaíso el periodo de crecimiento se prolonga más debido a la mayor temperatura (Flores & Aguilar,

2003) (Crisóstomo, 2008). Las etapas de cultivo para este recurso son cuatro, las que se detallan a continuación:

6.4.1.1 Producción de semillas

El cultivo de abalón comienza con la obtención de semillas, siendo esta etapa la más importante y crítica para la operación de un centro de cultivo. Algunas empresas se han especializado y proveen de semillas a las otras empresas las cuales las compran con una talla promedio de 20 mm de longitud.

Esta etapa comprende una serie de subetapas, tales como:

- Acondicionamiento de productores.
- Inducción al desove.
- Desove.
- Fertilización artificial. Óvulos fertilizados.
- Larvas. Desarrollo larval.
- Fijación o post-larva.

6.4.1.2 Pre-engorda

Esta etapa es el nexo entre el “destete” o desfijación de placas y la engorda. Habitualmente, esta etapa de cultivo se lleva a cabo en estanques de cultivo de juveniles, el cual comprende desde la talla inicial de 20 mm hasta 50 mm de longitud. En esta etapa, al igual que la etapa de engorda, los estanques son similares y el cultivo se caracteriza por un suministro de agua con abundante flujo. La cantidad de alimento (macroalgas) que consumen, representa alrededor del 10% diario del peso corporal, por lo que es necesario agregar a los estanques 15% del alga fresca diariamente. En ocasiones se suministra alimento formulado (pellet), el cual corresponde a un suministro de 1 a 3% del peso corporal diario. En estas condiciones, los abalones alcanzan su talla comercial en 3 años.

6.4.1.3 Engorda

En esta etapa los abalones están acondicionados, por el desarrollo de su rádula, a la alimentación intensiva de macroalgas o alimento artificial, por lo que esta es la etapa de mayor crecimiento en tallas y en peso. Sus tallas fluctúan entre 50 mm hasta la talla comercial de 80 mm. El sistema de cultivo se realiza en Chile en estanques en tierra en la zona norte y en canastos o tambores en el

mar, en la zona sur (región de Los Lagos). En la engorda en tierra, los estanques son de cemento o de fibra de vidrio; la mejor manera de asegurarse de un buen flujo de agua es bombeando agua de mar a tierra; además en estos estanques debe existir un sustrato donde se adosen y protejan los abalones. Actualmente se utilizan distintos tipos de refugios como: placas revestidas de concreto, placas de plástico, PVC y placas de fibra de vidrio. Los materiales más adecuados para usar dentro del estanque son placas de plástico. El propósito de los refugios es ofrecer la máxima superficie donde los abalones se puedan desarrollar, pero a su vez, que permitan un máximo flujo de agua. El alimento es agregado dos veces por semana, en estos sistemas, requiere limpieza periódica y dependiendo del alimento usado y la temperatura, esta limpieza puede ser una vez por semana o hasta solamente una vez por mes. La otra manera de cultivar los abalones es en el mar, en jaulas. El movimiento natural del mar remueve los desechos y provee la alimentación. La elección del sitio es vital (lugar protegido de tormentas para poder trabajar a través del año, pero con fuerte corriente para una efectiva circulación dentro del contenedor o jaula). La mayoría de los cultivos en la zona sur de Chile utilizan sistemas suspendidos, long line en donde se le cuelgan jaulas, tambores u otros sistemas. Estas dos últimas etapas, pre-engorda y engorda, están a cargo de empresas que compran estas semillas o las que tienen integración vertical, en donde la engorda puede ser en tierra, en el mar o utilizar una combinación de éstos (Figura 83 y Figura 84).



Figura 83. Cultivo de abalón en tierra, en el norte de Chile.



Figura 84. Cultivo de abalón en el mar, en el sur de Chile.

6.5 Consideraciones técnicas

6.5.1 Alimentación

El abalón necesita alimento para dos funciones vitales: proporcionar energía para el movimiento y proporcionar los suministros básicos para el crecimiento. Si ambas funciones no son satisfechas de manera óptima, el abalón tendrá un crecimiento bastante lento, lo que incide directamente en los costos por concepto de alimentación en un centro de cultivo (Viana, 2002) (Fleming & Barneveld, 1996).

Para lograr suplir estos requerimientos, el abalón varía su dieta según las diferentes etapas de su desarrollo. En los primeros estadios de vida, la larva de abalón es parte del plancton, y no necesitan comer. La larva después de un tiempo se fija al suelo marino y comienza su alimentación exógena. En la siguiente etapa, las postlarvas utilizan su pequeña rádula para raspar microalgas y bacterias que crecen en la superficie de las rocas donde se asienta.

Cuando los abalones crecen y llegan a su etapa adulta, su alimento cambia a macroalgas. Estas pueden estar flotando o adheridas a las rocas. Estos comen varios tipos de algas, sin embargo, tienen preferencias como grupo, comúnmente por las algas pardas, toleran las rodófitas y solo aceptan en contadas ocasiones las algas clorófitas. Esta preferencia alimentaria depende principalmente de la atracción química entre las algas y el abalón, aunque la textura y la dureza pueden generar un factor importante (Fleming & Barneveld, 1996)

(Corazani & Illanes, 1998), identificaron tres factores que afectan a la selección de algas naturales por abalones: (1) los metabolitos químicos presentes en el alga, (2) la morfología del alga, refiriéndose a la dureza del alga, y (3) los valores nutritivos del alga, relativo a su contribución al organismo en etapas de desarrollo.

Existen dos productos derivados de algas para la alimentación de abalones, en diferentes presentaciones; uno de ellos son las algas frescas, congeladas o deshidratadas, utilizadas en Asia y el otro, alimento artificial utilizado en Australia, Sudáfrica y en cultivos en Chile, México y Estados Unidos (Crisóstomo, 2008).

6.5.2 Hábitos de alimentación

Los abalones viven adheridos al fondo, en el caso de los estanques de cultivo, se adosan a las paredes de éstos y para aumentar el área de superficie se utilizan refugios. Para la alimentación son capaces de tomar las algas que se encuentran en el medio, levantando su cuerpo sin desprenderlo de la superficie, sujetando las algas con el manto y aprisionándolo contra el sustrato, preferentemente durante la noche, posición en la que pueden permanecer durante horas mientras se alimentan (Viana, 2002).

Esta especie es cultivada en sus países de origen: Japón, China y Corea del Sur, siendo introducida de manera exitosa en países como Francia, Inglaterra, Marruecos, México y Estados Unidos, entre otros (Figura 85), ubicándose preferentemente en bahías, estuarios y lagunas de aguas marinas (Durazo, 2001) .

6.5.3 Consumo

La cantidad ideal suministrada a los abalones es lo que puedan comer, ni más ni menos. Si se les entrega menos existirá un crecimiento más lento, si se entrega más el alimento se desperdicia y comprometemos la calidad del agua, pero de acuerdo a la experiencia se debe de alimentar con por lo menos 10% de su biomasa diaria en la zona norte, lo que cambia según temperatura y condición que tengan los abalones en el tanque.

Hoy en día, "la mejor manera de determinar si los abalones están comiendo lo suficiente es ofrecer un abundante alimento y luego reducir la cantidad ofertada hasta que no exista alimento no consumido" (Crisóstomo, 2008).

6.6 Factores que controlan el crecimiento y sobrevivencia del abalón rojo durante el cultivo

Para un exitoso ciclo productivo de los abalones, se deben tener en cuenta los factores que influyen directamente con su crecimiento y sobrevivencia, vale decir, nutrición y alimentación, enfermedades y oxigenación (Godoy, 2002).

6.6.1 Nutrición y alimentación

Los abalones tienen hábitos nocturnos, alimentándose desde el atardecer hasta el anochecer; sin embargo, esta especie es capaz de sobrevivir a largos periodos de inanición, utilizando el tejido proteico como fuente energética para cubrir sus requerimientos de energía basal, mientras que los lípidos no son utilizados y utiliza bacteria para hacer más eficiente su fisiología digestiva (Viana, 2002). Posee un sistema de digestión eficiente para degradar carbohidratos como celulosa, agar, alginato, cartagenino y almidón, la ayuda de bacterias digestivas, las cuales posiblemente incluso, las utilice como fuentes de nutrientes (Viana, 2002).

6.6.1.1 Larvas y postlarvas

Las larvas son lecitotróficas, es decir, no requieren de alimentación directa, pero es sumamente importante la cantidad y el tipo de materia orgánica disuelta, ya que se ha comprobado que existe absorción de importantes nutrientes a través del tejido, como aminoácidos y carbohidratos solubles (Viana, 2002). En seguida, las postlarvas se alimentan activamente de diatomeas bentónicas, cuya presencia tanto en cantidad como en calidad limita el crecimiento, además de la densidad de los organismos en cultivo (Viana, 2002). Este periodo en el desarrollo de los abalones, puede llegar a ser costoso, ya que dependerá de la alta producción de diatomeas para no tener altas tasas de mortalidad durante 6-7 meses, hasta que estos sean transferidos a la alimentación de macroalgas o dietas balanceadas. A esta edad las postlarvas deberán llegar a una talla de 6-8 mm, cuando la rádula raspadora ha adquirido una cierta dureza para raspar el alimento natural o balanceado.

6.6.1.2 Juveniles y engorda

En este periodo, cuando los abalones alcanza una talla de 10 mm, comienza a consumir diariamente macroalgas (alimento natural) en el orden de 10-30% de su peso corporal, dietas balanceadas (alimento artificial) y/o una mezcla de éstas.

El alto contenido de alimentación es debido al alto contenido de agua y relativamente bajo contenido de proteínas en las algas. Así los abalones requieren grandes cantidades de algas frescas, principalmente algas laminariales (Corazani & Illanes, 1998).

Los requerimientos nutricionales de esta especie obedecen al orden de 35-43% de proteínas, 40-50% de carbohidratos y 4-5% de lípidos. Si se suministra mayor cantidad de lípidos y carbohidratos estos afectan negativamente al crecimiento del abalón (Fleming & Barneveld, 1996).

6.6.2 Enfermedades

6.6.2.1 Síndrome de marchitamiento o deshidratación

El agente causal es un nuevo género y una nueva especie de un procariota intracelular, en el epitelio del tracto digestivo, que ha sido identificada como *Candidatos xenohaliotis californiensis*. Estas bacterias infectan a las células epiteliales del tracto digestivo que provoca la atrofia de los divertículos digestivos y que resulta en una pérdida en la capacidad de absorción del alimento y por lo tanto en la inanición del abalón. Es una enfermedad que afecta a todas las tallas del abalón y causa letargo, retracción de los tejidos viscerales y atrofia del músculo del pie (por lo tanto, reduce la capacidad del abalón para adherirse a un sustrato), además es letal, provocando mortalidades entre 1 y 10% (Godoy, 2002). El incremento en la temperatura acelera la enfermedad y disminuye su sobrevivencia. En temperaturas de 18 a 20°C, la muerte ocurre usualmente al mes de que se presentan los síntomas clínicos.

6.6.2.2 Vibriosis

También se le conoce como necrosis bacilar o necrosis larval. Es una enfermedad que se presenta en los estadios larvales de la mayoría, si no es que, en todos, los cultivos de moluscos.

La vibriosis es una enfermedad causada por patógenos oportunistas en las granjas de cultivo intensivo de moluscos. Se asocian a *Vibrio tubiashi*, *Vibrio anguillarum*, *Vibrio splendidus*, *Vibrio alginolyticus* y otros *Vibrio* spp.

La manifestación de la enfermedad se presenta como una infección sistémica en los tejidos blandos de semillas y larvas que resulta posteriormente en una necrosis del tejido. Las larvas enfermas presentan un rompimiento del velo y un nado anormalmente cercano al fondo del

estanque de cultivo. El rompimiento del velo permite un crecimiento bacteriano a lo largo de la superficie interna de la concha hasta el manto, reduciendo la actividad metabólica en general y la alimentación. Esta enfermedad produce una mortalidad hasta un 80% (Godoy, 2002) .

La vibriosis puede, aparentemente, presentarse en cualquier proceso del cultivo y se asocia su presencia a un inapropiado manejo del cultivo. Esta enfermedad al igual que el síndrome de marchitamiento son enfermedades bacterianas.

6.6.2.3 Labyrinthuloides

Esta enfermedad es conocida como Labyrinthuloides y se hospeda tanto en juveniles de *Haliotis rufescens* como también en *H. kamtschatkana*. Es producida por el agente *Labyrinthuloides haliotidis* (Cáceres & Vásquez, 2003).

6.6.2.4 Coccidiosis

Infecta principalmente al abalón rojo (*Haliotis rufescens*), aunque otras especies de coccidios se han reportado para moluscos bivalvos (ostiones, mejillones y almejas). El agente causal es Margolisiella (*Pseudoklossia haliotis*) (Cáceres & Vásquez, 2003).

Este protozooario se encuentra alojado en los riñones del abalón. Puede causar hipertrofia de las células renales, aunque no se ha asociado con mortalidades en el abalón, aun cuando inicialmente, se pensó que este microorganismo pudiese ser el causante del Síndrome de Deshidratación.

6.6.2.5 Enfermedad producida por metazoos

En el informe final "Estatus sanitario de los moluscos de cultivo en relación a las enfermedades de alto riesgo" (FIPA 2003-27, 2003), se indica que *Polydora* sp. se encuentra restringida a la concha de *H. rufescens*, aisladas de las partes blandas, además bajo un examen microscópico de las conchas reveló la presencia de numerosas perforaciones simples concentradas principalmente sobre la región central del molusco (Figura 85).

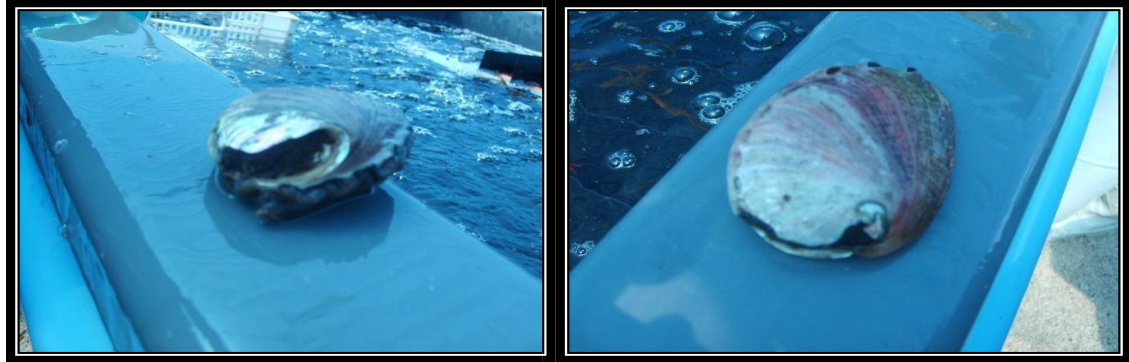


Figura 85. Ejemplares de abalones con *Polydora sp.*

6.6.2.6 Otras enfermedades no infecciosas

Dentro de las enfermedades no infecciosas, se tiene:

- El abultamiento de la glándula digestiva o "bloat", causada por un disturbio de la flora intestinal debido a un rápido destete, (Godoy, 2002) provoca deformaciones de la concha. Produce mortalidades del orden de 3-4%.
- Las conchas abiertas ("split") causada por una mala absorción de calcio y otros minerales. Tiene una prevalencia de 3-20%.
- El síndrome de mortalidad aguda que afecta a semillas de abalón rojo, cabe destacar que ésta no se encuentra en estudio.

6.6.3 Oxigenación

Es importante el análisis de este factor en los cultivos de abalón, ya que será determinante en el rendimiento de la producción. La falta de suficiente oxígeno disuelto en el agua afecta considerablemente el cultivo intensivo de abalón, en contraste con una sobresaturación, la cual puede llegar a niveles letales.

Con niveles de oxígeno entre 0,5 y 2,0 mg/l los abalones pueden presentar un comportamiento anormal e incluso niveles de stress. Es por esto que se recomienda trabajar con niveles de oxígeno entre 5-6 mg/l a un nivel de saturación de 80% de acuerdo a la tasa de consumo de oxígeno para esta especie a una temperatura de 20°C (Hahn, 1989)

6.7 Escalamiento APE o AAMERB

Para el caso de esta especie, si bien existen empresas que desarrollan la actividad en las regiones de Coquimbo y Atacama, se presenta un escenario complejo para la implementación de los sistemas de cultivo existente para pequeña escala, dentro de las razones observadas podríamos incluir las siguientes:

6.7.1 Cultivo en el mar

- Al igual que la ostra japonesa, es una especie exótica, por tanto, deberá remitirse al volumen de 100.000 unidades como máximo por área de cultivo o en su defecto someterse a los Programas de Vigilancia Activa (PVA), los cuales son de altísimo costo.
- Se debe realizar en balsas Jaulas o sistema de long line, para lo cual requiere zonas con alta protección a los vientos.
- Existe una normativa bastante compleja con relación al cultivo de abalones en el mar, sobre todo con temas ligados a su capacidad de reproducirse.
- Debe asegurar el abastecimiento de semilla o ser capaz de implementar su propio centro de producción, lo cual implica una inversión adicional.
- Requiere una alimentación constante, lo cual implica alta demanda por alimento, ya sea natural o artificial, mano de obra especializada y una buena logística de operación.

6.7.2 Cultivo en tierra

- Se requiere un alto nivel de inversión en tecnología.
- Se debe elegir un lugar adecuado que disponga de al menos energía eléctrica y accesos para vehículos.
- Requiere una alimentación constante, lo cual implica alta demanda por alimento, ya sea natural o artificial, mano de obra especializada y una buena logística de operación.
- Debe asegurar el abastecimiento de semilla o ser capaz de implementar su propio centro de producción, lo cual implica una inversión adicional.

7 Ficha Técnica de *Crassostrea gigas* (ostra del pacifico o japonesa).

7.1 Especie

Nombre Común: ostra del pacifico o japonesa

Nombre Científico: *Crassostrea gigas*

7.2 Características biológicas

La ostra japonesa u ostra del Pacífico, como la mayoría de los moluscos, presenta el cuerpo irregular, protegido externamente por una concha, conformada por dos valvas alargadas: la valva superior o derecha, que es plana, y la valva inferior o izquierda, que es levemente cóncava, por la que se fija al sustrato (Figura 86). Estas conchas son gruesas y rugosas. La unión entre las dos valvas es hecha con el auxilio del músculo aductor y también a través de un ligamento situado en la región posterior. Los anillos de crecimiento son escamosos y los bordes de las valvas son más frágiles. El músculo aductor central controla el grado de apertura de las valvas, la masa corporal contiene al estómago, que presenta un color pardo oscuro, y las branquias están constituidas por cuatro láminas filamentosas que ejercen una acción filtradora y selectora del alimento. Las gónadas se extienden por toda la superficie de la parte blanda y son de color crema claro; no se aprecian diferencias sexuales, pero sí presentan sexo (FAO, 2005).

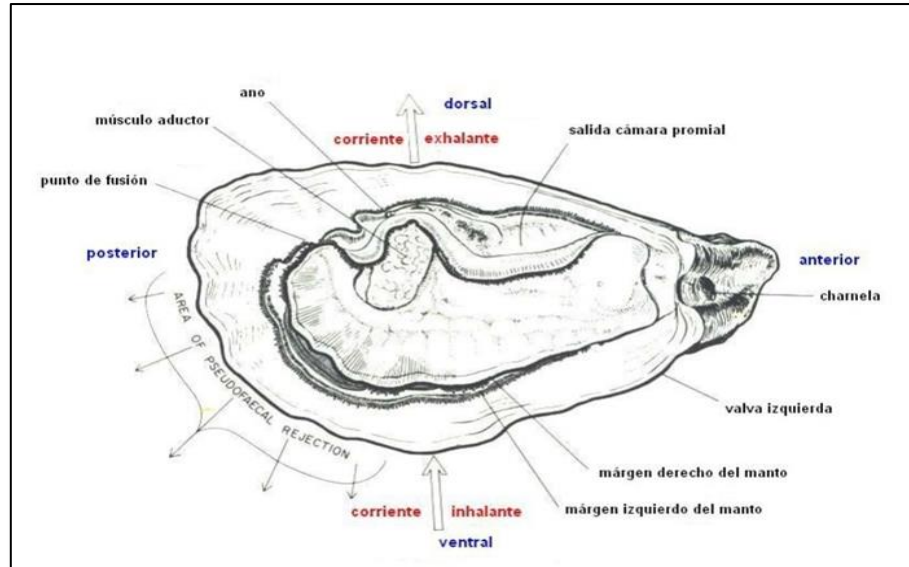


Figura 86. Fisiología de una ostra japonesa (Pereira Chavez, 2017).

La ostra japonesa en ambiente natural lleva una vida sedentaria adherida a rocas, desechos y conchas desde la zona intermareal más profunda hasta profundidades de 40 m; sin embargo, también puede encontrarse en fondos arenosos y lodosos, donde su rango de salinidad óptimo es de 2,0 y 2,5%, aunque también pueden existir salinidades inferiores a 1,0% y superiores a 3,5%, en donde no es probable que crezcan. En cuanto a la tolerancia de temperatura, se produce en un amplio rango, que va desde los -1,8 a los 35°C (FAO, 2005). Una característica importante de la ostra japonesa es ser hermafrodita protándrico (es decir, que es macho y hembra por turno, a medida que va creciendo), madurando comúnmente primero como machos. Esta característica depende de la disponibilidad alimenticia en el medio ambiente; en ambientes con mayor disponibilidad de alimentos, en estado adulto las hembras son las que predominan, en cambio a una menor disponibilidad del alimento, sucede lo contrario. Debido a esta particular característica, en condiciones de hacinamiento el alimento escasea, lo que hará que las ostras machos se transformen en hembras (Figura 87. Ciclo de reproducción de la ostra japonesa en un ambiente controlado (Vásquez et al (2007) en). El proceso de gametogénesis comienza alrededor de los 10° C y en salinidades de entre 1,5 y 3,2% y en ocasiones muy especiales sucede en salinidades mayores, el desove a diferencia sucede en temperaturas superiores a los 20°C y raramente entre los 15 y 18°C (FAO, 2005).

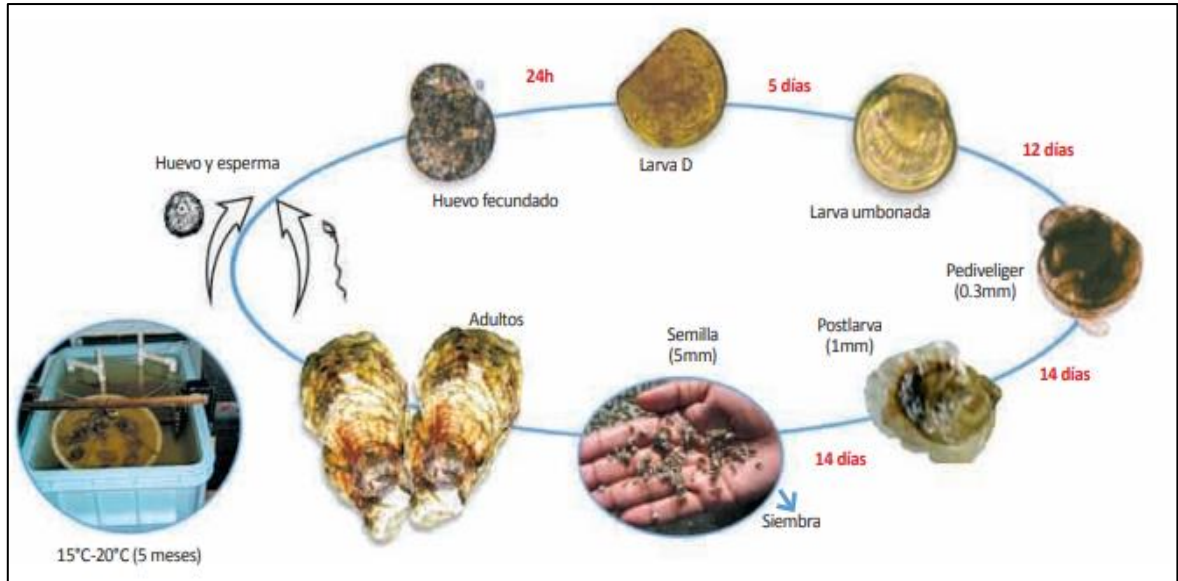


Figura 87. Ciclo de reproducción de la ostra japonesa en un ambiente controlado (Vásquez et al (2007) en (Robledo, 2018)).

7.3 Ciclo de cultivo

Esta especie es cultivada en sus países de origen: Japón, China y Corea del Sur, siendo introducida de manera exitosa en países como Francia, Inglaterra, Marruecos, México y Estados Unidos, entre otros (Figura 88), ubicándose preferentemente en bahías, estuarios y lagunas de aguas marinas (FAO, 2005).



Figura 88. Principales países productores de *Crassostrea gigas* (FAO, 2005).

Existen diferentes y diversas técnicas de cultivo de ostras, dentro de ellas destacan el sistema de cultivo intermareal, quedando fuera del agua durante las mareas bajas; sistemas de cultivo suspendido, líneas superficiales, y long line subsuperficial (Figura 89).

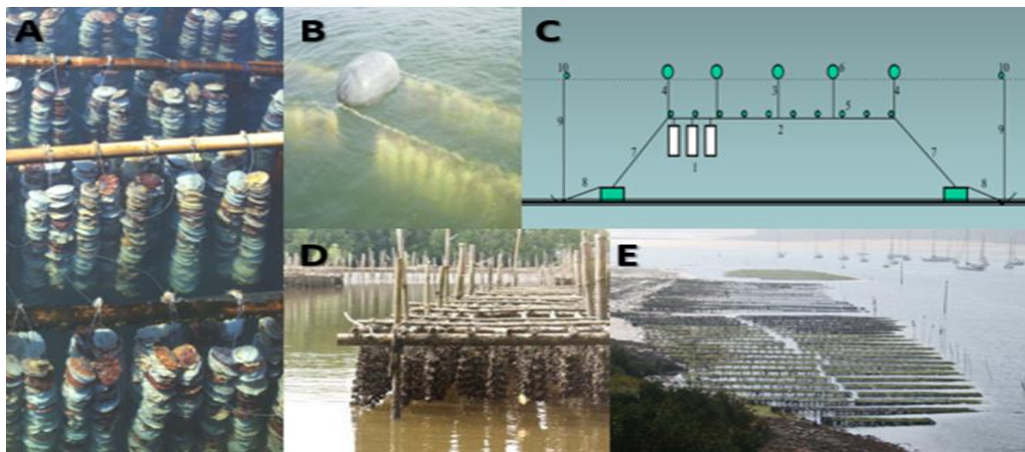


Figura 89. Técnicas de cultivo de ostras A: Sistema de cultivo en balsas, B: Sistema de cultivo long line superficial, C: Esquema long line subsuperficial (1 sistemas de cultivo 2 línea madre, 3-4 cabo demarcatorio, 5 boyas sustentación a media agua, 6-10 boyas demarcatorias, 7 tensores, 8 sistemas de fijación o fondeos, 9 cabo para tensar), D: Sistema de cultivo en estacas, para zonas poco

profundas, E: Sistema de cultivo de ostras en bandejas, para zonas poco profundas (Pereira Chavez, 2017).

7.3.1 Criterios utilizados para definir el sistema de cultivo seleccionado

Para la elección del sitio de cultivo se consideran características ambientales del sector como profundidad, exposición al viento y oleaje y otros criterios de orden prácticos Tabla 8. Para discriminar entre un sistema y otro se asignó un 1 cuando la implementación del cultivo es viable y un 0 cuando no, eligiendo el sistema con mayor puntaje. De acuerdo a ello, se optó por utilizar el sistema de cultivo subsuperficial, el cual permite la instalación de diversas unidades de cultivo: colectores, pearl nets, linternas de pre-cultivo y cultivo final, para desarrollar una serie de etapas cíclicas, que permiten llevar el recurso a tamaño comercial. Junto a lo anterior, es necesario observar una serie de aspectos que son claves para viabilizar el cultivo (Cuadro 1Cuadro 1).

Tabla 8. Características del sector a considerar para la implementación del cultivo de ostra japonesa en el norte de Chile.

Características del sector vs Sistema de cultivo	Sistema de balsas	Sistema de estacas	Sistema de bandejas	Long-line superficial	Long-line sub superficial
Profundidad 6-10	1	0	0	1	1
Sector expuesto a vientos	0	1	1	0	1
Sector expuesto al oleaje	0	1	1	0	1
Conocimiento del sistema a usar por los beneficiarios	0	0	0	1	1
Disponibilidad de elementos para la implementación	0	0	0	1	1
Puntaje técnico	1	2	2	3	5

Cuadro 1

Aspectos a observar para desarrollar el cultivo de ostra japonesa en un AMERB

Para realizar un cultivo experimental de ostra japonesa al interior de un AMERB se deben observar los siguientes aspectos:

- Contar con la resolución de la SUBPESCA que autorice la actividad
- Considerar la presencia de especies similares o históricamente descritas en el lugar
- Considerar la potencial interacción del cultivo con otras actividades de desarrollo como el turismo o la pesca
- Analizar las restricciones para el cultivo en la zona (normativa)
- Evaluar las facilidades de acceso al abastecimiento de insumos como materiales de cultivo o artes de pesca
- Identificar la disponibilidad de recurso humano con algún grado de capacitación
- Identificar la presencia de centros de consumo o comercialización cercanos
- Asegurar la logística de transporte

7.3.2 Abastecimiento de semilla

En Chile y por efectos de la temperatura, la obtención de semilla puede efectuarse solo a través de hatchery o laboratorios de producción de larvas o semillas (Figura 90).

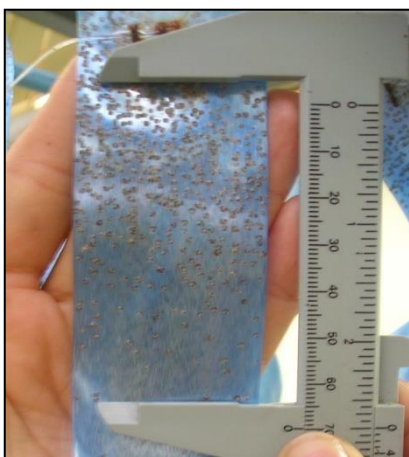


Figura 90. Fijación de ostra del pacifico en hatchery (Pereira Chavez, 2017).

Este método de cultivo long line subsuperficial es uno de los más amigables con el medio ambiente y a su vez es sostenible en cuanto a las prácticas de acuicultura que se emplean ya que la mano de obra e infraestructuras a utilizar requieren una menor inversión tanto económica como de personal, en comparación con las otras etapas del desarrollo de las ostras. Además, el método de

cultivo suspendido reduce el impacto ambiental, en comparación con otros cultivos intensivos, donde se depositan grandes biodesechos al medio ambiente (FAO, 2005). La Figura 91 presenta un esquema de long line de cultivo subsuperficial, señalando sus principales componentes.

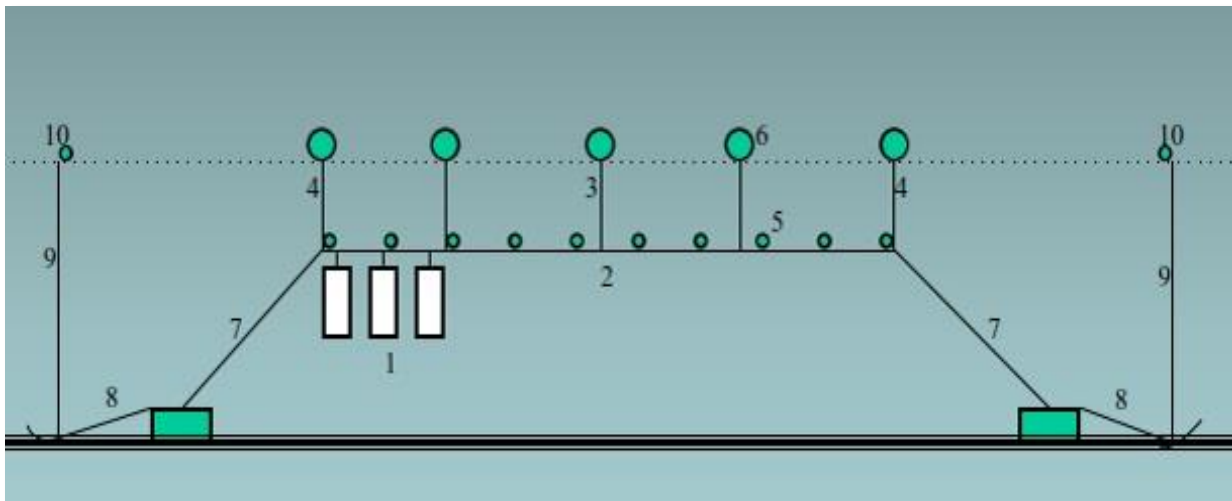


Figura 91. Esquema de long-line de cultivo subsuperficial (Pereira Chavez, 2017). 1. Linternas de cultivo; 2. Línea madre útil; 3. Cabo de boya de sostén; 4. Cabo demarcatorio de línea madre; 5. Boyas de flotación; 6. Boyas de sostén de la línea; 7. Orinque; 8. Cabo para unir fondeos; 9. Cabo demarcatorio de fondeos; 10. Boya demarcatoria de fondeos.

7.3.3 Siembra

La siembra de ostras consiste en disponer las semillas en el interior de los sistemas de cultivo (linternas o pearl nets). Se recomienda evaluar en primera instancia los costos del material de cultivo, ya que su alto costo genera un mayor riesgo económico para la actividad productiva. Idealmente se debe partir con ostras de tamaño entre los 25-35 mm, ya que esto facilitara la operación del cultivo en las fases posteriores (Robledo, 2018).

7.3.4 Densidad

Se recomienda sembrar la sumatoria del área estimada de las ostras, equivalentes al 25% de la superficie del piso de la linterna (Figura 93 a).

- Largo promedio: 40 mm
- Ancho promedio: 15 mm

- Área x ostra: 600 mm²
- Diámetro piso de linterna: 500 mm (r 250)
- Área O: $\pi (3.14) \times r^2$
- Área piso: $196,250/4$: 49,062 / 600: 82 ostras / piso.
- Se utiliza un vaso que permita estandarizar el volumen requerido (generalmente se utilizan botellas plásticas cortadas en la medida que se requiere) (Figura 92).



Figura 92. Llenado de sistemas de cultivo con ostras juveniles (Robledo, 2018).

7.3.5 Desdobles

El criterio para el desdoble es cuando la sumatoria de las ostras vivas alcanza el 75% del área del piso de la linterna Figura 93 b. Se puede hacer por cálculo matemático o por inspección visual. También se debe considerar el nivel de suciedad de las ostras y los sistemas de cultivo.

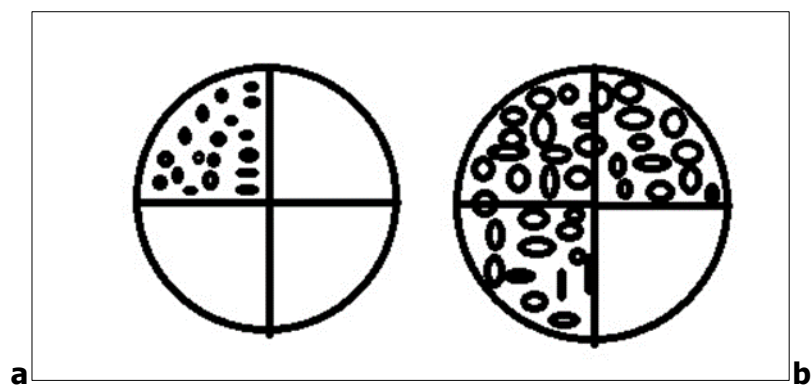


Figura 93. Densidad recomendada de siembra (a) y criterio de desdoble (b) de la ostra japonesa en la linterna (Robledo, 2018).

7.3.6 Densidades recomendadas

- Sembrar el 25% o $\frac{1}{4}$ del diámetro de la superficie de la linterna con semillas de ostra japonesa, para asegurar así el espacio suficiente dentro de la linterna para el crecimiento y que estas no pierdan su forma debido al crecimiento de la uña de la ostra japonesa. Este criterio de siembra es fácil de aplicar ya que no se necesitan instrumentos.
- Realizar el primer desdoble cuando las ostras sembradas en la linterna en el 25% de la superficie de la linterna alcanzan a ocupar el 75% de la superficie de la linterna. De no realizarse el desdoble en función de este criterio se corre el riesgo de que las ostras con las uñas comiencen a romper el material de la linterna, aumentando las pérdidas y la depreciación del material de cultivo.

7.3.7 Reflotes

El reflote es la actividad de añadir boyas al cultivo suspendido, con el fin que este no pierda flotabilidad y las linternas no toquen ni generen un efecto látigo con el bentos. Los reflotes deben realizarse cada mes como mínimo en el invierno y mínimo cada 10 días en el verano para mantener un buen manejo del cultivo y evitar el crecimiento de los organismos fouling.

7.3.8 Monitoreos

Se debe realizar un plan de monitoreo de variables biológicas y productivas para la especie en el sector del cultivo con el fin de establecer una estructura tecnológica para el desarrollo del cultivo comercial de la ostra japonesa. Se establecen muestreos periódicos para determinar el crecimiento, la salud animal y para vigilar el comportamiento de los sistemas de cultivo.

7.3.9 Cosechas

La cosecha consiste en la extracción de las ostras desde los sistemas de cultivos, para su comercialización. El tamaño apropiado obedece principalmente a un criterio comercial, normalmente para consumo humano debería comenzar a los 4-5 meses en la talla de semilla 35 mm up y entre 6-7 meses en la talla de 25 mm, o bien cuando los animales logran los 60 mm o cuando el peso de la carne de las ostras esté entre los 5-7 gramos o más (Figura 94). Posterior al segundo desdoble, donde se procede a cortarle la "uña" a las ostras, los animales que se encuentran en talla comercial podrían ser almacenados en chinguillos (150-200 unidades de ostra por chinguillo), como una forma de abaratar costos, para evitar el crecimiento de la "uña" y facilitar así la cosecha (Figura 95).



Figura 94. Sistema manual de cosecha de ostras (Robledo, 2018).



Figura 95. Chinguillos con ostras adultas en etapa de cosecha (Robledo, 2018).

7.4 Materiales para implementar el sistema de cultivo

7.4.1 Línea madre

El material recomendado es polipropileno danline (Figura 96) ya que resiste a la abrasión o roce entre las fibras sintéticas generales y sus características principales son flotabilidad, bajo encogimiento en ambientes húmedos, fácil manejo y alta protección a los rayos UV, y posee un alma de poliéster para una mayor resistencia a la torsión. Cada línea tiene una longitud de 220 metros y de acuerdo con la profundidad del sector, se dispondrá entre 100 -120 metros útiles aproximadamente por línea (Robledo, 2018).



Figura 96. Cabos de polipropileno para uso en cultivo.

7.4.2 Fondeos

Cada línea está afianzada por fondeos, se recomienda que sumen al menos 500 kilogramos en cada extremo, generalmente están contruidos en hormigón vibrado con alma y asa de acero revestido en tubería plana (Figura 97).



Figura 97. Fondeos de hormigón utilizados en instalación de long line.

7.4.3 Demarcatorias

Para la demarcación se utiliza cordel de Polipropileno Danline de 12 mm (Figura 96).

7.4.4 Boyas

Se contempla el uso de boyas de polietileno de alta densidad de 30 litros, con cabo de 6 mm para el amarre, tanto para la demarcación como para la flotación (Figura 98).



Figura 98. Boya utilizada en el cultivo de sistema long line. Fuente:
(<https://teconetsite.com/>, s.f.)

7.4.5 Linternas

Para la etapa de siembra y en tallas inferiores a los 60 mm se utilizan linternas de 6 mm de abertura de malla, con 20 pisos útiles cada una. Para tallas mayores a 60 mm, se usan linternas de 15 mm de abertura de malla con 10 o 20 pisos útiles cada una (Figura 99).

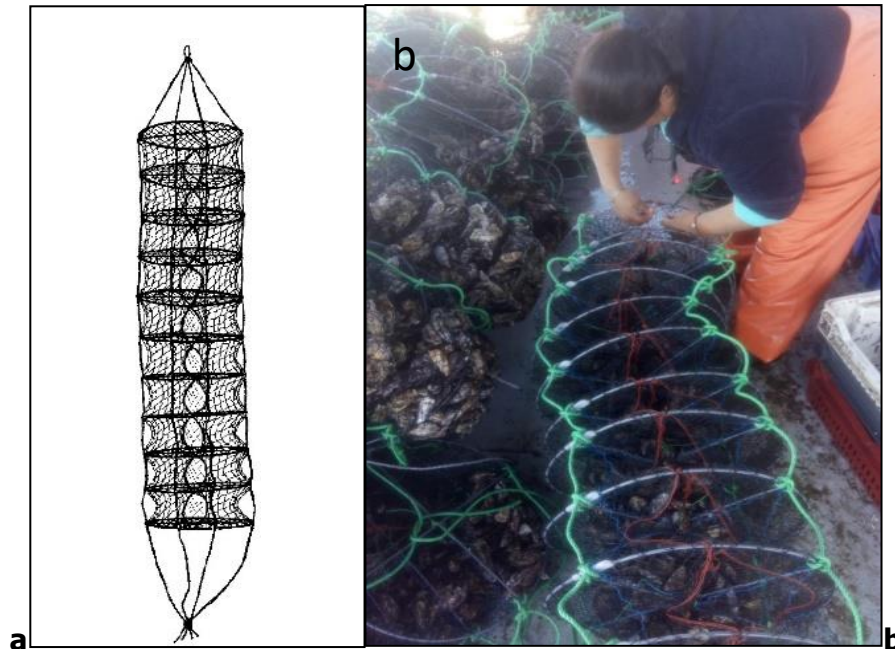


Figura 99. Representación del modelo de linternas utilizadas en cultivo de ostras (a) y fotografía de linternas utilizadas en el cultivo de ostra japonesa en bahía de Tongoy (b).

7.5 Actividades de apoyo realizadas en tierra

Lavado, secado y mantención del material de cultivo. Se debe disponer de espacios habilitados para este fin, el material por su alto costo debe ser reutilizado, por ello se debe lavar, luego debe ser reparado y almacenado hasta ser requerido nuevamente. Los residuos orgánicos extraídos (fouling), constituido principalmente por fauna acompañante o incrustantes, además de conchas y animales muertos, debe ser llevado a tierra y depositado en vertederos o zonas habilitadas para este fin.

La Figura 100 resume las etapas del ciclo del cultivo experimental de ostra japonesa en relación con el tiempo de cada etapa, a partir de un cultivo experimental en AMERB, en la bahía de Tongoy. El proceso se inicia con la siembra, luego se sugiere el primer desdoble entre los 3 primeros meses post siembra y desde el segundo mes se deben comenzar a retirar los residuos orgánicos adheridos a los materiales de cultivo y el material sucio/ roto. A partir del segundo desdoble ya se encuentran individuos con talla comercial, lo cuales pueden ser cosechados, mientras aquellos que aún no logran su tamaño comercial son reingresados al cultivo.

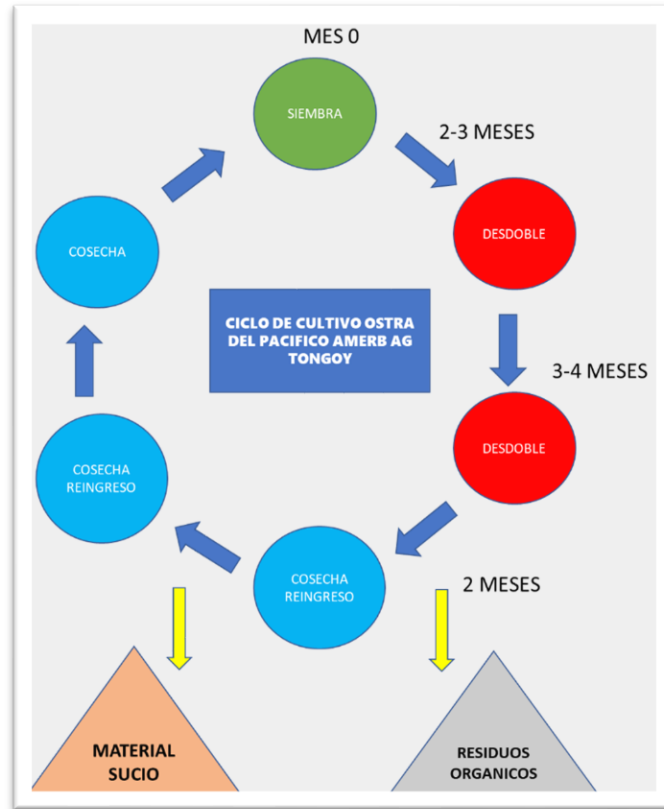


Figura 100. Esquema cultivo experimental de ostra japonesa (experiencia en AAMERB – TONGOY 2018) (Robledo, 2018).

7.6 Caso de acuicultura a pequeña escala

En base a esta información de producción máxima de un long line, la cantidad de líneas por hectáreas y considerando los criterios iniciales (quien lo realiza, producción y superficie) del reglamento APE, se puede estimar la producción y espacio requerido para la implementación de un cultivo APE de ostra japonesa en las regiones de Atacama y Coquimbo (Tabla 9).

Tabla 9. Producción y número de líneas máximos para cumplir con la normativa de acuicultura a pequeña escala según quien la realiza.

Quién lo realiza	Producción máxima	Superficie máxima	Número de long line	Producción máxima
Persona Natural, Jurídica o E.I.R.L.	Hasta 500 toneladas	10 hectáreas	50	100 toneladas
OPA	Hasta 2.000 toneladas	50 hectáreas	250	500 toneladas

7.7 Recomendaciones para APE Y AAMERB

- En el caso de instalar un cultivo suspendido en lugares corrientosos, incrementar el número de boyas demarcatorias para disminuir la velocidad de la corriente.
- Disminuir el peso y aumentar el número de los fondeos (menor a 80 kilogramos), ya que así son más fáciles de construir, transportar e instalar en el mar.
- Comprar semillas de ostra japonesa de un tamaño de 35 mm o más en vez de la semilla de menor tamaño (25 – 35 mm) ya que, con las semillas de ostras de mayor tamaño, se logra a los 4/5 meses un tamaño comercial, reduciendo así el tiempo de cultivo y la depreciación del material de cultivo (que corresponde a un 40% del costo de la faena total) (Robledo, 2018).
- No utilizar en la siembra más del 25% de la superficie de la linterna con las semillas de ostra.
- Realizar el primer desdoble cuando la biomasa de las ostras japonesas no supere el 75% de la superficie de la linterna.
- Cosechar las ostras cuando estas estén entre los 7 y 9 mm de longitud con un peso de 70-90 g.
- Cosechar las ostras entre el cuarto y octavo mes, ya que pasado el mes 12 de cultivo la actividad podría dejar de ser rentable.
- Se recomienda realizar el corte de la “uña” desde el primer desdoble (entre el 2 y tercer mes).

- Posterior al segundo desdoble, se puede considerar almacenar los animales con talla comercial en chinguillos para evitar el crecimiento de la "uña" en las ostras japonesas.
- Realizar cosechas totales de las linternas y evitar la selección y el reingreso de las ostras que no fueron comercializadas.
- Por tratarse de una especie exótica, la planificación del cultivo debe considerar la limitante de las 100.000 unidades, ya que este es el límite para no tener que implementar un Programa de Vigilancia Activa (PVA), los cuales son de compleja implementación y alto costo, lo cual haría prácticamente inviable un cultivo en APE o AMERB.

8 Ficha Técnica de *Argopecten purpuratus* (ostión del norte)

8.1 Denominación

Nombre Común: Ostión del Norte.

Nombre Científico: *Argopecten purpuratus*

8.2 Características biológicas

Molusco bivalvo nativo, que habita en fondos costeros bajo la línea intermareal. Se encuentra en bahías poco profundas, desde Paita, Perú (5°S, 81°O) a Valparaíso, Chile (33°S, 71°37'O), sin embargo, los bancos naturales de esta especie se distribuyen desde Bahía Sechura (5°35'S) a Bahía Tongoy (30°S), bahías protegidas generalmente abiertas hacia el norte (FIPA 2006-37, 2006).

Argopecten purpuratus presenta una concha grande, sólida, circular, moderadamente convexa y más larga que alta. Su concha posee forma de abanico, con ambas valvas convexas, la izquierda ligeramente más que la derecha. Sus conchas son equivalvas, concha simétrica.

Bivalvo filtrador, los órganos internos están cubiertos por un saco llamado manto que es el responsable de la formación y crecimiento de la concha, posee un musculo central fuerte que le permite abrir y cerrar sus valvas, lo que le da una fuente de movimiento por propulsión (Figura 101). Son hermafroditas funcionales, la "parte" masculina de un ostión corresponde a la parte blanca de la gónada y la parte roja a la femenina. Cuando los ostiones desovan, lo hacen primero con un sexo y posteriormente con el otro. Producen gran cantidad de larvas, pero muy pocas (1 a 2%) llegan a semilla. La presencia a través de todo el año de organismos maduros y la sincronía interindividual que caracteriza el proceso reproductivo de esta especie, se ven reflejadas en la continua presencia de larvas, cuyos períodos de mayor o menor abundancia están en directa relación con los periodos de mayor o menor actividad reproductiva. La cantidad de larvas está relacionada con la presencia de individuos adultos que aportan semillas durante todo el año, con períodos intensos entre septiembre y abril del año siguiente (Avendaño & Cantillánez, 2008).

Argopecten purpuratus, es exclusivamente filtrador, su alimento está compuesto de fitoplancton, el cual obtienen a través de cilios que están en constante movimiento para atrapar y empujar su alimento hacia el interior.

Su crecimiento desde el desove hasta alcanzar la talla comercial 65 mm es de 12 meses para condiciones óptimas de nutrientes en las bahías de Perú. En cambio, en Bahía Tongoy donde se ubica el banco natural más austral se demora 14 meses debido especialmente a la baja de alimento entre la segunda quincena de mayo a la primera de agosto de cada año (Uribe & Blanco, 2001).

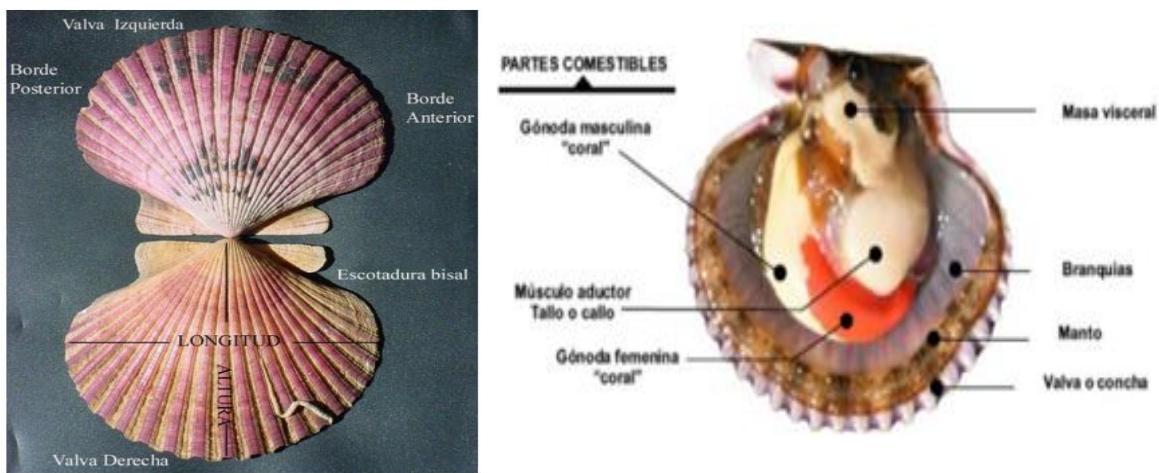


Figura 101. Anatomía externa e interna del ostión del norte. Fuente: (FIPA 2006-37, 2006).

8.3 Ciclo de cultivo

Corresponde a la estrategia de cultivo completa que debería llevar cada acuicultor, esta estrategia está basada en el tamaño de los ostiones que se cultiva, las densidades de siembra, el sistema de cultivo (linternas o pearl nets u otro) y el tiempo de duración entre cada etapa, tal como se describe una estrategia promedio utilizada en un estudio, en la zona de Bahía Tongoy (Uribe & Blanco, 2001) (Tabla 10).

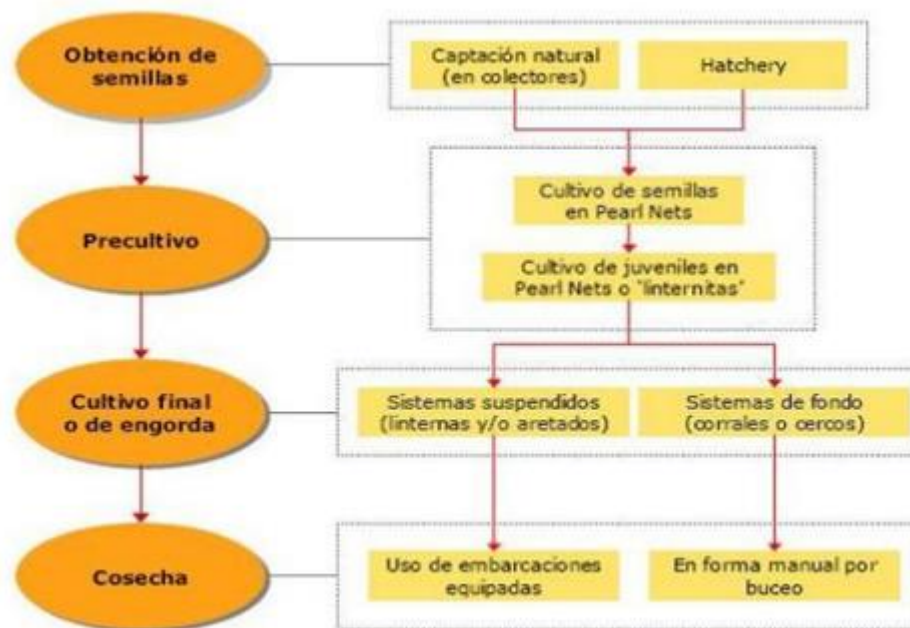


Figura 102. Etapas del cultivo de ostión del norte. Fuente: (FIPA 2006-37, 2006).

Tabla 10. Estrategia de cultivo para ostión del norte utilizada Bahía Tongoy.

Etapa	Tamaño Ingreso (mm)	Tiempo aproximado de permanencia (meses)	Densidad por piso (ind)	Tipo de sistema
1	-	4	-	Bolsa colectora
2	10	3	150	Pearl net
3	25	3	100	Linterna
4	40	3	70	Linterna
5	55	3	30	Linterna
6	85	6	cosecha	Chinguillo

8.3.1 Abastecimiento de semilla

La obtención de semilla puede efectuarse a través de 2 opciones la captación natural dado en bahías con bancos naturales y a través de hatchery o laboratorios de producción de larvas o semillas.

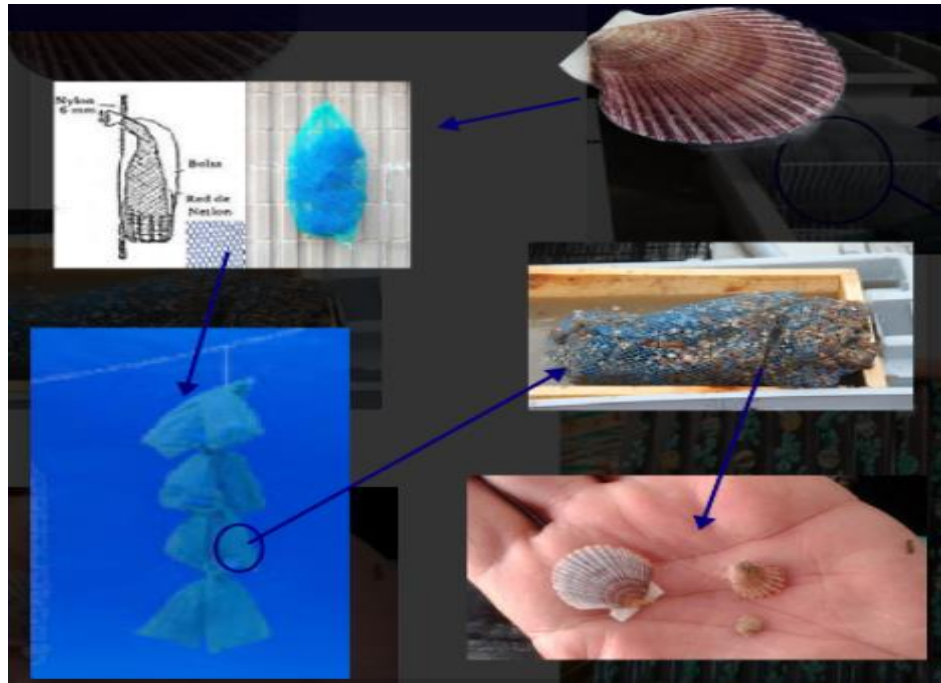


Figura 103. Sistema de captación natural de semilla de ostión del norte (Avendaño & Cantillánez, 2008).

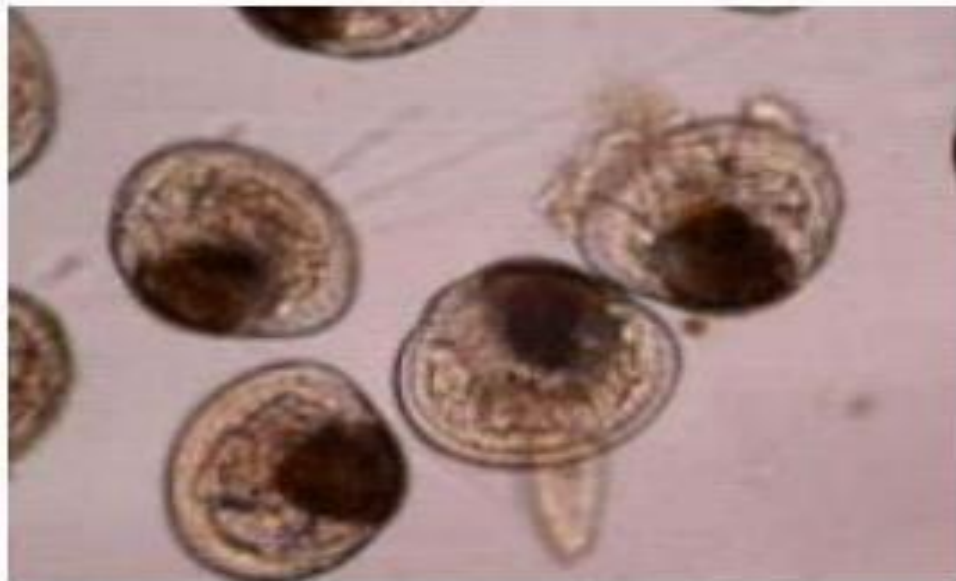


Figura 104. Producción de semilla en laboratorio en el cultivo de ostión del norte. Fuente: (FIPA 2006-37, 2006).

8.3.2 Cultivo inicial

Corresponde a la siembra inicial de semillas desde los 5 a 15 mm (promedio 10 mm). Generalmente esta siembra se realiza en pearl net de 2 a 10 mm de apertura de malla. Las densidades de siembra es de 250 a 50 unidades (promedio 150) por cada piso de pearl net. También se pueden usar linternillas de 6 mm de apertura de malla en las mismas densidades. Este periodo tiene una duración de 3 a 6 meses.

8.3.3 Cultivo intermedio

Esta etapa se inicia con el desdoble de los sistemas de cultivo de la etapa anterior, donde se sacan los ostiones y se seleccionan por talla, obteniendo tallas de 25 a 40 mm, los cuales se siembran en linternas de 21 mm de apertura de malla en densidades de 100 a 70 unidades por piso. Este periodo puede durar de 3 a 6 meses.

8.3.4 Cultivo final o engorda

Esta etapa se inicia con el desdoble de los ostiones de la etapa anterior, donde se obtienen después de la selección tallas de 40 a 55 mm, los cuales se siembran en linternas de 21 a 31 mm de apertura de malla en densidades de 30 unidades de ostiones por piso, quedando una linterna con 300 unidades. Este periodo puede durar entre 3 a 6 meses. La mortalidad general del ciclo completo es cercana al 50% (González, 2022).

8.4 Estructuras de Cultivo

El cultivo extensivo del ostión del norte se lleva a cabo en unidades de confinamiento que se suspenden amarrados a una línea madre o long line, el cual se mantiene en flotación con apoyo de boyas.

Esta unidad estructural está formada por un cordel de 18 a 24 mm de diámetro, la cual se suspende en la columna de agua a través de boyas de sustentación de 30 cm. De diámetro y se fijan en el fondo a través de 1 o más fondeos de concreto de 200 a 800 kilogramos en cada extremo (Aquasesorias Ltda., 2015).

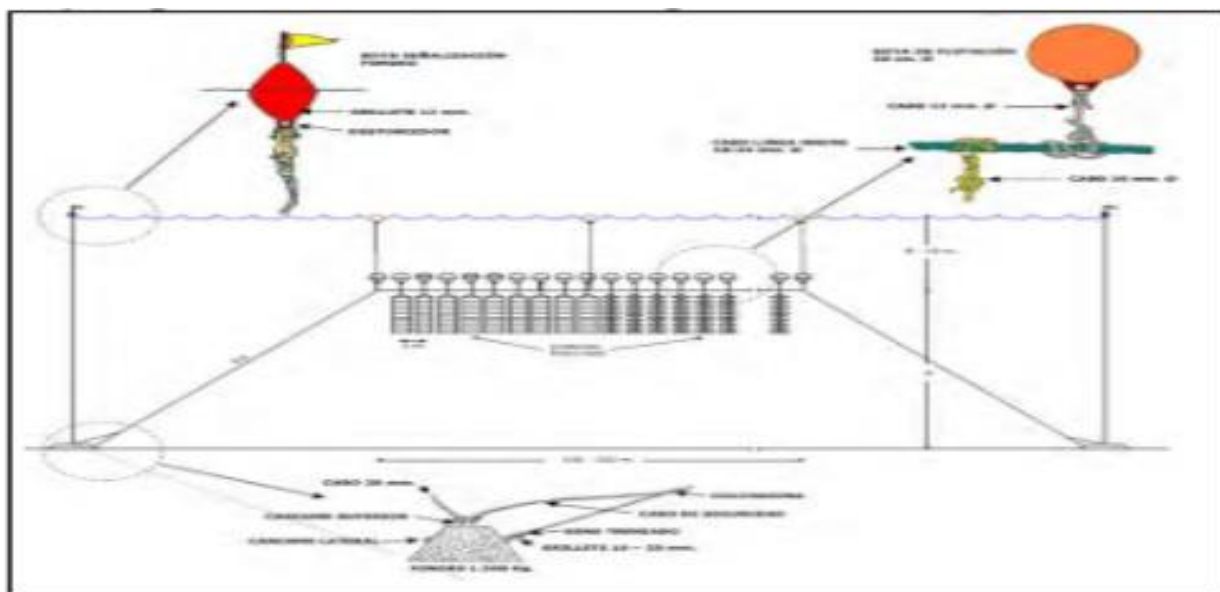


Figura 105. Long line tipo para cultivo de ostión del norte. Fuente: (FIPA N° 2015-02, 2015).

8.4.1 Principales componentes de un long line tipo

8.4.1.1 Cuerdas o cabos

Generalmente se usan cuerdas torcidas de polipropileno o de tipo DAN LINE que es una mezcla entre polipropileno y polietileno, en ambos casos son cuerdas que tienen alta flotabilidad, resistentes a los rayos UV y resistentes a la abrasión. Generalmente para el cultivo de ostiones se utilizan medidas que van desde los 6 mm de diámetro, para amarre de boyas y sistemas de cultivo. De 8 a 10 mm para amarre de boyas de demarcación y 24 mm para la confección de la línea madre (Figura 106).



Figura 106. Cordeles para uso en cultivo de ostión del norte. Fuente: (www.marienberg.cl, s.f.).

8.4.1.2 Boyas de sustentación

Estas boyas son construidas con polipropileno de alto impacto, se ocupan en diámetros de 30 centímetros para boyas de sustentación y de 50 centímetros de diámetro para boyas de demarcación. Tiene una profundidad de resistencia mínima de 20 metros y poseen 2 orejas para el amarre a la línea madre, se usan generalmente de color negro para sustentación y color visible par demarcación (Figura 107).



Figura 107. Boyas de sustentación. Fuente: (https://tecnonetsite.com/, s.f.).

8.4.1.3 Fondeos

En general en la industria del cultivo de ostiones se ocupan fondeos de cuerpo tronco-piramidal construido en hormigón armado formado por una mezcla de cemento, gravilla y vibrados para tratar que mantenga homogeneidad en todo el cuerpo con densidad fija requerida en cada caso, además internamente lleva una estructura de fierro de construcción envuelta en manguera o plansa para la formación de orejas de sujeción a la línea madre. en algunas ocasiones se le puede adicionar bolones y fierro para aumentar el peso del fondeo (Figura 108).



Figura 108. Fondeos de concreto. Fuente: (Fotografía Pedro González).

8.4.1.4 Pearl nets

Estructura piramidal de marco y diagonales de alambre galvanizado forrado en plástico, las paredes están cubiertas por un paño de malla de diferente abertura de 2 a 10 mm, los pearl nets se unen entre sí a través de una cuerda en la base de cada piso formando una columna o reinal de 10 unidades, al cual se le incorpora un peso en el último piso para mantener la verticalidad (Figura 109).



Figura 109. Pearl nets. Fuente: (impex-pacifico.com, s.f.).

Estructura de forma cilíndrica construida de anillos de alambre galvanizados forrados en plástico, cada aro es de 50 centímetros de diámetro cubiertos por malla plástica con apertura de 6 a 10 mm, formando un cilindro de 2 metros de alto, al cual se le incorpora un peso al piso final para mantener la verticalidad, este tipo de sistema ha llegado a reemplazar a los pearl nets, sobre todo en las zonas de baja profundidad (Figura 110).



Figura 110. Linternillas para uso de cultivo de semillas de ostión del norte. Fuente: (acuiculturaspya.com, s.f.)

8.4.1.5 Linternas

Estructura de forma cilíndrica construida de anillos de alambre galvanizados forrados en plástico, cada aro es de 50 centímetros de diámetro cubiertos por malla plástica de apertura de 15 a 31 mm, completando 10 pisos de 20 centímetros cada uno, formando un cilindro de 2 metros de alto más las cuerdas de sujeción a la línea madre (Figura 111).



Figura 111. Linternas para cultivo de adultos del ostión del norte. Fuente: (acuiculturaspya.com, s.f.).

8.4.1.6 Producción por unidad de cultivo

Para el caso del cultivo de ostiones en sistema suspendido la unidad productiva será un long line tipo, en este caso los sistemas de cultivo (linternas o pearl nets) se amarran y suspenden cada 1

metro de distancia entre cada uno de ellos alcanzando en promedio 120 unidades de confinamiento por cada línea, en este sentido la mayor producción (en términos de peso considerando que cada ostión en talla comercial 7,5 centímetros pesa 100 gramos vivo), (FIPA 2006-37, 2006) de esta unidad de cultivo, en el caso del ostión del norte, ocurre en la etapa de engorda final, en donde se cuelgan 120 sistemas con 300 ostiones cada uno alcanzando 36.000 unidades por línea (3600 kilogramos o 3,6 t) y en caso que la profundidad de la zona de emplazamiento de la línea lo permita se pueden usar sistemas dobles alcanzando 72.000 unidades de ostiones en cultivo por cada línea (7.200 kilogramos o 7,2 t), considerando que cada ostión de talla comercial alcanza los 100 gramos vivo (Figura 112).

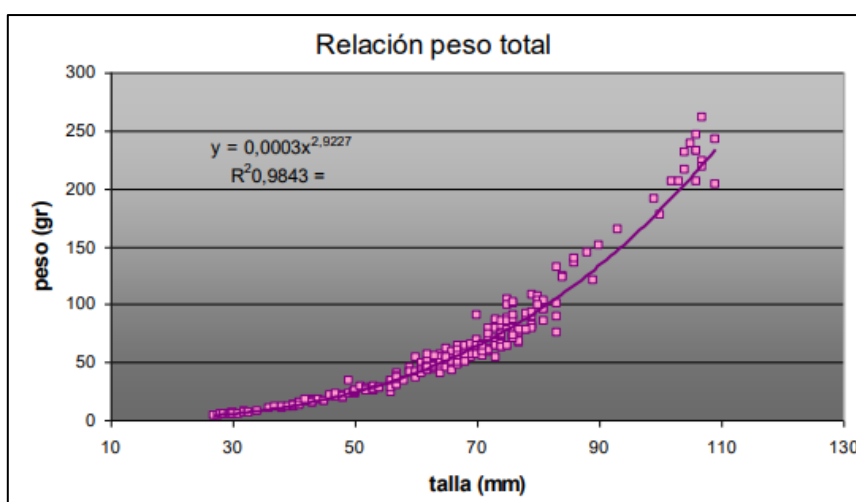


Figura 112. Relación talla/peso vivo en el cultivo de ostión del norte. Fuente: (FIPA 2006-37, 2006).

Por otra parte, en términos de operación y buen manejo de cada línea de cultivo se considera un máximo de 5 líneas por hectárea de superficie.

8.5 Caso de acuicultura a pequeña escala

En base a esta información de producción máxima de un long line, la cantidad de líneas por hectáreas y considerando los criterios iniciales (quien lo realiza, producción y superficie) del reglamento APE, podemos estimar la producción y espacio requerido para la implementación de un cultivo APE de ostión del norte (Tabla 11).

Tabla 11. Muestra la producción máxima y número de líneas máximo para cumplir con la normativa para Acuicultura a pequeña escala según quien la realiza.

Quién lo realiza	Producción máxima	Superficie máxima	Número de long line Máximo 5/Ha.	Producción máxima con Sistemas simples	Producción máxima con Sistemas dobles
Persona Natural o Soc. Ltda. o E.I.R.L.	menor igual a 500 toneladas	menor igual a 10 hectáreas	50 L.L.	180 t	360 t
OPA	500 toneladas	50 hectáreas	250 L.L.	900 t	1.800 t

8.6 Detalle de operación y equipamiento utilizado en el cultivo del ostión del norte

8.6.1 Sistema long line para cultivo

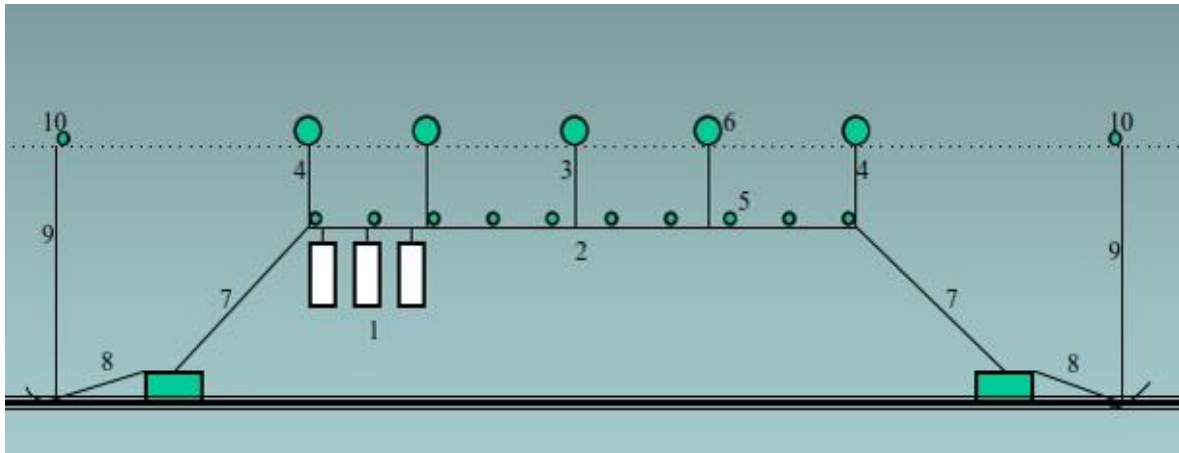


Figura 113. Partes de un Long line tipo (Pereira Chávez, 2017). (<https://www.acuiculturaenareasdemanejo.cl/>, s.f.).

1 Sistemas de cultivo

2 Línea madre útil

3-4 Cordeles demarcación de la línea madre

5 Boyas de flotación o sustentación de los sistemas de cultivo

6 Boyas de demarcación de la línea madre

7 Cordel del viento (3 veces la profundidad promedio)

8 Cordel de unión de cadena fondeos

9 Cordel de demarcación de fondeo

10 Boyas de demarcación de fondeos

8.6.2 Operación de Long line

Consiste en el trabajo de siembras y cosechas de los diferentes sistemas de cultivo en la línea madre, desde una embarcación, además de la mantención de la línea madre (Figura 114).



Figura 114. Operación de long line.

8.6.3 Reflote

Consiste en la instalación de boyas de sustentación en la línea madre hundida debido al aumento de peso de los sistemas en cultivo ya sea por crecimiento o por fijación de fouling. Esta operación se puede realizar por buceo o mediante embarcación (Figura 115).



Figura 115. Reflote con buzo. Fuente: (www.mundoacuicola.cl, s.f.).

8.6.4 Tensado de un Long line

El tensado se realiza cuando debido al aumento del peso de los sistemas en cultivo, marejadas o a la continua operación (siembra y cosecha) la línea se suelta. La maniobra se realiza con una embarcación, provista de un motor adecuado, que tenga buena propulsión y permita mover los fondeos de la línea y tensarla (Figura 116).

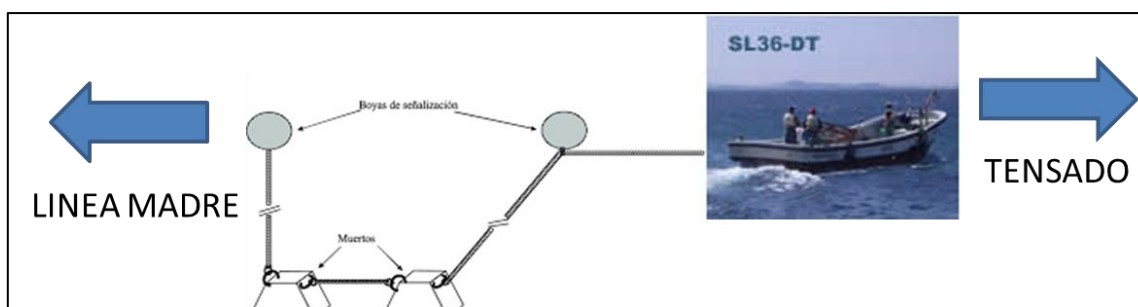


Figura 116. Esquema de maniobra para tensado de líneas de cultivo. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).

8.6.5 Embarcación para cultivo

Existen embarcaciones adecuadas y probadas para operar en los long line, especialmente en el cultivo de ostiones. Estas embarcaciones están construidas de fibra de vidrio, tienen base ancha y plana lo que le da estabilidad al levantar la línea y desplazarse en el mar. Los modelos más ocupados son:

- Fibra de vidrio 2,20 metros de manga, 8,0 metros de eslora y 0,5 metros de puntal, este tipo de embarcación está equipada con un motor fuera de borda de 50 HP, que le permite el desplazamiento por la línea madre (Figura 117).
- Fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora, 3,20 metros de manga y 0,5 metros de puntal, este tipo de embarcación están equipadas con un motor de base petrolero de 90 hp, además de una grúa hidráulica con guinche que le permite levantar más de 200 kilogramos (Figura 118).



Figura 117. Embarcación fibra de vidrio de 8 metros de eslora, adecuada para el trabajo de cultivo de ostión del norte. Fuente: (www.gob.pe/fondepes, s.f.).



Figura 118. Embarcación de fibra de vidrio de 10,8 metros de eslora, equipada para trabajos en líneas de cultivo de ostión del norte (www.gob.pe/fondepes, s.f.).

8.6.6 Guinche o Virador

Equipamiento importante que se utiliza para levantar o acercar la línea madre a la embarcación para siembra o cosecha, posee estructura externa de fierro galvanizado, cabezal de acero, motor estacionario de 5,5 hp, tiene capacidad de levante de 500 kilogramos y una velocidad de 28 metros por minuto (Figura 119).



Figura 119. Guinche tipo para levante de línea de cultivo (Fotografía Pedro González).

8.6.7 Pescante y araña

Equipamiento fundamental al momento de operar un long line, el pescante es un tubo de fierro galvanizado de 4 mm de espesor con una base para ser instalado en la borda de la embarcación, su función es apoyar el levante de la línea y la instalación sobre los roletes en la borda de la embarcación. La araña es un ancla de 4 punta construida en fierro macizo que permite atrapar la línea madre a la profundidad requerida (Figura 120).

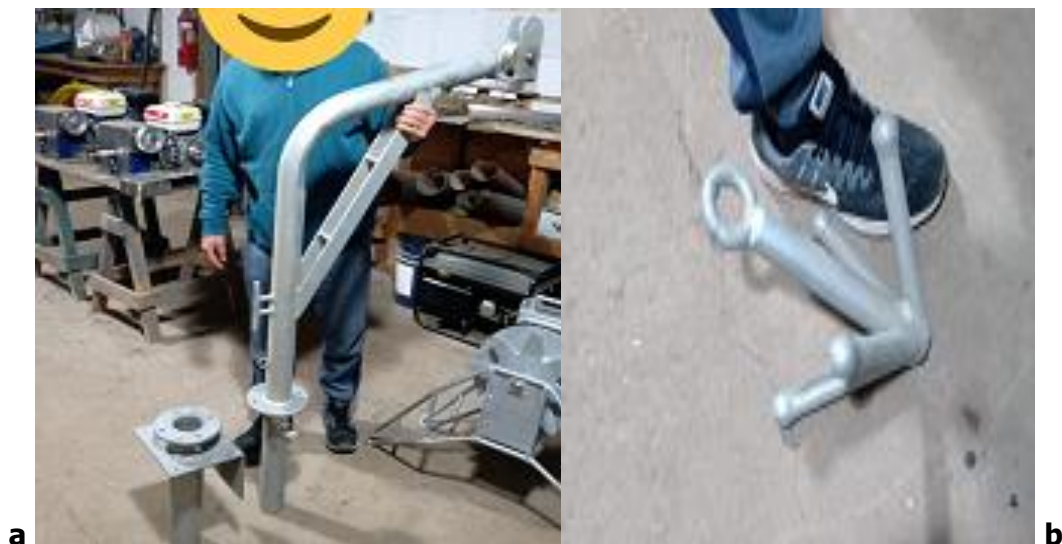


Figura 120. Pescante utilizado para levante de línea madre (a). Araña tipo utilizada para atrapar y levantar la línea madre (b). Fuente: (Fotografía Pedro González).

8.6.8 Infraestructura, equipamiento y material de apoyo

8.6.8.1 En Mar

La estructura de apoyo en el mar que requiere un cultivo va a depender del volumen de ostiones que se cultive, se debe considerar los operarios necesarios para llevar a cabo el trabajo y de los volúmenes de materiales que se utilizaran en las faenas (Figura 121).



Figura 121. Balsa equipada para cultivo de ostión del norte. Fuente: (Fotografía Pedro González).

8.6.8.2 En tierra

La estructura de apoyo en tierra es una bodega y vehículos de apoyo, para el traslado de los materiales y el personal, la bodega se ocupa básicamente para el acopio y reparación de los materiales de cultivo (Figura 122).



Figura 122. Bodega de acopio y reparación (a) y camión para el traslado de materiales de cultivo y personal (b). Fuente: (Fotografía Pedro González).

8.6.9 Infraestructura Portuaria

Debido a que el cultivo de ostiones requiere el embarque y desembarque a la zona o desde la zona del cultivo de varios materiales, equipos, embarcaciones, fondeos o personal, es muy importante que la zona donde se emplace el cultivo tenga cerca infraestructura fiscal de apoyo como muelles de acceso al mar equipados con sistemas de levante o grúas (Figura 123).



Figura 123. Infraestructura pública de apoyo a las faenas de cultivo. Fuente: (GORECOQUIMBO, s.f.).

8.7 Factores importantes a tomar en cuenta

8.7.1 Condiciones hidrográficas

En general las mejores condiciones para el cultivo del ostión del norte en Chile se presentan en sectores semi áridos con bahías cerradas al sur y abiertas al norte, con vientos y asociados a fenómenos de surgencias, lo que haría que presenten características únicas de circulación y productividad (VALLE-LEVINSON, 2006).

Por otra parte, el tipo de fondo presente en estas bahías principalmente arenoso, fangoso, permiten una buena sujeción y estabilidad de los las estructuras flotantes o long line, los cuales generalmente se disponen orientados hacia el norte de donde proviene la corriente marina más fuerte que llega a la zona.

8.7.2 Salinidad

Navarro y González (1998) en (FIPA 2006-37, 2006), observaron en *Argopecten purpuratus* que, frente a una disminución de la salinidad, sus valvas permanecen parcialmente cerradas reduciendo su actividad de filtración, su consumo de oxígeno y su tasa de crecimiento.

Aunque la factibilidad del cultivo de esta especie en el sur de Chile ha sido demostrada, la especie se encuentra en rangos extremos de alimentación, temperatura y salinidad que afectan la sobrevivencia y el crecimiento y generan un alto riesgo comercial. (Uriarte, 2008)

Cabe señalar que los cultivos de *A. purpuratus* en la región de los Lagos han sido un fracaso, debido a la baja salinidad (FIPA 2006-37, 2006). La salinidad de las bahías Tongoy, Guanaqueros e Inglesa, se registra un rango de variación muy estrecho, entre 34.5 y 34.8 ppm (Uribe & Blanco, 2001).

8.7.3 Oxígeno disuelto

Uribe y Blanco (2001), describen que las semillas de ostión del norte tienen baja sobrevivencia en condiciones de apoxia y anoxia, y que se confirma que concentraciones inferiores a 3,5 mg/l. afectaba los procesos fisiológicos del ostión impidiendo el normal crecimiento llegando a provocar alta mortalidad.

8.7.4 Corrientes

En (FIPA 2006-37, 2006), se determinó que las velocidades de las corrientes en Bahía Tongoy y Bahía Inglesa son en verano 15,6 cm/s y 9,2 cm/s respectivamente y en invierno son de 1,1 y cm/s y 1,5 cm/s respectivamente. Lo que indica que el tiempo de residencia para ambas bahías es del orden de 1 a 1,5 días con altas velocidades y de 20,6 y 8,3 días ante bajas velocidades.

8.7.5 Disponibilidad de alimento

En (FIPA 2006-37, 2006), se observa que la disponibilidad de alimento en Bahía Inglesa y Bahía Tongoy están reguladas por los fenómenos de surgencia, ya que después de los meses donde se efectuó este fenómeno aumentan considerablemente la disponibilidad de alimento (biomasa fitoplanctónica $>10 \text{ mg/m}^3$ de clorofila "a"). También se detectó que existía una baja de disposición de alimento o fitoplancton coincidentes con fuertes vientos sur ($>7 \text{ m/s}$). Lo que está relacionado con la tasa de renovación del agua de la Bahía. La disponibilidad de alimento es alta, si se considera que un ostión adulto (9 - 10 cm), con una tasa de ingestión de alrededor de 10 mg/h, tiene una oferta de alimento media de clorofila "a" (5.7 mg/m^3) para ambas bahías, las cuales presentan una biomasa microalgal 5.8 gr/m^3 .

8.7.6 Temperatura

La temperatura del mar en los sectores donde se desarrolla el cultivo del ostión del norte es fundamental ya que tiene implicancia en el metabolismo, la disponibilidad de microalgas, crecimiento (FIPA 2006-37, 2006), indica que la temperatura promedio en los meses de verano (enero y febrero) llega a los 18 grados a entre los 5 y 10 metros de profundidad y llega a los 12 °C en los meses de invierno a las mismas profundidades.

Las oscilaciones de las isotermas en los meses cálidos son coincidentes con la intensificación y relajación del viento. Durante periodos de relajación del viento el agua en la bahía se calienta y cuando el viento se intensifica por un lado mezcla el agua de la bahía, pero también ingresan aguas más frías producto de las surgencias en el área externa de la bahía.

8.8 Observaciones y comentarios

El éxito o fracaso de un cultivo extensivo, especialmente el cultivo del ostión del norte, depende de los factores ambientales que están presentes en el lugar donde se emplaza la actividad, es así que los mejores resultados se describen en lugares donde históricamente hubo bancos naturales, como Bahía Mejillones en Antofagasta, Bahía Inglesa en Caldera y Bahía Tongoy en Coquimbo.

Además, debemos agregar que es una especie que, si existen las condiciones ambientales y la logística de operación, es perfectamente adaptable a APE o AAMERB en la zona norte de Chile.

9 Ficha Técnica de *Genypterus chilensis* (congrío colorado)

9.1 Denominación

Nombre Común: Congrio colorado

Nombre Científico: *Genypterus chilensis* (Guichenot, 1848)

9.2 Características biológicas

El congrío colorado (*Genypterus chilensis*) es una especie de pez de la familia *Ophidiidae*. Debe su nombre común al color rojizo de su vientre, garganta y labios. Su morfología es de coloración en general oscura que se gradúa a colorada, dorso negro, labios café con manchas blancas, irregulares y vientre rojo anaranjado (1). Cabeza oscura con los labios y mandíbulas de color rojo (2). Aleta dorsal y anal confluyen con la caudal formando una sola gran aleta. La aleta dorsal tiene 130-155 radios y la anal, 93-112 radios (3). Aleta pectoral café oscuro, con el borde superior e inferior de color rojo(4). Las aletas pélvicas se han modificado, convirtiéndose en las características barbas que presentan los ejemplares bajo el mentón (5) (Figura 124).

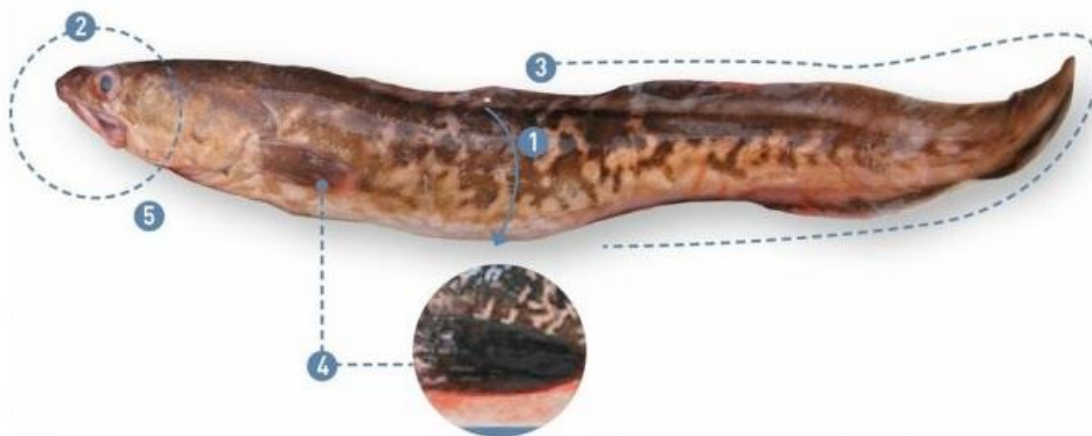


Figura 124. Congrio colorado *Genypterus chilensis* (IFOP, s.f.).

Se encuentra en Chile, en los mares, cerca del fondo rocoso, donde se alimenta principalmente de crustáceos. Con un cuerpo alargado, es una de las tres especies de congrío que hay en Chile, las otras dos son el congrío negro (*Genypterus maculatus*) y el congrío dorado (*Genypterus blacodes*).

Aparece en el océano Pacífico suroriental, en Chile se encuentra desde Arica por el norte (18°25'S) hasta Archipiélago de los Chonos por el sur (47°75'S), entre los 20 y 150 metros en la zona norte y centro del país y desde Chiloé al sur está entre la zona intermareal y los 100 metros de profundidad.

9.3 Proyecciones para el cultivo

Congrio colorado es una especie de pez demersal de gran importancia económica en Chile, cuyo desarrollo de su cultivo ha tenido grandes avances, alcanzando un muy buen nivel, comparado a otras iniciativas de acuicultura de peces nativos y al estado del cultivo de la especie en etapa experimental, de acuerdo a los resultados del proyecto FIPA 2015-02 (Guisado, 2017) . La empresa que lidera el desarrollo del cultivo de esta especie es Colorado Chile, que lleva más de una década implementando la acuicultura del congrio colorado, a través de programas de Fomento Corfo, que aún se encuentran en desarrollo y no permiten tener acceso a la información técnica relacionada a las fases del cultivo. Este proyecto está en su segunda etapa, luego de una primera etapa centrada en la investigación biológica y tecnológica sobre su factibilidad de cultivo. En la segunda etapa, se busca desarrollar y escalar comercialmente el cultivo de congrio colorado. De esta forma, los focos que regirán este segundo período son: escalamiento comercial, repoblamiento y acuicultura a pequeña escala. Bajo la primera línea, se está implementando la plataforma con sistemas de reúso para producir el primer escalamiento piloto, que consistirá en la engorda de 20 toneladas, hasta una talla de cosecha de dos kilogramos. Con esta producción se hará un acercamiento que, en una primera instancia, apuntará al mercado del retail y Horeca para testear el producto “congrio colorado de cultivo” en distintos formatos. Parte de esta producción también estará destinada a abrirse paso hacia el mercado externo (Pérez, 2022).

Otro de los avances del programa, tiene relación con la primera liberación de tres mil juveniles de congrio, realizado en abril del 2020, trabajo que se realizó en alianza con Minera Los Pelambres y la pesca artesanal en la bahía de Los Vilos, y que marca el inicio de una vinculación que se proyecta para el próximo plan de repoblamiento y acuicultura a pequeña escala. Los próximos pasos a seguir del programa son: el manejo del plantel de reproductores, estudio genómico para la caracterización de familias, la estandarización de parámetros de cultivo, bienestar animal y manejo patológico sin antibióticos. Además, el desarrollo de dietas para diferentes etapas de desarrollo, se incluyen entre las brechas principales para este cultivo.

10 Ficha Técnica de *Cilus gilberti* (corvina chilena)

10.1 Denominación

Nombre Común: Corvina chilena.

Nombre Científico: *Cilus gilberti* (Abbott, 1899)

10.2 Características biológicas

Pez de cuerpo fusiforme, comprimido lateralmente; de color azul en el dorso, celeste en los flancos y plateado en el vientre. Aletas pélvicas, anal y además algunos radios inferiores de la pectoral y caudal anaranjado claro. Aleta dorsal continua con una muesca profunda que la divide en una porción anterior espinosa y una porción posterior con radios. Presenta dos espinas anales, la segunda muy fuerte y desarrollada y mucho más larga que la primera, que apenas sale a la superficie. Línea lateral se extiende hasta el extremo posterior de la aleta caudal. Posee poros en el rostro y mentón; los poros rostrales se dividen en tres poros superiores y dos marginales y los poros mentonianos son cuatro de los cuales dos son anteriores centrales y dos son posteriores.

Branquiespinas cortas con forma de tubérculos en número de 6-9 en la rama superior y 14-19 en la rama inferior. Los ojos caben cinco veces en la longitud de la cabeza. Borde posterior de la mandíbula superior alcanza la proyección de la línea media de la pupila cuando la boca está cerrada; ésta es terminal y oblicua. Dientes pequeños, cónicos e irregulares, presentes en las placas faríngeas superiores e inferiores, dentarios y premaxilares. Aleta caudal emarginada. Vejiga gaseosa tiene forma de zanahoria con 18 sacos pequeños a cada lado. Otolitos con una impresión o surco en la cara interna en forma de renacuajo. Presenta escamas ctenoides en todo el cuerpo, exceptuando la punta del rostro (Cárdenas, et al., 2009) (Figura 125).

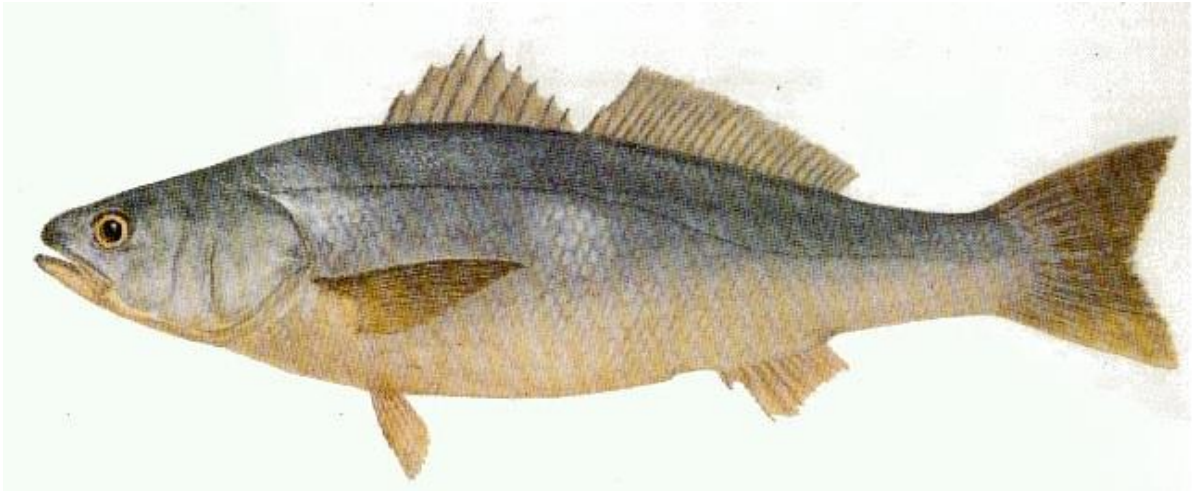


Figura 125. Adulto de *Cilus gilberti* (IFOP.cl, s.f.).

10.3 Antecedentes del cultivo

10.3.1 Producción Larval

La principal época de maduración y desove se da en los meses de octubre a febrero (primavera-verano), aun cuando una pequeña proporción de la población también desova durante los meses de invierno. La talla de primera madurez sexual de la corvina de acuerdo al criterio L50% corresponde a 54,83cm de LT (Cárdenas, et al., 2009).

La mayoría de las especies de Esciénidos necesitan de la inducción de la puesta mediante tratamientos hormonales para la obtención de huevos viables. La inducción de la puesta de las corvinas empieza por su estabulación en tanques entre 4.000 y 40.000 litros en circuito abierto (FAS) o cerrado (RAS), alimentados con productos frescos (pescados, cefalópodos, etc.) o pienso comercial con una frecuencia de 3 a 6 veces por semana. El tamaño medio de los reproductores puede oscilar, dependiendo de la especie, entre 1 y 13 kilogramos.

Las hormonas que se han utilizado para la inducción de la puesta han sido GCH (gonadotropina) o GnRH (gonadoliberina). La primera (GCH) con inyecciones a una dosis de 250 a 1.000 UI y la segunda (GnRH) con inyecciones o implantes a una dosis que ha oscilado entre 2 y 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$. El período de latencia desde la inyección o implante hasta el desove puede estar entre 30 y 90 horas. El desove mediante el hormonado se ha obtenido a temperaturas del agua superiores a 16 °C, con fecundidades medias entre 30.000 y 350.000 huevos por kg de hembra (Cárdenas, et al., 2009).

10.3.2 Producción de Juveniles

La producción de juveniles de las corvinas incluye una amplia variedad de sistemas de producción, desde la larvicultura intensiva hasta la extensiva, en volúmenes que van desde 1 hasta 10.000 m³, con densidades desde 0,1 hasta 100 larvas/L. La secuencia alimenticia que se ha seguido en la larvicultura intensiva difiere poco de una especie a otra, siendo posible la cría larvaria sin el suministro de Artemia.

El crecimiento de las larvas de las distintas especies de Esciénidos sigue un patrón similar, aunque el verrugato (*U. cirrosa*) presenta una curva de crecimiento superior (Bajandas, et al., 2010).

En experimentos de cría larvaria realizados con *A. japonicus*, *A. regius*, *S. ocellatus* y *U. cirrosa*, donde se ha eliminado el suministro de Artemia, se han obtenido supervivencias larvarias a los 30 días de edad después de la eclosión (DDE) ligeramente inferiores a los alimentados con presas vivas de una manera convencional (rotíferos + Artemia), y sin merma importante en las tasas de crecimiento (SGR) (Segato, et al., 2008).

10.3.3 Preengorda y engorda

Durante la fase de preengorde en circuito cerrado (RAS) alcanzan los 40-50 gramos a los 2-3 meses de crianza con tasas diarias de crecimiento (SGR) del 3 %/día con supervivencias que oscilan entre 60 y 100 %. Las especies de la familia de los Esciénidos crecen bien en un amplio intervalo de salinidades (5 - 45 g/L) como demuestran los resultados obtenidos por (Partridge & Lymbery, 2009) con *Argyrosomus japonicus*.

Para alcanzar la talla comercial (800-1.000 gramos) las corvinas solo necesitan un año, cuando las temperaturas son las óptimas para su crecimiento. A nivel experimental solamente *C. gilberti* ha presentado un crecimiento inferior al resto de Esciénidos (Ureta, et al., 2009).

Para mantener tasas de crecimiento del 1 %/día durante la fase de engorde los Esciénidos necesitan aportes de pienso con un contenido en proteínas superiores al 44 % (Ureta, et al., 2009) y bajos contenidos en grasa, dada su condición de pescados magros. Las proteínas animales habituales en los piensos de los Esciénidos pueden ser sustituidas en parte por proteínas vegetales sin perjudicar el crecimiento ni la calidad de la carne (Segato, et al., 2008).

La tasa diaria de alimentación (SFR) y el peso medio de algunos Esciéndidos, con variaciones, dependiendo de la especie, se encuentra entre el 4 y 10 % biomasa pez /día para la fase de preengorde y entre 1 y 4 % biomasa pez/día para la fase de engorde (Bajandas, et al., 2010). Estas altas tasas de alimentación durante el preengorde y engorde, unido a niveles altos de proteínas en la dieta, y al comportamiento letárgico de esta familia, explica en parte esos crecimientos tan fuertes que encontramos en la mayoría de las especies de Esciéndidos. En esta familia es posible el engorde a altas densidades sin merma en el crecimiento de los alevines, como se ha podido comprobar en ensayos realizados con *S. ocellatus*. Esta característica también se ha podido comprobar en la fase de preengorde con densidades de crianza de hasta 50 kg/m³ con *A. japonicus* también se ha establecido que la carga mínima para el preengorde de *A. japonicus* debe ser 4 kg/m³ para poder obtener buenos rendimientos en el cultivo. Esto se debe a que las necesidades de oxígeno de los Esciéndidos no suelen ser muy altas, del orden de 73 mg/kg/h, muy inferior a los 300-400 mg/kg/h de la dorada y a la tendencia a formar bancos en las especies de esta familia (Ortega, 2008).

10.4 Experiencia y factibilidad de cultivo en Chile

Tras obtener en 2010 el subsidio de Corfo destinado al "Programa Integrado para el Desarrollo Sustentable del Cultivo de Corvina (*Cilus gilberti*)" otorgado a Fundación Chile (FCh), se inició el proyecto cuyo objetivo es obtener una tecnología óptima que permita el escalamiento comercial de la especie. Con ese propósito, se fijaron dos puntos estratégicos en el norte del país: el Centro Acuícola Tongoy (CAT), de FCh, en la Región de Coquimbo, y las instalaciones de UNAP y Cordunap en Iquique (particularmente Huayquique), en la Región de Tarapacá. La inversión global del Programa Corvina alcanzó los \$ 11.517.118.683, para el plazo de 12 años (2010-2022), en cuyo proceso han participado, además de Corfo y Fundación Chile, Universidad Arturo Prat, Universidad Católica del Norte, ADL Diagnostic Chile, Universidad Austral de Chile, Pesquera Friosur y Ewos Chile Alimentos (actual Cargill). Durante el periodo de investigación se probaron sistemas de cultivo de juveniles en estanques con flujo abierto, con recirculación (RAS), así como el engorde en mar (balsas jaulas) y en tierra.

Paralelamente en 2018, el CIC (dependiente de la UDA), desarrolló una experiencia similar (Figura 126) (Crisóstomo, 2022).

Para finalmente decantar en la producción de juveniles centralizada en el Centro Acuícola Tongoy de FCh, en RAS, y el engorde tanto en ese sistema como en las balsas jaulas ubicadas en el sector de Huayquique (región de Tarapacá) (Figura 127).

Un hito marcó el inicio del 2020 para el Programa Corvina: la cosecha de 5.000 kilogramos de corvina cultivada en RAS en Tongoy y 7.000 kg. en Iquique, esto junto a la siembra de 13 mil juveniles en las balsas jaulas instaladas en Iquique y las pruebas de mercado realizadas por la empresa Friosur, destacan entre los avances del proyecto. Los estudios realizados indican que la corvina ha demostrado ser una especie domesticable y adaptable a las condiciones de cautiverio, proponiendo un ciclo de cultivo standard (Figura 128) y estableciendo las condiciones básicas para generar un desarrollo comercial acuícola en el norte del país en torno a esta especie. Sin embargo, al igual que otras especies que se han desarrollado bastante a nivel de investigación, siguen existiendo brechas relacionadas a la tecnología necesaria para un adecuado escalamiento productivo tales como modernas instalaciones para la crianza de peces, equipamiento adecuado, unidades para la fabricación de alimento, plantas de procesamiento, servicios logísticos marinos y profesionales y técnicos entrenados. Todo ello atraerá inversiones y generará crecimiento y empleo para zonas donde actualmente no existe una industria acuícola de peces (la costa norte de Chile). Según el programa original este año se debería comenzar con la introducción a nivel productivo, sin embargo, incidentes de mortalidad, atrasos por pandemia y otros factores pueden hacer difícil cumplir con este programa (Pérez, 2022).



Figura 126. Estanque circular para preengorda y engorda de 12 m³. (Sistema RAS).



Figura 127. Engorda de corvina en balsas jaulas, Iquique región de Tarapacá. Fuente: (IFOP.cl, s.f.).

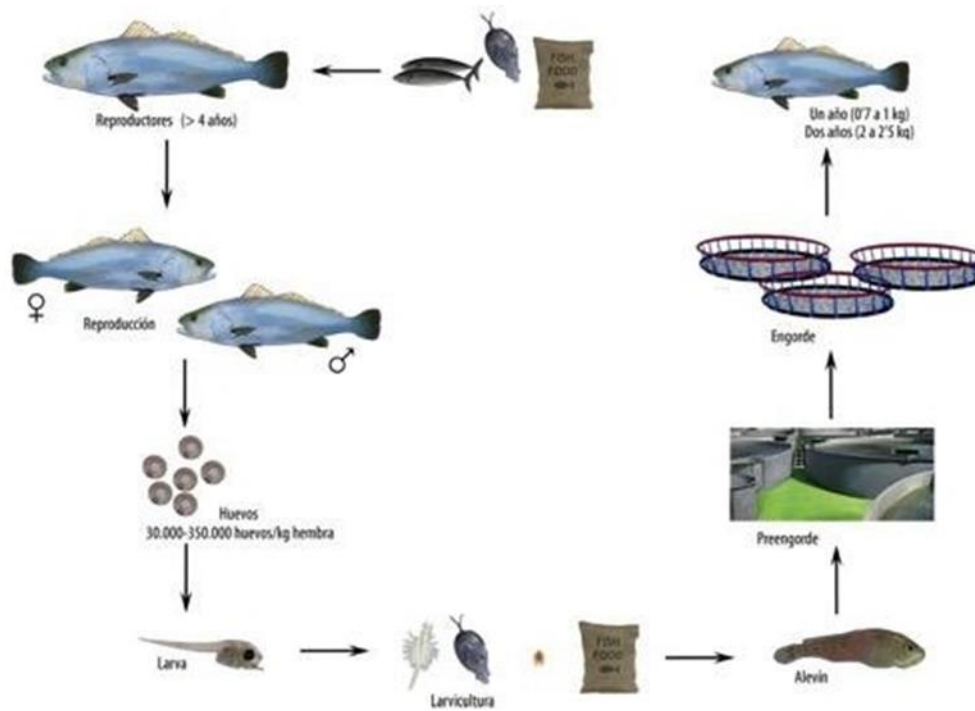


Figura 128. Ciclo de cultivo propuesto para la corvina chilena.

10.5 Proyección a pequeña escala

Para esta especie, también encontramos inconvenientes técnicos que restringen la posibilidad de evaluar con precisión la alternativa del cultivo a pequeña escala, aun cuando existe la posibilidad de adquirir juveniles en Fundación Chile, no existe información disponible para poder realizar una evaluación, tanto técnica como económica, donde se puedan obtener indicadores que permitan tomar una buena decisión.

11 Ficha Técnica de *Seriola lalandi* (dorado, palometa, vidriola o toremo)

11.1 Denominación

Nombre Común: Dorado, Palometa, Vidriola o Toremo.

Nombre Científico: *Seriola lalandi*

11.2 Características biológicas

Seriola lalandi es un miembro de la familia Carangidae, que se distribuye globalmente en agua templadas del océano pacífico desde Estados Unidos hasta Japón, Nueva Zelandia y Chile y también en el océano indico, cerca de Sudáfrica (Cardona – Pascual, 1993). Se caracteriza porque en los adultos, el dorso es generalmente de color azulado, los flancos y vientres plateados a blancos, a veces con un tinte rosado (1 y 2), aleta caudal amarilla, pectorales y pélvicas amarillentas (3 y 4).

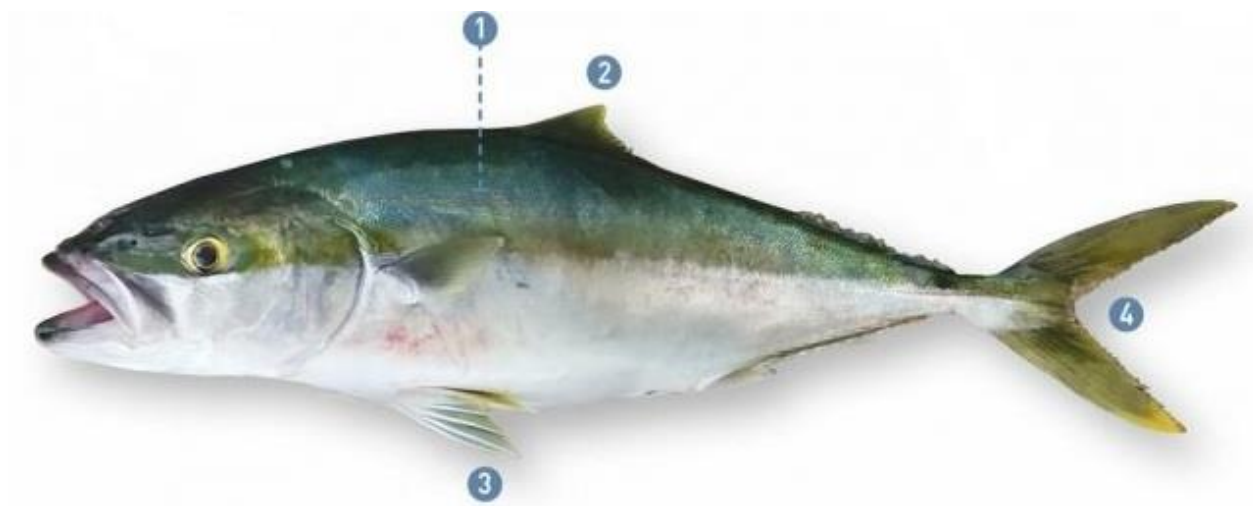


Figura 129: Adulto de *Seriola lalandi*. Fuente: (IFOP.cl, s.f.).

11.3 Antecedentes del cultivo

11.3.1 Producción de Juveniles

Los huevos de *Seriola* son pelágicos, esféricos y tienen un diámetro entre 1,27 y 1,5 mm. El desarrollo larvario es rápido, ya que la vejiga natatoria se infla a los 10 días, para luego alcanzar el estado de postlarva, a los 18 días a 20°C. El sistema de cultivo larvario es el tradicional,

comenzando con rotíferos, desde el día 3 o 4 hasta el día 14. La alimentación con nauplios de *Artemia* comienza el día 10, para luego continuar con metanauplios hasta el día 30. A partir del día 25 se comienza con el alimento formulado o pellets, el cual va aumentando de diámetro en función del tamaño de los individuos.

11.3.2 Engorde en mar

La etapa de engorde se desarrolla en sistemas balsas jaula en el mar, existen variadas formas y tamaños, cada una de ellas dependerá de las diversas condiciones ambientales donde se desarrolle la actividad de cultivo, tomando en cuenta, regímenes de marea, topografía, volumen de producción, etc.

El tamaño ideal de los juveniles que ingresan a las jaulas es de 50 gramos, se realiza una siembra con una densidad entre 100 – 200 individuos x m³, esta densidad ira descendiendo en la medida que los peces crecen. Durante este periodo la alimentación es crucial, algunos cultivos han experimentado con alimento húmedo y otros utilizan un balanceado seco, para este último caso se requiere un alimento con un nivel de proteína entre un 40-50% y un contenido de grasa inferior al 20% (Cardona – Pascual, 1993).

11.4 Experiencia en Chile

Seriola lalandi es una de las especies con mayor potencial para su producción acuícola en la zona norte del país. En pleno desierto de Atacama en la región de Atacama, a 20 km de la ciudad de Caldera, el Programa Tecnológico Estratégico de *Seriola*, impulsado por Corfo, busca desarrollar la industria de cultivo de *Seriola lalandi* en Chile y diversificar la acuicultura nacional con esta especie muy apetecida en el mercado asiático por la calidad de su carne, también conocido como vidriola, palometa o dorado e internacionalmente como Yellowtail, Great Amberjack o Hiramasa. En la localidad de Caldera, región de Atacama, desde hace aproximadamente 14 años la empresa Acuícola del Norte S. A. (Acuinor) ha desarrollado el cultivo de *Seriola lalandi*. Esta iniciativa se desarrolló con capitales propios de la empresa apoyado por Corfo, mediante la ejecución de una serie de proyectos de Desarrollo Tecnológico tales como: Programa de Diversificación de la Acuicultura Chilena y del Programa Tecnológico Estratégico para el desarrollo de tecnologías de engorde mediante sistemas de recirculación y ambientes controlados.

Con la denominación comercial de Patagonian Hiramasa, Acuinor está exportando juveniles vivos a todo el mundo. Actualmente exporta sus productos (frescos, enteros) al mercado europeo, así como a mercados seleccionados en los Estados Unidos. La producción completa de ACUINOR se realiza mediante un RAS basado en tierra y es parte de un esfuerzo mayor en curso para diversificar la acuicultura chilena (Muriel Teixido, 2022).

Otra iniciativa relacionada con el desarrollo de cultivo de la *Seriola lalandi*, es el proyecto de cultivo desarrollado por la empresa Atacama Yellow Tail, que está en etapa de implementación con apoyo de Aquapacífico (González, 2022).

La empresa CORPESCA (región de Arica y Parinacota) (Figura 130) y Fundación Chile (región de Los Lagos) (Figura 131), también han tenido avances en el desarrollo del cultivo de esta especie, sin embargo y al igual que las otras iniciativas, son parte de programas de inversión público-privada vigentes, lo cual no permite tener acceso a la información técnica de las fases del cultivo.



Figura 130. Unidad Piloto de engorda de Dorado, en instalaciones experimentales ubicadas al interior de la empresa Corpesca en Arica, región de Arica y Parinacota.

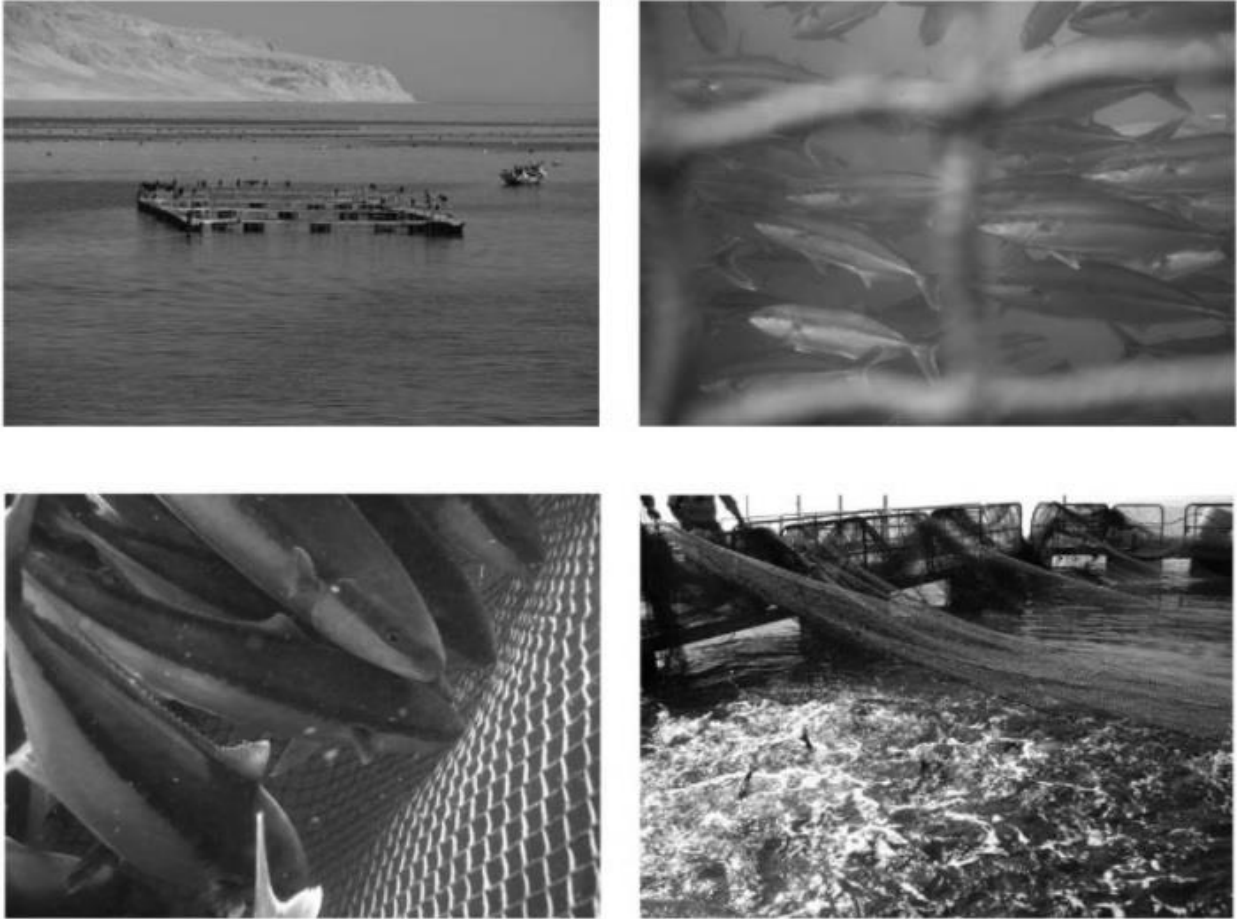


Figura 131. Engorda de dorado en balsas jaulas, región de Los Lagos.

11.5 Proyección a pequeña escala

Es complejo realizar una evaluación a pequeña escala sin contar con antecedentes mínimos de producción, desconociendo a cabalidad factores como, índice de conversión, tasas de crecimiento, demandas de oxígeno, etc., no obstante, existe evidencia comercial donde la empresa Acuinor, ya estaría en condiciones de poder comercializar juveniles de la especie, de tal forma, podría ser más factible, en un futuro cercano, poder evaluar solo la fase de engorda del cultivo de esta especie, descartando las etapas de reproducción donde generalmente se requieren mayores inversiones y además se necesita una logística tecnológica más avanzada.

12 Referencias

- acuiculturaspya.com, s.f. *www.acuiculturaspya.com*. [En línea] Available at: <https://www.acuiculturaspya.com/>
- Aquasesorias Ltda., 2015. *Diseño y valoración de modelos de cultivo para la acuicultura a pequeña escala*, VALPARAISO: FIPA 2015 - 02.
- Avendaño, M. & Cantillánez, M., 2008. *Evaluación del desempeño de la primera reserva marina en Chile, la Rinconada, en el ámbito de la conservación de especie focal Ostión del norte*, Antofagasta: Universidad de Antofagasta scielo.conicyt.cl.
- Avila, M. y otros, 2019. *Manual de Buenas Prácticas para el cultivo del Pelillo (Agarophyton chilensis ex Gracilaria chilensis)*, Puerto Montt: Serie programa educativo Para la pesca artesanal.
- Bajandas, A., Rodríguez-Rúa, A. & Cárdenas, C., 2010. *Efecto de las tasas de alimentación sobre el crecimiento de juveniles de corvina, Argyrosomus regius (Asso, 1801)*. Vigo, Foro Rias Gallegas.
- Bulboa, C. e. a., 2013. *researchers.unab.cl*. [En línea] Available at: <https://researchers.unab.cl/es/publications/a-new-method-for-cultivation-of-the-carragenophyte-and-edible-red>
- Cáceres, J. & Vásquez, R., 2003. *Enfermedades de moluscos cultivados en el Noreste de México*. .. 1 ed. Mexico DF: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Universidad de Baja California.
- Cancino, J. & C. Hernández, 1998. *Estudio del ciclo vital del piure y picoroco en la VIII Región*, Concepcion: Universidad católica de la Santísima Concepción..
- Candia, A. & Núñez, M., 2006. *Estrategias competitivas de mejoramiento productivo del cultivo de "pelillo" (Gracilaria chilensis) en la X Región*. 01CR3PT-13, s.l.: Proyecto FDI-CORFO.

- Cárdenas, S., Ureta, M. & Vélez, A., 2009. *Acuicultura de la corvina en España y Chile I. Alevinaje. II. Temuco*, II Congreso Nacional de Acuicultura. 7-9 de Enero de 2009..
- Cardona – Pascual, L., 1993. *Otras especies de peces con interés en Acuicultura*. 1 ed. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Cea, M., 1992. Estadios primarios de desarrollo y metamorfosis de *Pyura chilensis* Molina, 1782 (Tunicata, Ascidiacea, Pyuridae). *Publicaciones Universidad de Concepcion*, Volumen 1.
- Contreras, J. & Godoy, C., 2021. *Manual de procedimientos y buenas prácticas para la captación de semillas de chorito (*Mytilus chilensis*) en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos. Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en el sector pesquero y acuícola chileno al camb*, SANTIAGO DE CHILE: FAO.
- Corazani, D. & Illanes, J. E., 1998. • Growth of juvenile abalone, *Haliotis discus hannai* Ino 1953 and *Haliotis rufescens* Swainson 1822, feed with different diets.. *J. Shellfish Res.*, , 17(3), pp. 663-666..
- Crisóstomo, R., 2008. *Descripción de los aspectos mas relevantes del cultivo de abalón en los principales países productores del mundo y su aplicación al cultivo de abalón rojo "Haliotis rufescens"*, Coquimbo: Tesis Departamento de Acuicultura. Universidad Católica del Norte.
- Crisóstomo, R., 2022. [Entrevista] (agosto 2022).
- Durazo, E., 2001. Efecto de la concentración de agar, alginato y carregenano en la estabilidad, dureza y lavado de nutrientes en alimentos en alimento balanceados para adulón. *Ciencias Marinas*, Issue 27, pp. 1-19.
- FAO, 2005. *Cultured Aquatic Species Information Programme Crassostrea gigas.*, Roma: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO.
- FIPA 2003-27, 2003. *Estatus sanitario de los moluscos de cultivo en relación a las enfermedades de alto riesgo*, s.l.: s.n.

- FIPA 2006-37, 2006. 1. *FIPA 2006-37: Establecimiento de un protocolo de seguimiento ambiental para la determinación de la capacidad de carga para el cultivo del Ostión del norte*, VALPARAISO: SUBPESCA.
- FIPA 2017-23, 2020. *www.subpesca.cl*. [En línea] Available at: https://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-97683_informe_final.pdf
- FIPA Nº 2015-02, 2015. *DISEÑO Y VALORACIÓN DE MODELOS DE CULTIVO PARA LA ACUICULTURA DE PEQUEÑA ESCALA*”, VALPARAISO: FONDO DE INVESTIGACION PESQUERO ACUICOLA.
- Fleming, A. E. & Barneveld, R. V., 1996. The development of artificial diets for abalone: a review and future directions.. *Aquaculture*, 140(1), pp. (1-2): 5-53.
- Flores, R. & Aguilar, M., 2003. *Pre-proyecto comercial de cultivo de abalón en el mar en el sur de Chile*, Puerto Montt: Fundacion Chile.
- Godoy, M., 2002. Programa de manejo sanitario. Su importancia en la gestión productiva de moluscos. Servicio de Ictiopatología Fundacion Chile. *Revista Aquasur*, 1(1), p. 54.
- González, C., 2022. *AquaPacífico* [Entrevista] (julio 2022).
- GORECOQUIMBO, s.f. *WWW.GORECOQUIMBO.CL*. [En línea]
- Guisado, C., 2017. *DISEÑO Y VALORACIÓN DE MODELOS DE CULTIVO PARA LA ACUICULTURA DE PEQUEÑA ESCALA*”, PUERTO MONTT: FIPA 2015 - 02.
- Hahn, K., 1989. Handbook of culture of abalone and other marine gastropods. En: California: CRS Press. Boca Ratón, pp. 113-128.
- <http://ictioplanctonenchile.blogspot.com>, 2011. *ictioplanctonenchile.blogspot.com*. [En línea] Available at: <http://ictioplanctonenchile.blogspot.com/2011/10/peces-asociados-piures-continuacion.html>
- <http://www.fundacionchinquihue.cl>, s.f. *www.fundacionchinquihue.cl*. [En línea] Available at: <http://www.fundacionchinquihue.cl/acuicultura-pequena-escala/>

<https://tecnonetsite.com/>, s.f. *tecnonetsite.com*. [En línea] Available at: <https://tecnonetsite.com/>

<https://wikincar.cl>, s.f. *wikincar*. [En línea] Available at: <https://wikincar.cl/algas/>

<https://wikincar.cl>, s.f. *www.wikincar.cl*. [En línea] Available at: <https://wikincar.cl/cultivo-de-moluscos/engorde/>

<https://www.acuiculturaenareasdemanejo.cl/>, s.f. *www.acuiculturaenareasdemanejo.cl*. [En línea] Available at: <https://www.acuiculturaenareasdemanejo.cl/>

<https://www.aqua.cl/>, s.f. *www.aqua.cl*. [En línea] Available at: <https://www.aqua.cl/>

<https://www.ciudadanab.com>, 2017. *www.ciudadanab.com*. [En línea] Available at: <https://www.ciudadanab.com/comamos-algas/>

<https://www.mundoacuicola.cl>, 2019. *www.mundoacuicola.cl*. [En línea] Available at: <https://www.mundoacuicola.cl/new/pescadores-inician-cultivo-de-piure-en-caleta-proxima-a-los-vilos/>

<https://www.sonapesca.cl>, s.f. *www.sonapesca.cl*. [En línea] Available at: <https://www.sonapesca.cl/biorremediacion-algal-con-macrocytis-pyrifera-una-alternativa-para-recuperar-bahias-contaminadas/>

Ifop , 2006. *Pesquería de Pyura chilensis (Molina 1782) Tunicata, Ascidiacea, Pyurida e Investigación Pesquerías Bentónicas*, s.l.: Aquadoc.org..

IFOP.cl, s.f. *www.ifop.cl*. [En línea] Available at: <https://www.ifop.cl/>

IFOP, 2019. *Informe final. Programa integral de desarrollo de acuicultura de algas para pescadores artesanales. Etapa 2*, s.l.: s.n.

IFOP, s.f. *WWW.IFOP.CL*. [En línea]

impex-pacifico.com, s.f. *www.impex-pacifico.com*. [En línea] Available at: <https://www.impex-pacifico.com/>

Macchiavello- Armengol, J., 2008. *anid.cl*. [En línea] Available at: <http://repositorio.conicyt.cl/handle/10533/109346>

- Muriel Teixido, G. c. A., 2022. [Entrevista] (julio 2022).
- Orellana, J., 2012. *Jennifer Orellana, Rendimientos de cultivo de *Macrocystis integrifolia* según método de siembra en long-line, a partir de bastidores con esporas, en la localidad de Bahía Inglesa, III Región, Proyecto para optar al título de Ingeniero Pesquero, PONTIFICIA*, Valparaíso: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO.
- Ortega, A., 2008. *Cultivo de la Dorada (*Sparus aurata*)*. Madrid, FOESA, CSIC y MARM, p. 44.
- Osorio, C., 1979. *Moluscos marinos de importancia económica en Chile*, Valparaíso: Biología Pesquera.
- Partridge, G. & LyMBERY, A., 2009. Effects of manganese on juvenile mullet (Argyrosomus japonicus) cultured in water with varying salinity – Implications for inland mariculture.. *Aquaculture*, pp. 311-316.
- Pereira Chavez, L., 2017. *MANUAL PARA EL CULTIVO DE LA OSTRAS DEL PACIFICO*, COQUIMBO: UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE.
- Pereira Chávez, L., 2017. *MANUAL PARA EL CULTIVO DE LA OSTRAS DEL PACIFICO*, COQUIMBO: UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE.
- Pérez, H., 2022. [Entrevista] (junio 2022).
- Pérez, H., 2022. [Entrevista] (agosto 2022).
- Pérez-Valdés, M. e. a., 2017. *www.scielo.cl*. [En línea] Available at: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-19572017000200012
- Piel, M., 2003. *Estudios experimentales en el cultivo de *Macrocystis pyrifera*), a partir de gametofitos procedentes de cuatro localidades del sur de Chile (X-XII Regiones)*. Tesis de grado para optar a Título de Biólogo Marino., Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Robledo, R., 2018. *Manual de Procedimientos para la instalación de un cultivo de Ostra Japonesa*, Roma: FAO.

- Rojas, P., 2012. *Evaluación de la sustitución de alimento natural por alimento balanceado como una nueva alternativa de alimentación para el cultivo del abalón rojo (Haliotis rufescens), en etapa de engorda*, Valparaíso: PUCV.
- Romo, H., 2017. *Diagnóstico de las pesquerías de macroalgas pardas en la VII y VIII Regiones, con fines de establecer medidas administrativas y de manejo, para la sustentabilidad pesquera.*, s.l.: FIPA 2017-56.
- Saavedra S, y otros, 2019. *Cultivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura de Pequeña Escala en Chile. Convenio de Desempeño*, ., Santiago: Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño.
- Saavedra, s. y otros, 2019. *Cultivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura de Pequeña Escala en Chile.*, s.l.: Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño.
- Segato, S., Fasolato, L. & Balzan, S., 2008. Effect of dietary EE/NFE ratio on sensorial traits of juvenile shi drum.. *Acta Agriculturae Slovenica*, Volumen 2, pp. 123-127.
- SERNAPESCA, 2020. *WWW.SERNAPESCA.CL*. [En línea].
- Sernapesca, 2021. *Anuario Estadístico*, Valparaíso: s.n.
- Subpesca, s.f. *Alga pelillo*. [En línea] Available at: <https://www.subpesca.cl/portal/616/w3-article-849.html>
- Ureta, M., Avalos, P. & Estrada, C., 2009. *Desarrollo de la tecnología de engorda de juveniles de corvina (Cilus gilberti) en balsas jaula en la IV Región, Coquimbo. Seminario Final de Difusión. del Proyecto InnovaChile*, Tongoy: Corfo.
- Uriarte, I., 2008. *Estado actual del cultivo de moluscos bivalvos en Chile*. , Santiago: s.n.
- Uribe, E. & Blanco, M., 2001. *Capacidad de los sistemas acuáticos para el sostenimiento del cultivo de pectínidos: el caso de Argopecten purpuratus en la bahía de Tongoy, Chile*, Coquimbo: Universidad Católica del Norte.
- VALLE-LEVINSON, A. & J. J. O. a. J. L. B., 2006. Tidal and residual circulation in a semi-arid bay: Coquimbo Bay, Chile.. En: coquimbo: Continental Shelf Research , pp. 2009-2028.

Viana, M. T., 2002. *Avances en la nutrición, fisiología digestiva y metabolismo del abalón.*
California: Instituto de Investigaciones Oceanograficas.

www.gob.pe/fondepes, s.f. *www.gob.pe/fondepes.* [En línea] Available at:
<https://www.gob.pe/fondepes>

www.marienberg.cl, s.f. *www.marienberg.cl.* [En línea] Available at: www.marienberg.cl

www.mundoacuicola.cl, s.f. *mundoacuicola.cl.* [En línea] Available at:
<https://www.mundoacuicola.cl/new/>

www.mundoacuicola.cl, s.f. *www.mundoacuicola.cl.* [En línea] Available at:
<https://www.mundoacuicola.cl/new/category/noticias/acuicultura/>



CESSO™ es un Centro de Estudios creado el año 2009 con el fin de ser una oferta distinta a la ejecución de estudios, investigaciones, capacitaciones y facilitación o mediación de procesos de diálogo entre diversos grupos de interés, a partir de un enfoque de trabajo colaborativo y transdisciplinario.

Nuestra misión es impulsar el abordaje transdisciplinario, el trabajo colaborativo, el diálogo de saberes y la participación responsable en el diseño e implementación de iniciativas públicas y privadas, para contribuir a una convivencia consensuada con la naturaleza que aporte al desarrollo de las personas y la sociedad.

www.cesso.net

