



MANUAL DE PROCEDIMIENTOS
CULTIVO DE PIURE (*Pyura chilensis*)
EN SISTEMA SUSPENDIDO TIPO LONG- LINE

Diciembre, 2020

I.	Índice	
I.	Índice.....	2
II.	Índice de figuras.....	5
III.	Índice de tablas.....	7
1.	INTRODUCCIÓN	8
2.	ESTADO DEL ARTE	10
2.1	ANTECEDENTES DE LA ESPECIE ESTUDIADA.....	10
2.1.1	Descripción de la especie.....	10
2.1.2	Taxonomía.....	11
2.1.3	Hábitat y distribución espacial.....	11
2.1.4	Biología reproductiva.....	11
2.1.5	Crecimiento.....	12
2.1.6	Hábitos alimentarios.....	12
2.2	CICLO DE VIDA.....	13
2.3	TIPOS DE SISTEMAS DE CULTIVO.....	15
2.3.1	Sistema suspendido.....	15
2.4	ABASTECIMIENTO DE SEMILLAS.....	18
2.4.1	Cuelgas provenientes de otro centro de cultivo.....	18
2.4.2	Captación de semillas de piure en cuelgas colectoras.....	19
2.4.3	Producción de cuelgas de cultivo de piure en ambiente controlado (hatchery).....	19
2.5	Siembra cuelgas de piure en Long- line.....	20
2.6	Monitoreo.....	21
3.	TECNOLOGIA CULTIVO SUSPENDIDO	22
3.1	SELECCIÓN DEL LUGAR DE CULTIVO.....	22

3.1.1	Factores Oceanográficos.....	22
3.1.1.1	Tipo de fondo.....	22
3.1.1.2	Corriente costera.....	22
3.1.1.3	Batimetría.....	23
3.1.1.4	Olas y vientos.....	23
3.1.2	Parámetros de cultivo.....	23
3.1.2.1	Oxígeno disuelto.....	24
3.1.2.2	Disponibilidad de alimento.....	24
3.1.3	Servicios complementarios.....	24
3.1.3.1	Vías de acceso.....	24
3.1.3.2	Cercanía con el abastecedor de semillas.....	25
3.1.3.3	Mano de obra disponible.....	25
3.1.3.4	Cercanías a centros poblados.....	25
3.1.3.5	Disponibilidad de servicios públicos.....	25
3.2	INFRAESTRUCTURA DE CULTIVO.....	26
3.2.1	Sistema Long- line.....	26
3.2.1.1	Sistema de flotación.....	26
3.2.1.2	Sistema de anclaje o muerto.....	27
3.2.1.3	Sistema de crecimiento.....	28
3.2.2	Tipos de Long- line.....	28
3.2.2.1	Long- line sub superficial o de media agua para engorda	29
3.2.3	Diseño y armado de un Long- line sub superficial o de media agua.....	30
3.2.3.1	Armado de línea.....	30
3.2.3.2	Fabricación de muertos de fondeo.....	35
3.2.3.2.1	Componentes de un muerto de fondeo.....	35
3.2.3.2.2	Construcción de 6 muertos de fondeo de 250 Kg....	36
3.2.4	Calado de muertos	41
3.2.5	Instalación línea de cultivo.....	43
3.2.6	Tensado de la línea.....	43
3.3	PROCESO PRODUCTIVO CULTIVO SUSPENDIDO DE PIURE.....	44

3.3.1	Etapas de producción.....	43
3.3.1.1	Siembra de piure (Inicio Cultivo).....	43
3.3.1.1.1	Captación semillas del ambiente.....	44
3.3.1.1.2	Producción artificial en hatchery.....	44
3.3.1.2	Engorda (Cultivo Final).....	44
3.3.1.3	Cosecha y comercialización.....	45
3.3.2	Actividades complementarias al proceso productivo.....	45
3.3.2.1	Reflote líneas de cultivo.....	46
3.3.2.2	Limpieza de boyas.....	47
3.3.2.3	Muestreos oceanográficos.....	47
3.4	Tamaño de la producción.....	49
3.4.1	Descripción general de las instalaciones, equipos y maquinarias.....	49
3.4.2	Alternativas de producción.....	50
3.4.3	Resolución de problemas operativos del cultivo.....	52
3.4.3.1	Hundimiento de la línea de cultivo.....	52
3.4.3.2	Corte de cuelgas de piure.....	52
3.4.3.3	Tamaño máximo de cuelgas de piure.....	52
3.4.3.4	Mortalidad masiva.....	52
3.4.3.5	Competencia de espacio por aumento de <i>Ciona intestinalis</i> (piure blanco).....	53
3.5	Registros y declaraciones del nivel de producción en las instalaciones de cultivo....	53
3.5.1	Abastecimiento.....	54
3.5.2	Existencia.....	55
3.5.3	Cosecha y destino.....	56
3.6	Mecanismos de control y administración productiva del centro de cultivo.....	57
3.7	Modelos de Gestión Acuícola para Organizaciones de Pescadores Artesanales.....	57
4.	CONCLUSIONES.....	60
5.	GLOSARIO.....	61

II. Índice de Figuras.

Figura N° 01	Morfología del piure (<i>Pyura chilensis</i>).	10
Figura N° 02	Vista lateral interna de un piure.	13
Figura N° 03	Ciclo de vida del piure.	14
Figura N° 04	Sistemas de cultivo suspendido Long- Line.	15
Figura N° 05	Muertos o fondeos de concreto.	16
Figura N° 06	Boya de reflote 30 cm de diámetro.	16
Figura N° 07	Boya demarcatoria 37 cm de diámetro.	16
Figura N° 08	Colector de cultivo vacío y cuelga de piure ya en cultivo.	17
Figura N° 09	Fondeo de concreto 250 kg.	27
Figura N° 10	<i>Long- line</i> media agua para engorde.	28
Figura N° 11	Estructura de cultivo <i>Long- line</i> .	29
Figura N° 12	Profundidades supuesto calculo líneas de fondeo.	30
Figura N° 13	Marcaje de long- line para identificar líneas de fondeo, línea madre y chicote boyas marcatorias.	31
Figura N° 14	Preparación de línea de cultivo.	31
Figura N° 15	Marcaje de línea de cultivo, puntos de inicio- termino línea fondeo y línea madre.	32
Figura N° 16	Marcaje de puntos unión de chicotes de boyas marcatorias.	32
Figura N° 17	Amarre de chicotes de boyas marcatorias a la línea madre	33
Figura N° 18	Línea de cultivo lista y ordenada para trasladar a la zona de instalación del Long- line	33
Figura N° 19	Oreja metálica, recubierta con manguera de 1".	34
Figura N° 20	Tren de muertos que sostiene el Long- Line.	35
Figura N° 21	Muerto de fondeo pirámide truncado.	35
Figura N° 22	Tronzadora para metal.	36
Figura N° 23	Carretilla concretera.	37
Figura N° 24	Sierra circular.	37
Figura N° 25	Trompo mezclador.	37
Figura N° 26	Molde para la construcción de muerto de fondeo.	38
Figura N° 27	Molde para la confección del muerto de 250 kg.	38
Figura N° 28	Oreja a instalar en muerto de fondeo.	39
Figura N° 29	Lugar limpio para instalación de moldes.	39
Figura N° 30	Instalación de oreja en el piso.	39
Figura N° 31	Estructura metálica para soporte del muerto.	39
Figura N° 32	Relleno de moldes de muertos de fondeo.	40
Figura N° 33	Muertos listos para comenzar a secarse para su utilización.	41
Figura N° 34	Brazo hidráulica para carga de muertos de fondeo.	41

Figura N° 35	Muertos instalados sobre la cubierta de la embarcación.	41
Figura N° 36	Disposición de muertos formando un tren de muertos en el punto costa y otro en el punto mar.	42
Figura N° 37	Tensado de Long- line.	43
Figura N° 38	Long- line de cultivo con boyas marcatorias de línea sumergidas por efecto del fouling y peso de las cuelgas.	46
Figura N° 39	Equipo multiparametro, registra temperatura y oxígeno disuelto.	47
Figura N° 40	Red para toma de muestras de fitoplancton.	48
Figura N° 41	Formulario aviso de cosecha en Áreas de Manejo.	54
Figura N° 42	Formulario de declaración de abastecimiento para centros de cultivo.	55
Figura N° 43	Formulario de declaración de existencias para centros de cultivo.	56
Figura N° 44	Formulario de declaración de salidas: cosecha, mortalidad y destino para centros de cultivo	57
Figura N° 45	Organigrama necesario para la implementación y puesta en marcha del proyecto técnico de cultivo de Piure	58
Figura N° 46	Organigrama necesario para la operación del cultivo de piure en Caleta Hornos.	59

III. Índice de tablas.

Tabla N° 01	Supuestos profundidad donde instalar Long- line y el correspondiente largo de línea de fondeo.	30
Tabla N° 02	Materiales confección de fondeos o muertos.	36
Tabla N° 03	Producción actual autorizada y producción final a solicitar.	51

1. INTRODUCCIÓN.

Las sociedades humanas enfrentan el inmenso desafío de tener que proporcionar alimentos y medios de vida a una población que, para mediados del siglo XXI, superará con creces los 9.000 millones de personas, al tiempo que deberán abordar los efectos desproporcionados del cambio climático y la degradación ambiental en la base de los recursos¹.

La acuicultura sigue creciendo más rápido que otros sectores principales de producción de alimentos, aunque ya no muestra las elevadas tasas de crecimiento anuales de las décadas de 1980 y 1990 (11,3% y 10,0%, excluidas las plantas acuáticas). El crecimiento anual medio descendió al 5,8% durante el período 2000- 2016, aunque siguió registrándose un crecimiento de dos dígitos en un pequeño número de países individuales, especialmente en África entre 2006 y 2010¹.

El piure o *Pyura chilensis* (Molina, 1782), es una especie de ascidia que se puede presentar en la naturaleza en forma individual, formando parches o densas agregaciones (Manríquez & Castilla 2005², Bustos 2006³). Es un recurso de importancia económica en el sector pesquero artesanal (Tapia & Barahona 2007⁴). Su distribución geográfica se extiende desde el sur del Perú hasta el sur de Chile 43°S (Lagger et al. 2009⁵). El tunicado *P. chilensis* se ha considerado una especie de importancia ecológica, por concentrar una gran diversidad biológica en sus agregaciones y de importancia económica por ser un recurso de extracción por pescadores artesanales (Astorga & Ortiz 2006⁶); sin embargo, durante los últimos 20 años se ha observado una drástica disminución, cercana al 77,8%, en los desembarques pesqueros nacionales de esta especie, cayendo desde un promedio de extracción de 3.500 ton durante el período 1989-1997, hasta un promedio cercano a las 1.200 ton durante el período 2004-2014 (SERNAPESCA, Chile⁷).

¹ FAO. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

² Manríquez P & J Castilla. 2005. Self-fertilization as an alternative mode of fertilization in the solitary tunicate *Pyura chilensis*. *Marine Ecology Progress Series* 305: 113-125.

³ Bustos, S. 2006. Protocolo para la producción y fijación de larvas de piure *Pyura chilensis* Molina 1782 (Chordata, Tunicata, Ascidiacea) para pescadores de área de manejo y explotación de recursos bentónicos. Tesis para optar al grado de Licenciado y título de Biología marina. Universidad Católica del Norte.

⁴ Tapia C & N Barahona. 2007. Investigación situación pesquerías bentónicas, 2006: Pesquería de *Pyura chilensis* (Molina, 1782) (Tunicata, Ascidiacea, Pyuridae). Informe Técnico IFOP, SUBPESCA BIP N°30043687-0, pp. 1-61

⁵ Lagger C, V Häussermann, G Försterra & M Tatián. 2009. Ascidians from the southern Chilean Comau Fjord (Chordata, Ascidiacea). *Spixiana* 32(2): 173-185.

⁶ Astorga M & J Ortiz. 2006. Variabilidad genética y estructura poblacional del tunicado *Pyura chilensis* Molina, 1782, en la costa de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 423-434.

⁷ Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA). Anuario 2014 - Series 2004-2014. Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura, Valparaíso. <http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=246&func=startdown&id=12418>

El sistema de extracción utilizado es fundamentalmente buceo y en menor grado extracción por recolectores de orilla (I y II regiones). A nivel nacional los buzos utilizan ganchos para la remoción de las agregaciones de piure, las que son acumuladas en chinguillos para luego ser trasladadas a las embarcaciones (Tapia & Barahona, 2007⁸).

El proyecto FONDEF HUAM AQ08 I 1030 ejecutado por la Universidad Católica del Norte, permitió generar una tecnología de cultivo para la producción de la ascidea de interés comercial “piure” (*Pyura chilensis*) en la zona norte de Chile, como alternativa productiva de venta directa para consumo humano o para su aprovechamiento como alimento para el mejoramiento de la producción y rendimientos del recurso “loco” (*Concholepas concholepas*) en Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB). Como resultado de la investigación realizada, la tecnología desarrollada de cultivo de “piure” para su consumo humano abarca todo el ciclo de cultivo, desde la producción de nuevos individuos en laboratorio (“hatchery”), hasta la etapa de engorda en el mar al interior de las Áreas de Manejo (AMERB), quedando disponible para su implementación en las Asociaciones Gremiales interesadas en desarrollar su cultivo.

Las experiencias en cultivo de piure todavía no son masivas, pese a que existe un gran interés por desarrollar su cultivo, por parte de organizaciones de pescadores artesanales, como lo indican resultados del proyecto “Estudios de emplazamiento de áreas de Acuicultura de pequeña escala en la zona norte” de IFOP⁹, debido a que este cultivo requiere de un bajo nivel de inversión, menor capital de trabajo y retornos de dinero en un corto tiempo.

El siguiente manual de procedimientos “Cultivo de piure (*Pyura chilensis*) en sistema suspendido tipo long- line”, tiene como objetivo principal brindar una guía de orientación técnica para poder implementar sistemas de cultivo suspendido de piure principalmente a pescadores artesanales que pretenden comenzar a realizar actividades de cultivo suspendido de esta especie, así como describir los procesos administrativos que son parte fundamental para el manejo óptimo de un cultivo de piure.

⁸ Tapia C & N Barahona. 2007. Investigación situación pesquerías bentónicas, 2006: Pesquería de *Pyura chilensis* (Molina, 1782) (Tunicata, Ascidiacea, Pyuridae). Informe Técnico IFOP, SUBPESCA BIP N°30043687-0, pp. 1-61.

⁹ Estudios de emplazamiento de áreas de Acuicultura de pequeña escala en la zona norte. Proyecto FIP 2013-23. Instituto de Fomento Pesquero. 2015

2. ESTADO DEL ARTE.

2.1 ANTECEDENTES DE LA ESPECIE ESTUDIADA.

2.1.1 Descripción de la especie.

Pyura chilensis, es una especie de ascidia solitaria que puede presentarse en el medio en forma individual, formando parches o en densas agregaciones. Estas agregaciones generan microhabitats donde habita una abundante y diversa epifauna, cumpliendo un papel importante en términos ecológicos. A nivel nacional se distribuye a lo largo de toda la costa. En Chile junto a esta especie también es explotada con fines comerciales *Pyura praeputialis*, cuya distribución a nivel nacional está restringida sólo a una porción de la costa de la bahía de Antofagasta.

El piure se distribuye geográficamente desde Huarmey en Perú (10° S), hasta el sur en la costa chilena (44° S) y se encuentra en la zona intermareal baja y submareal alcanzando hasta 70 m de profundidad. En nuestro país, el piure se extrae desde la región de Arica y Parinacota hasta la región de Los Lagos. Siendo esta última la región en la cual se extrae la mayor cantidad, alcanzando las 1.356 toneladas durante el año 2016. Esta especie alcanza la talla comercial entre los 16 y 18 meses.

A nivel externo posee una túnica que en su exterior es de superficie irregular (Fig. 1a) y en su interior es lisa y de color rosado, esta túnica, envuelve un cuerpo rojizo y blando que presenta en su sector apical dos sifones y puede alcanzar tallas de hasta 20 cm de longitud (Fig. 1b).

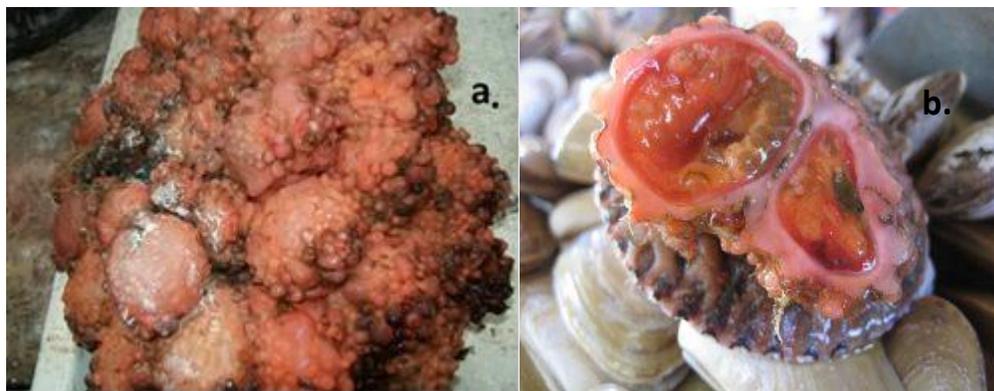


Figura 01: Morfología piure. (*Pyura chilensis*)

2.1.2 Taxonomía.

Phylum:	Chordata
Sub phylum:	Urochordata
Clase:	Ascidiacea
Orden:	Stolidobranchia
Familia:	Pyuridae
Género:	<i>Pyura</i>
Especie:	<i>Pyura chilensis</i> (Molina, 1782).

2.1.3 Hábitat y distribución espacial.

Para *Pyura chilensis* se ha descrito que posee una distribución geográfica que se extiende desde Huarney en Perú (10° LS) hasta la X Región (42° LS)(Bustos, 2006, Ojeda, 1982). Sin embargo, se ha observado presencia de este recurso hasta la XII Región. En términos batimétricos, esta especie habita entre el intermareal bajo hasta el submareal somero, siendo una especie de transición de las aguas frías de la región Magallánica (Vásquez, 1983, Stotz *et al.*, 1991).

2.1.4 Biología reproductiva.

P. chilensis es un hermafrodita simultáneo en el cual las gónadas masculina y femenina forman una sola estructura (Tapia & Barahona, 2007)¹⁰, posee capacidad para la autofecundación cuando está solitario y la fecundación cruzada como principal estrategia reproductiva cuando están suficientemente cerca (Manríquez & Castilla 2005¹¹, Haye & Muñoz-Herrera 2013¹²). Basado en el seguimiento del índice gonadosomático y del análisis histológico de la gónada, realizados en animales procedentes de banco natural, se estableció que el período de madurez sexual en la zona de Concepción, Región del Biobío, sería entre septiembre y marzo, con un máximo en enero (Cea

¹⁰ Tapia C & N Barahona. 2007. Investigación situación pesquerías bentónicas, 2006: Pesquería de *Pyura chilensis* (Molina, 1782) (Tunicata, Ascidiacea, Pyuridae). Informe Técnico IFOP, SUBPESCA BIP N°30043687-0, pp. 1-61.

¹¹ Manríquez P & J Castilla. 2005. Self-fertilization as an alternative mode of fertilization in the solitary tunicate *Pyura chilensis*. *Marine Ecology Progress Series* 305: 113-125.

¹² Haye P & N Muñoz-Herrera. 2013. Isolation with differentiation followed by expansion with admixture in the tunicate *Pyura chilensis*. *BMC Evolutionary Biology* 13: 252-267.

1970¹³); sin embargo, se presentan individuos en gametogénesis la mayor parte del año (Cancino et al. 1998¹⁴). Mientras que, en Bahía La Herradura, Región de Coquimbo, la predominancia de gametos maduros se da en junio y julio coincidiendo con las temperaturas más bajas (Romero *et al.* 2011¹⁵).

2.1.5 Crecimiento.

Stotz et al. (1995¹⁶) señalan que la determinación del crecimiento de *P. chilensis* presenta un problema metodológico, por la morfología externa de la túnica que es altamente irregular como por la conducta gregaria de la especie que forma agregaciones muy compactas con individuos de diferentes tamaños. Señalan, además, que la medición de volumen de las partes blandas sería una buena medida, sin embargo no se adecuaría para su posterior procesamiento con modelos de crecimiento debido a que las posibles pérdidas de agua generan variabilidad en las medidas. Finalmente proponen la medición de la distancia interna entre los orificios de la inserción de los sifones o la distancia externa entre sifones como buenas medidas lineales de la talla *P. chilensis*. La talla máxima la lograría esta especie en aproximadamente 3 a 4 años.

2.1.6 Hábitos alimentarios.

El piure es un animal filtrador y se alimenta de plancton que extrae del agua de mar por medio del sifón bucal expulsando el agua por el sifón atrial o cloacal, dejando atrapado en los sacos faríngeo-branquial los organismos que le sirven de alimento (Gutiérrez & Lay, 1965¹⁷) (Fig. N°2).

¹³⁻¹⁸⁻¹⁹ Cea G. 1970. Estados primarios del desarrollo y metamorfosis de *Pyura chilensis* Molina, 1782 (Tunicata, Ascidiacea, Pyuridae). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 42: 317-331.

¹⁴ Cancino J, C Hernandez, J Chong, R Otaiza, D Iriarte & F Aviles. 1998. Estudios del ciclo vital del piure y picoroco en la VII Región. Informe final, Fondo de Investigación Pesquera (FIP), Proyecto N° 96-49: 1-165.

¹⁵ Romero MS, W Stotz, F Ruiz, P Araya & S Torres. 2011. Ciclo reproductivo de *Pyura chilensis* Molina, 1782 en la región de Coquimbo, Chile. Libro de Resúmenes XXXI Congreso de Ciencias del Mar, 16 al 19 de agosto de 2011, Viña del Mar, Chile, p. 140.

¹⁶ Stotz, W., A. González, J. Aburto & L. Caillaux. 1995. Estrategia metodológica para la estimación de crecimiento de la ascidia *Pyura chilensis*. XV Jornadas de Ciencias del Mar. Coquimbo. Abstract.

¹⁷ Gutiérrez, J. & J. Lay. 1995. Observaciones Biológicas en la población de *Pyura chilensis* e Antofagasta. Rev. Estudios Oceanológicos, Chile. 1:1- 32.

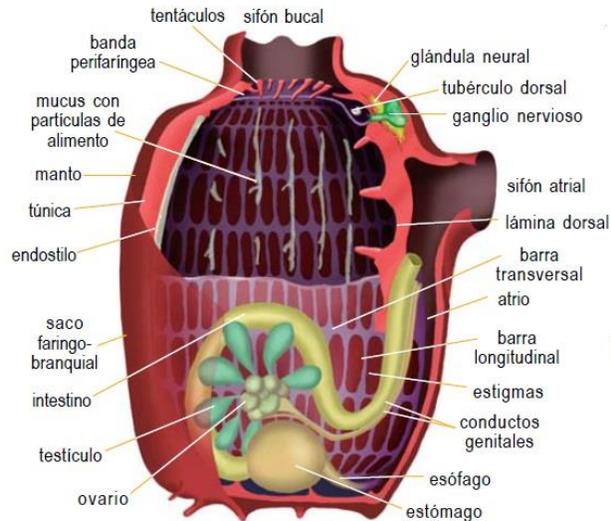


Figura N° 02: Vista lateral interna de un piure.
 (Fuente: Chile. Especies bentónicas de importancia comercial. 2007)

2.2 CICLO DE VIDA.

En relación al desarrollo embrionario del piure, este varía entre 14 y 16 h a 15°C, emergiendo una larva renacuajo que se mantiene en el plancton durante 12 a 24 h (Cea 1970¹⁸). La larva se adhiere a un sustrato rugoso preferentemente a la túnica de adultos (Cea 1970¹⁹, Clarke et al. 1999²⁰, Manríquez & Castilla 2007²¹) o sobre rocas, troncos, conchas de otros organismos y por lo general en cualquier sustrato duro del intermareal o del submareal (Yáñez & Castilla 1973²²)(Fig. N° 3). El incremento de la acuicultura ha proporcionado nuevas superficies (conchas de ostras y mejillones, cuerdas, redes, jaulas, flotadores, entre otros) para la colonización por filtradores sedentarios, siendo uno de los grupos más exitosos las ascidias (Adams et al. 2011²³, Fletcher et al. 2013²⁴), ello tiene

¹⁹ Cea G. 1970. Estados primarios del desarrollo y metamorfosis de *Pyura chilensis* Molina, 1782 (Tunicata, Ascidiacea, Pyuridae). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 42: 317-331.

²⁰ Clarke M, V Ortiz & JC Castilla. 1999. Does early development of the Chilean tunicate *Pyura preputialis* (Heller, 1878) explain the restricted distribution of the species?. Bulletin of Marine Science 65(3): 745-754.

²¹ Manríquez P & J Castilla. 2007. Role of larval behaviour and microhabitat traits in determining spatial aggregations in the ascidian *Pyura chilensis*. Marine Ecology Progress Series 332: 155-165.

²² Yáñez LA & JC Castilla. 1973. Análisis cuali y cuantitativo de los equinodermos de los fondos sub-litorales blandos de la Bahía de Concepción, Chile. Gayana Zoológica 25: 1-2.

²³ Adams CM, SE Shumway, RB Whitlatch & T Getchis. 2011. Biofouling in marine molluscan shellfish aquaculture: a survey assesses the business and economic implications of mitigation. Journal of the World Aquaculture Society 42: 242-252.

²⁴ Fletcher LM, BM Forrest, J Atalah & JJ Bell. 2013. Reproductive seasonality of the invasive ascidian *Didemnum vexillum* in New Zealand and implications for shellfish aquaculture. Aquaculture Environmental Interaction 3: 197-211.

como consecuencia el sobrecrecimiento y asfixia de los mariscos (Lambert 2007²⁵, Fletcher et al. 2013²⁶); estos sustratos han sido aprovechados por *P. chilensis*, ya que tiene una gran capacidad de colonizar rápidamente sustratos artificiales (Ambler & Cañete 1991²⁷).

Para la población de *P. chilensis* de Bahía la Herradura, Coquimbo (20°58'S; 71°22'W) se señala la presencia de larvas y reclutas desde septiembre a marzo con la máxima abundancia en noviembre (Ambler & Cañete 1991). La talla mínima para reconocer a los reclutas, 5 mm de diámetro dorsoventral (Ambler & Cañete 1991) se alcanzaría en aproximadamente 2 meses (Cea 1973²⁸).



Figura 03: Ciclo de vida del piure.
(Fuente: Chile. Especies bentónicas de importancia comercial. 2007)

²⁵ Lambert C. 2005. Historical introduction, overview, and reproductive biology of the protochordates. *Canadian Journal of Zoology* 83: 1-7.

²⁶ Fletcher LM, BM Forrest, J Atalah & JJ Bell. 2013. Reproductive seasonality of the invasive ascidian *Didemnum vexillum* in New Zealand and implications for shellfish aquaculture. *Aquaculture Environmental Interaction* 3: 197-211.

²⁷ Ambler RP & JI Cañete. 1991. Asentamiento y reclutamiento de *Pyura chilensis* Molina, 1782 (Urochordata: Ascidiacea) sobre placas artificiales suspendidas en Bahía La Herradura, Coquimbo, Chile. *Revista de Biología Marina* 26: 403-413.

²⁸ Cea G. 1973. Biología del piure (*Pyura chilensis* Molina 1782, Chordata, Tunicata, Ascidiacea). *Gayana Zoología* 28: 3-65.

2.3 TIPOS DE SISTEMAS DE CULTIVO.

2.3.1 Sistema suspendido.

Este método de cultivo, de origen japonés es aplicado por la gran mayoría de cultivadores de ostiones, ostras, mitilidos, algas y piure, con la finalidad de acortar el tiempo de cultivo.

El más usado de los sistemas suspendidos es el sistema de línea de cultivo o long line (Fig. 04); representa un mayor nivel de inversión y tiene un alto rendimiento de producto por hectárea y consiste en una estructura flotante formada por boyas, cabos y un sistema de anclaje.

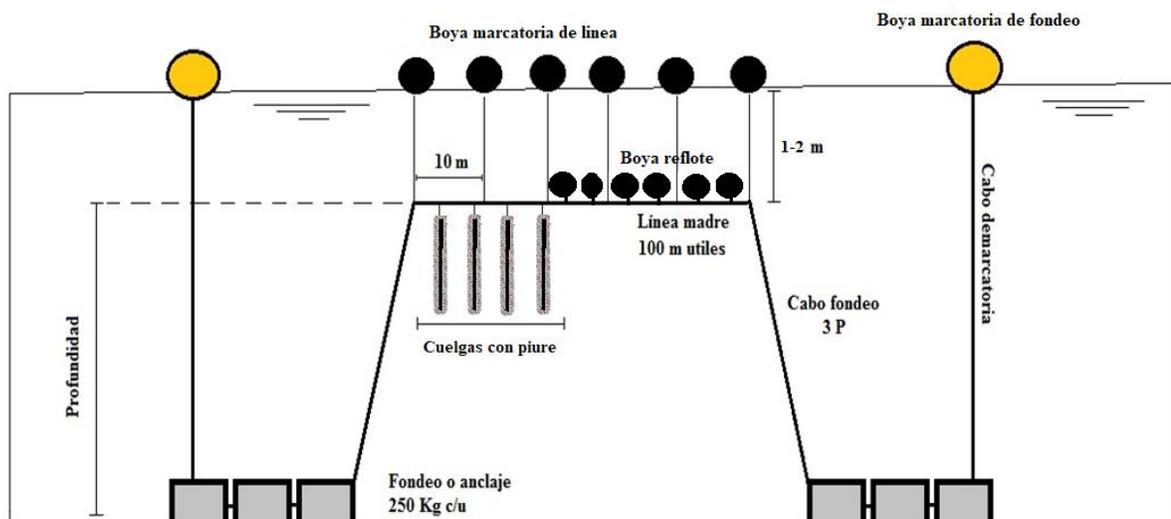


Figura 04: Sistema de cultivo suspendido Long- line.

(Fuente: Elaboración propia)

Para el fondeo o anclaje se usa fondeos de concreto, anclas y cadenas a fin de contrarrestar el efecto de las diversas fuerzas a las cuales queda sometida la estructura sumergida (Fig. 05)



Figura 05: Muertos o fondeos de concreto.

Para la flotación se usan boyas que permiten contrarrestar el efecto de la fuerza del peso de las unidades de cultivo. Las de reflote realizan el trabajo de mantener la línea en la posición definida inicialmente y contrarrestan el peso que ejercen los sistemas de cultivo (Fig. 6). Las boyas demarcatorias indican la posición del *Long-line* (Fig. 7).



Figura 06: Boya de reflote 30 cm de diámetro.²⁹



Figura 07: Boya demarcatoria 37 cm de diámetro.³⁰

Para el crecimiento en cultivo se utilizan cuelgas con piure fijado. Estas cuelgas pueden mantener aproximadamente 70 kilogramos de piure como biomasa máxima.

²⁹, ²⁸ www.tecnonetsite.com

Para confeccionar las cuelgas donde se fija el piure, se utiliza un trozo de red anchovetera de 3 metros de largo y 20 centímetros de ancho. La cual en su extremo superior, posee un chicote. Este varía su diámetro dependiendo de la dinámica de corrientes presentes en la zona donde se instalaran. Se recomienda utilizar chicotes de diámetro entre 4 a 6 mm cuando las cuelgas se instalan en zonas de baja energía y de 8 a 10 mm de diámetro, cuando la cuelga se instala en zonas de gran energía. En el extremo inferior del chicote, también se instala un chicote, este más corto, para poder amarrar el estabilizador. Estas cuelgas son adquiridas en centros de cultivos autorizados, en hatchery o pueden ser instaladas en el mismo cultivo para captar las semillas de piure del medio.

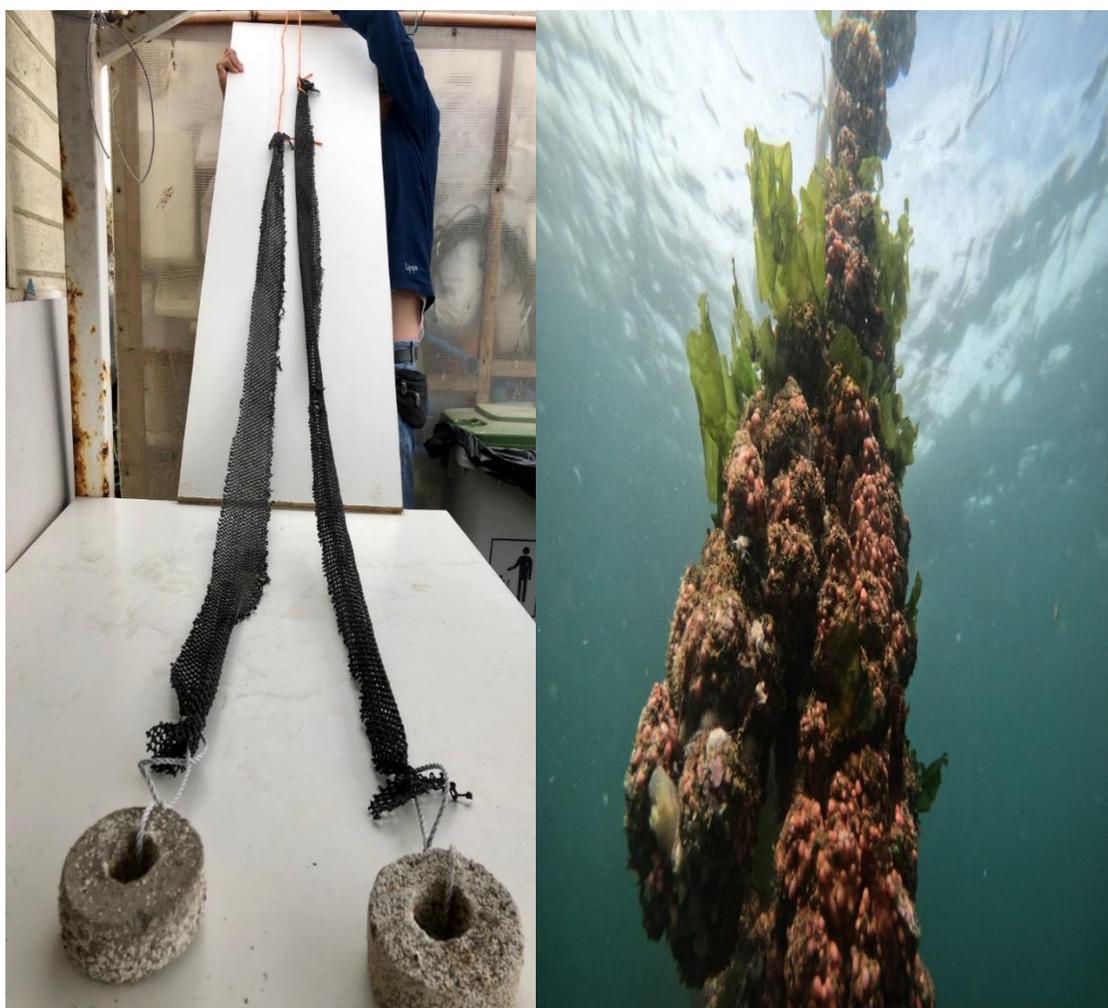


Figura 08: Colector de cultivo vacío y cuelga de piure ya en cultivo.

El cultivo suspendido de preferencia debe instalarse sobre fondos de arena. Entre las ventajas que presenta este tipo de cultivo podemos mencionar:

- Se puede adaptar a diferentes condiciones de profundidad y velocidad de corrientes.
- Estas líneas de cultivo permite disponer de un gran número de cuelgas.
- Es factible bajar o subir el *Long line*, dependiendo de las circunstancias que pueden estar afectando al cultivo, como por ejemplo cuando se fijan muchas sionas en las cuelgas de cultivo.

2.4 ABASTECIMIENTO DE SEMILLAS.

Las cuelgas con piure fijado, que dan origen a la producción de piure en cultivo y que en otros recursos se conocen como semillas, pueden obtenerse de tres maneras. Primero existen cultivos de piure los cuales cuentan con la resolución de la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura que les permite captar larvas de piure en mallas anchoveteras (colectores), las cuales posteriormente crecen y son vendidas a otros centros de cultivo. La segunda alternativa es en el mismo cultivo instalar colectores, que son trozos de red anchovetera en la cual se fijan las larvas que nadan libremente en el mar, las que posteriormente crecen y son cosechadas aproximadamente 16 meses luego de su fijación. Y finalmente que estas cuelgas de piure se produzcan en ambiente controlado (hatchery). A continuación se explican cada uno de los procesos para obtener las cuelgas de cultivo.

2.4.1 Cuelgas provenientes de otro centro de cultivo.

Normalmente los cultivos de piure cuando inician su producción, necesitan adquirir cuelgas con piure ya fijado, de esta forma, el proceso de cultivo se acorta en aproximadamente 6 meses. Las cuelgas con piure fijado que se adquieren deben ser de un cultivo que cuente con la resolución entregada por la Subsecretaria de Pesca y Acuicultura, que les permite captar semillas y vender posteriormente las cuelgas a otros cultivos. Durante el traslado de las mismas, es necesario mantener las cuelgas con piure en agua de mar y realizar el traslado en el plazo más corto posible. Esto disminuye el estrés que provoca el traslado y la deshidratación del piure, el cual puede alcanzar a valores cercanos al 15% del peso total.

Una vez recepcionadas las cuelgas en el cultivo de destino, rápidamente deben ser sembradas (colgadas) en las líneas de cultivo y esperar un par de día para realizar una revisión de las cuelgas,

verificando la buena condición de las cuelgas recepcionadas y la aclimatación de estas a las nuevas condiciones del mar.

Al realizar un buen traslado de las cuelgas de cultivo, la mortalidad debe ser mínima y a los pocos días el piure debe recuperar el peso perdido durante el traslado.

2.4.2 Captación de semillas de piure en cuelgas colectoras.

Son conocidos los periodos en el año donde se produce la reproducción natural del piure en el mar. Para la región de Coquimbo, esta tiene una marcada época de desove que se extiende entre los meses de septiembre a marzo, con una máxima abundancia de larvas en Noviembre. Es anterior a esta fecha (Septiembre) donde se debieran colocar colectores en las líneas de cultivo, entre cuelgas cargadas con piure grande (reproductores). Esto con la finalidad de captar las larvas cuando comience la reproducción de los piures. Al transcurrir algunos meses, ya es factible observar pequeñas pintas en los colectores, lo cual indica que fue posible la captación de piure en los colectores instalados. Estos sistemas se llevan a cosecha transcurridos unos 16 meses de cultivo.

2.4.3 Producción de cuelgas de cultivo de piure en ambiente controlado (hatchery).

Finalmente las cuelgas con piure fijado pueden producirse artificialmente en hatchery (laboratorio). Esta tecnología se basa en obtener huevos fecundados, inocular sustratos y lograr mantener las larvas vivas en los sustratos, para posteriormente trasladar estas cuelgas inoculadas a los centros de cultivo. Esta tecnología fue totalmente desarrollada en el proyecto Fondef AQ08I1030 “Tecnologías de cultivo de Piure (*Pyura chilensis*) asociado a áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos: Producto para venta directa o para el mejoramiento de producción y rendimientos del loco (Concholepas concholepas).

2.5 Siembra cuelgas de piure en Long- line.

Independiente de la forma por la cual se obtienen las cuelgas de cultivo, estas deben ser instaladas con un separación de aproximadamente 1 metro entre cuelga en la línea madre. Cada cuelga se mantiene atada a la línea madre del long- line utilizando un cabo (chicote), el cual puede variar su diámetro de acuerdo al movimiento de las corrientes presentes en la zona de cultivo, normalmente para zonas con poco movimiento se utilizan chicotes de cabo de 6 mm y para zonas más expuestas

se recomienda aumentar el diámetro del cabo del chicote a 10 o 12 mm. Por el extremo contrario al que se amarra a la línea madre, es necesario adicionar un estabilizador a la cuelga. Para este caso se utiliza un bloque o argolla de cemento de alrededor 1 kilogramo de peso. Esto para mantener en posición vertical la cuelga de cultivo y evitar que se comience a enredar con las otras cuelgas que se encuentran a su costado.

2.6 Monitoreo.

Una vez instaladas las cuelgas de piure en las líneas de cultivo, es necesario realizar un monitoreo constante de estas. Esto debido a que mensualmente se debe informar al Servicio Nacional de Pesca las existencias que presenta el cultivo, así como los ingresos y cosechas. En el caso de cuelgas con piure pequeño, es posible realizar muestreos en peso de las cuelgas y cuantificar el número de individuos por metro cuadrado o por cualquier área conocida que sea representativa del área total de la cuelga. Luego cuando las cuelgas presentan un mayor peso, el piure va creciendo, es posible obtener el crecimiento en peso y una estimación del número de individuos para poder informar la existencia. Finalmente para la cosecha y comercialización de las cuelgas de piure lo que importa es el peso que estas entreguen y no así la cantidad de individuos presentes en cada cuelga.

Para el pesaje de las cuelgas, es posible utilizar una balanza con plataforma, en la cual se deposita la cuelga de piure y se registra su peso. Si consideramos que en una línea de cultivo de 100 metros útiles, se instalan 100 cuelgas, un porcentaje muestreado del 5% puede ser representativo de toda la biomasa existente para esa línea. Eso quiere decir, que para una línea de cultivo es necesario muestreas 5 cuelgas de cultivo, obtener el peso promedio y luego extrapolarlo al total de cuelgas existentes en la línea madre.

Para estimar la existencia de individuos en una cuelga de cultivo, es necesario realizar mediciones en cuadratas de un área conocida, por ejemplo de 25 centímetros cuadrados (cuadratas de 5 x 5 centímetros). Contar el número de individuos, registrar, repetir esta operación unas 5 veces en distintos puntos de la cuelga, obtener un promedio de estos y traspolar al área total de la cuelga. Al realizar esta estimación se obtiene un número aproximado de individuos por cuelga.

3. TECNOLOGIA CULTIVO SUSPENDIDO DE PIURE.

3.1 SELECCIÓN DEL LUGAR DE CULTIVO.

Es muy importante identificar los aspectos oceanográficos y ambientales que influyen en el desarrollo del cultivo, y que son fundamentales para determinar la viabilidad de éste, debido a que es posible que algunos parámetros pueden influir en un alto grado en la subsistencia de la especie³¹.

3.1.1 Factores Oceanográficos.

3.1.1.1 Tipo de fondo.

Al igual que muchas otras especies³², existe un sinnúmero de variables abióticas que han de ser consideradas cuando se desea seleccionar un determinado lugar en el océano para cultivar piure. Naturalmente los piures suelen vivir en la zona bentónica, en donde las condiciones ambientales suelen no cambiar mucho. Luego el área a seleccionar debe en lo posible emular las condiciones naturales de la vida de este urocordado, o en su defecto la tecnología a utilizar debe proveer del adecuado ambiente, de lo contrario se darán bajas tasas de crecimiento, altas mortalidades y aumento de incidencia de enfermedades³³.

En el caso específico del piure, vive a menudo en densas agregaciones poblacionales en la zona intermareal y submareal de la costa, pero presenta una gran capacidad de adaptabilidad, encontrándose en cabos o curvas que sujetan embarcaciones, pilotes de muelles, requeríos, etc.

Para la instalación de long- line es ideal poder contar con fondos de arena o conchilla, y preferentemente de fondo plano.

3.1.1.2 Corriente costera

Los antecedentes sobre las corrientes sirven de instrumento para definir el sistema de cultivo, principalmente, en la determinación de la profundidad óptima para el sistema suspendido. La onda

³¹ Concha, M., 1998. Diseño y dimensionamiento de un long line de cultivo utilizando la ingeniería del conocimiento. Proyecto para optar al título de Ingeniero Acuicultor. Valparaíso. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Recursos Naturales.

³² Beveridge, M. 1987. Cage Aquaculture. Fishings News Books Ltd., England. 351 pp.

³³ Merino, G., Cortes-Monroy, J., Abarca, A. y J. Barraza. 2001. Diseño y operación de sistemas de cultivo. En Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. A.N. Maeda-Martínez (ed.) 2001, Cap. 19:375-404.

de marea que predomina en la plataforma continental en bahías y estuarios es del tipo estacionario, lo que corresponde a un modo de vaivén. De este modo la velocidad máxima asociada con la ola ocurre entre el tiempo de bajo y de alto nivel del mar³⁴.

3.1.1.3 Batimetría.

Es muy importante conocer la profundidad de la zona seleccionada para la implementación de los sistemas de cultivo tipo long- line, principalmente para poder realizar un buen dimensionamiento de los materiales a adquirir para confeccionar el long- line.

Profundidades por bajo los 8 metros, no son recomendables debido a que ha esta profundidad, los sistemas de cultivo pueden tocar el fondo marino, facilitando el ataque de depredadores presentes en la zona.

3.1.1.4 Olas y viento.

En el ambiente acuático existen muchas clases de olas, las cuales difieren de su origen, forma y velocidad³⁵. Las más típicas son las olas generadas por la acción del viento, el cual transfiere su energía a la través de la fuerza friccional de arrastre que ejerce en la superficie del océano. El tamaño de la ola dependerá de la velocidad del viento, duración del viento, y la distancia libre de obstáculos en la que el viento sopla³⁶.

3.1.2 Parámetros de cultivo.

Entre los parámetros más importantes para desarrollar el cultivo de piure podemos mencionar la disponibilidad de alimento y el oxígeno disuelto.

La presencia de fuentes hídricas en la cercanía de las áreas de cultivo puede afectar seriamente la densidad del agua, salinidad, temperatura y nutrientes, dependiendo de los caudales de los mismos.

³⁴Moraga, J. y J. Olivares. 1993. Condiciones oceanográficas del área próxima a la costa frente a Coquimbo, Chile. Publ. Ocas. Facultad Ciencias del Mar. U.C. del Norte, Coquimbo, 2: 125-140.

³⁵ Gaylord, B. 1999. Detailing agents of physical disturbance: wave- induced velocities and accelerations on a rocky shore. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 239-85-124.

³⁶ Merino, G., Cortes-Monroy, J., Abarca, A. y J. Barraza. 2001. Diseño y operación de sistemas de cultivo. En Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. A.N. Maeda-Martínez (ed.) 2001, Cap. 19:375-404.

Las bahías y los fiordos han sido las áreas escogidas por excelencia para la instalación de cultivo, y generalmente en ellos las tasas de renovación de agua de mar son más lentas que las áreas costeras no protegidas³⁷.

3.1.2.1 Oxígeno disuelto.

Es uno de los parámetro más crítico e importante, por lo que requiere un monitoreo continuo en los sistemas de producción³⁸. En las costas chilenas el oxígeno disuelto se mantiene alrededor de 7 mg/lit disminuyendo hasta a 5 mg/l en invierno. Este rango de concentración coincide con las necesidades para la subsistencia de *piure chilensis*.

3.1.2.2 Disponibilidad de alimento.

Como el piure es una especie filtradora, la productividad es importante para que se desarrolle durante el cultivo, de esta manera en el área se debe asegurar el crecimiento de la especie. Altos valores de nutrientes servirán de indicadores para determinar el éxito del cultivo.

La producción primaria medida como la cantidad de carbono ($\text{g C m}^2/\text{día}$) debe ser lo suficientemente alta como para mantener una biomasa potencial de piure. En el caso de Bahía Tongoy donde se registra de manera natural el piure y además existe una intensa actividad de cultivo de *Argopecten purpuratus*, los registros han oscilado entre los $2.34 \text{ g C m}^2/\text{día}$ en época de verano y $0.14 \text{ g C m}^2/\text{día}$ en invierno³⁹.

3.1.3 Servicios complementarios.

3.1.3.1 Vías de acceso.

Es de suma importancia poder contar con vías de acceso al lugar de cultivo y a los centros donde se comercializará el producto, el cual por tratarse de un recurso muy delicado, es necesario de mantener una óptima cadena de frío y que rápidamente este producto llegue a su destino de comercialización o proceso.

³⁷ Uribe, E. 1995. Determinación de la capacidad de carga de Bahía Inglesa (3ª Región) y Bahía de Tongoy (4ª Región). Informe final. Fondo de Investigación Pesquera. Chile 250 pp.

³⁸ Timmons, M. B. & J. M. Ebeling. 2010. Recirculating Aquaculture. 3rd Edition.

³⁹ Uribe, E. 1998. Determinación de la calidad del agua en bahías: Inglesa, Flamenco, Tongoy y Guanaqueros, ue permite optimizar el cultivo de ostión del norte. Contrato de asistencia técnica FAT colectivo. Informe de Bahía Guanaqueros y Togoy. Universidad católica del Norte, Septiembre, 1988. 155 pp.

3.1.3.2 Cercanía con el abastecedor de semillas.

Si la producción que se espera obtener proviene desde hatchery o centros de cultivo autorizados para la venta de cuelgas de piure, es necesario poder mantener una corta distancia entre el abastecedor y el cultivo, esto debido a que una lejanía entre estos dos lugares puede provocar aumentos de mortalidad en la semilla a cultivar, la cual presentara una menor condición para comenzar su ciclo productivo.

3.1.3.3 Mano de obra disponible.

Es necesario poder contar con mano de obra disponible, calificada y no calificada, para poder realizar todas las tareas que un sistema de cultivo de piure. Tareas como siembra, mantención, limpieza, buceo, cosechas etc., son necesarias de realizar en los tiempos programados y con la mayor eficiencia.

3.1.3.4 Cercanía a centros poblados.

Poder contar con un cultivo cercano a zonas pobladas permite acceder a la compra de materiales rápidamente y no tener que esperar largos periodos de tiempo para contar con los equipos requeridos en caso de emergencia. Además se abaratan los costos producto de la baja en los costos de transporte.

3.1.3.5 Disponibilidad de servicios públicos.

Poder contar con servicios públicos como la energía monofásica o trifásica, agua potable, servicios de telefonía, internet, permite realizar una operación de la administración del cultivo de una manera más simple. No siempre es posible contar con todos estos servicio, por lo cual, es necesario realizar la inversión para poder contar con estos, aumentando la inversión del proyecto.

3.2 INFRAESTRUCTURA DE CULTIVO

3.2.1 Sistema Long- line.

La tecnología usada considera la instalación de diferentes sistemas suspendidos, el cual entrega un soporte adecuado, y permite una libre circulación del agua, facilitando las condiciones de cultivo para que sean adecuadas en el crecimiento y alimentación⁴⁰.

El método utilizado para el cultivo de piure en cuelgas instaladas en sistema Long- line, lo conforman: cabos estructurales, las unidades productivas (cuelgas de piure) y subsistemas como lo son, sistema de anclaje, flotación y accesorios⁴⁹.

3.2.1.1 Sistema de flotación.

El sistema de flotación que resiste verticalmente al sistema long line, puede ser de mediagua o superficial. Cuando se utiliza sistema de mediagua debe ser señalado con flotadores superficiales, las ventajas de usar este sistema es que al estar colocados directamente en la línea madre reducen la transmisión del movimiento transiente de la superficie a la línea madre⁵⁰.

En la actualidad es posible encontrar en el mercado una gran variedad de boyas, las que van desde altos costos hasta las más económicas. Dentro de esta variedad destacan:

Boyas de polietileno expandido: Este tipo de boyas es de muy bajo costo y de baja durabilidad ya que están expuestas directamente al medio. Son fuertemente afectadas por la radiación solar y después de un tiempo se llenan de agua, lo que hace que su flotabilidad se torne negativa y pierdan su funcionalidad. Solo se recomienda usar este tipo de boyas como un sistema de demarcación para long- line. Jamás se deben utilizar para dar flotabilidad a la línea madre⁴¹.

Boyas plásticas: Este tipo de boyas esféricas son de un alto costo, pero son de alta durabilidad y resistencia a las altas presiones. Son ideales para ser usadas o instaladas a lo largo de la línea madre.

⁴⁰⁻⁴⁹⁻⁵⁰ Carroza, L. 1990. Determinación de una metodología para la selección y dimensionamiento de un sistema de anclaje para long- line de cultivo. Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero. Escuela de Ciencias del Mar, Facultad de Recursos Naturales, Universidad católica de Valparaíso, Chile. 187 pp.

⁴¹ Merino, G., Cortes-Monroy, J., Abarca, A. y J. Barraza. 2001. Diseño y operación de sistemas de cultivo. En Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. A.N. Maeda-Martínez (ed.) 2001, Cap. 19:375-404.

Boyas de polipropileno: Este tipo de boyas son de un costo mayor que las boyas plásticas, pero su particularidad es que pueden ser reparadas e infladas fácilmente, lo que les da una vida útil mucho mayor que cualquier otro tipo de boyas (5 a 6 años). Son ideales para ser usadas en *Long- lines* dobles, ubicados en la superficie.

3.2.1.2 Sistema de anclaje o muerto.

Existen tres fuerzas (olas, corrientes y vientos) que actúan sobre el *Long- line*. Estas fuerzas también actuarán sobre las embarcaciones de trabajo, y si ella está en maniobras de inspección de la línea, entonces las fuerzas serán transmitidas a la línea madre, a la línea de fondeo y por último al sistema de fondeo (Bonardelli, 1996). Por lo tanto el sistema de fondeos deberá ser suficientemente grande para resistir la peor combinación posible de estas fuerzas, sin desplazarse o colapsar⁴² (Schellin & Ostergaard, 1995).

Fondeo tipo anclas: Este tipo de fondeos son recomendados para la instalación de líneas colectora ubicados en fondos blandos. Una de las ventajas de este tipo de muerto es que son fáciles de instalar, de remover y trasladar cuando no están en uso. Son ideales para *long- lines* de captación de larvas, pues se pueden mover fácilmente a otro lugar de fijación. Dentro de las desventajas que presentan este tipo de muerto es que al ser de metal están siendo afectados constantemente por la corrosión, lo que les da una duración limitada. Otra desventaja es su alto costo.

Fondeo de concreto: Este tipo de fondeos son muy recomendados para líneas fijas como las usadas para engorde, debido a que una vez instalados se entierran en el fondo marino. El costo de fabricación es bajo, son de alta durabilidad y se pueden instalar en cualquier tipo de fondo marino. Dentro de los fondeos de concreto existen una gran variedad de formas (piramidales, rectangulares, cuadradas) siendo el más usado y recomendado el de forma de zapato (Fig. 09). El fondeo tipo “zapato” presenta ciertas características que lo hacen ideal para la instalación de un *Long- line*:

- a) Su terminación en punta permite que se entierre con facilidad en el fondo de la misma forma que lo haría un ancla,

⁴² Schellin, T. & C. Ostergaard, 1995. The vessel in port: Mooring problems. *Marine Structures* 8:451- 479.

- b) Su espacio angular en la base inferior del fondeo actúa como una ventosa en el fondo marino lo que permite mantenerse inmóvil.



Figura 09: Fondeo de concreto 250 kg.

3.2.1.3 Sistemas de crecimiento.

Para el cultivo de piure, el único sistema de cultivo que se utiliza, es la cuelga de red anchovetera. Este sistema puede ser colgado en un sistema de cultivo long- line o también puede ser anclado desde el fondo en posición vertical, con una boya en la parte superior que le entrega la flotabilidad al sistema.

3.2.2 Tipos de long- line.

La geometría de un sistema sumergible depende de la profundidad del lugar, la posición de la línea principal o línea madre bajo la superficie, y la longitud del long- line. Normalmente la longitud útil (conocida como línea madre) es de 100 m para mantener una tensión funcional de trabajo durante un largo periodo de tiempo, pero esta dimensión puede ser hasta 200 m dependiendo de las

características del lugar seleccionado⁴³. Estas reglas generales inciden directamente sobre los costos de inversión y de operación de un cultivo comercial de moluscos⁴⁴.

3.2.2.1 Long- line sub superficial o de media agua para engorda.

Este tipo de *long- line* tiene una forma similar a la de los colectores, pero presentan diferencias estructurales: (a) el grosor de la línea madre deben ser de mayor diámetro que la línea de colectores. Se recomiendan diámetros de 18- 24 mm, (b) Las dimensiones de las líneas de fondeo deben ser también de mayor diámetro (entre 20- 29 mm), (c) los long – line de engorda deben ser instalados con fondeos de concreto, diseñados para el lugar y con el peso apropiado para soportar las fuerzas ejercidas sobre el long- line durante operaciones de cosecha (Fig. 10).

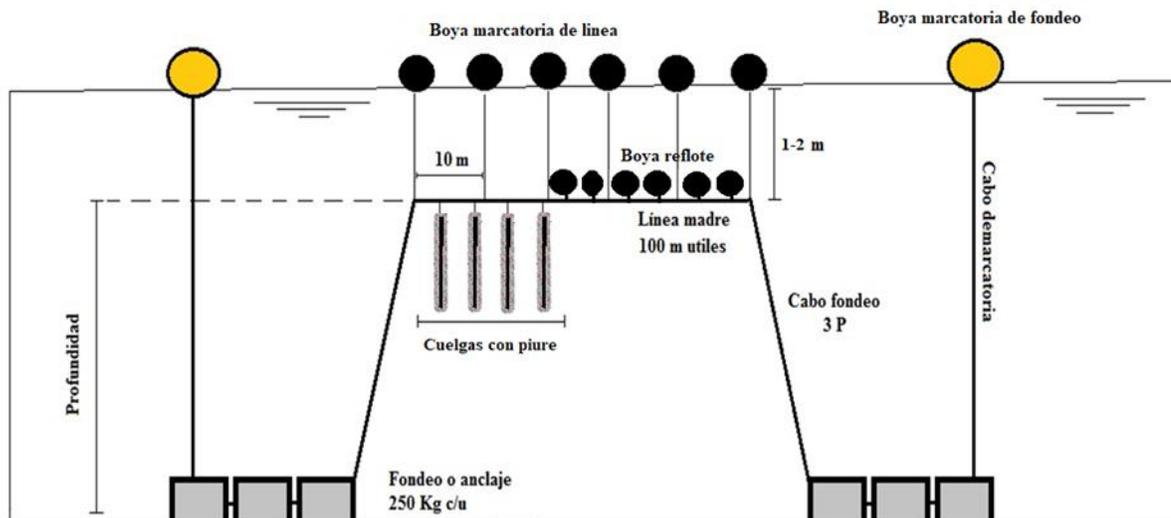


Figura 10: Long- line media agua para engorde.

⁴³ Merino, G., Cortes-Monroy, J., Abarca, A. y J. Barraza. 2001. Diseño y operación de sistemas de cultivo. En Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. A.N. Maeda-Martínez (ed.) 2001, Cap. 19:375-404.

⁴⁴ Bonardelli, J. 1996. Long- line shellfish culture in exposed and drift ice environments. Pp. 235-253. En: M. Polk (ed.). Open Ocean Aquaculture. Proceedings of an International Conference . Portland, Maine, May 8- 10, 1996.

3.2.3 Diseño y armado de un Long-line sub superficial o de media agua para engorde.

3.2.3.1 Armado de línea.

La estructura de cultivo hasta ahora descrita como *Long-line* se compone principalmente por un solo cabo el cual se subdivide, para efectos técnicos, en dos secciones: líneas de fondeo y línea madre (Fig. 11).

Línea de fondeo: Corresponden a los cabos que unen el sistema de anclaje (tren de muertos) a la línea madre. Este cabo tiene un largo equivalente a 3 veces la profundidad del sector. "Por ejemplo: si la profundidad del sector es de 15 metros, el largo que debe presentar la línea de fondeo es de 45 metros".

Línea madre: Es la línea desde la cual se cuelgan los sistemas de cultivo (cuelgas de red anchovetera) Además de las boyas de reflote y boyas marcatorias de línea.

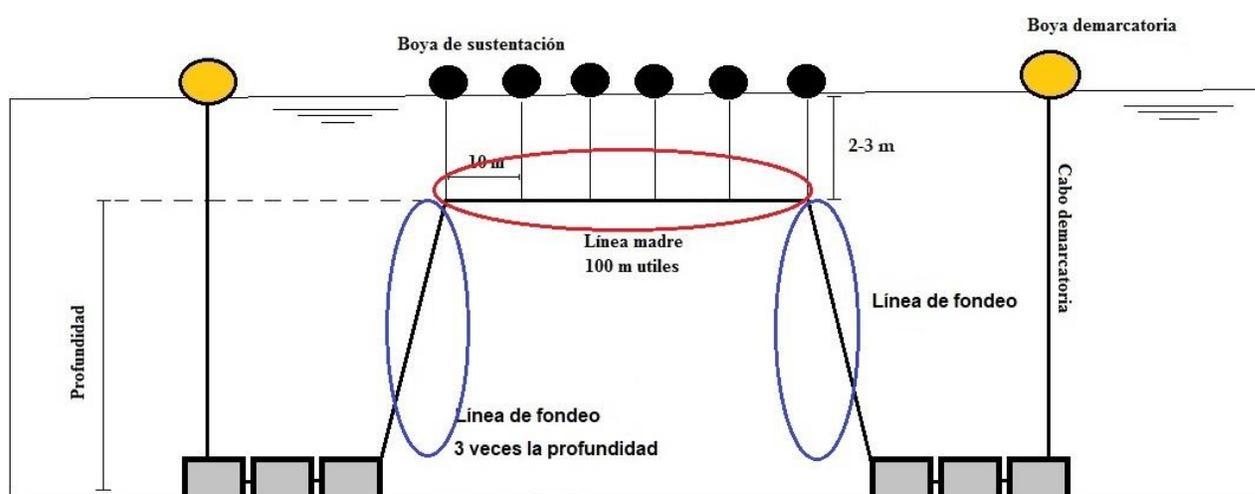


Figura 11: Estructura de cultivo long-line. En azul se muestran las líneas de fondeo. En rojo la línea madre.

Utilizaremos como supuesto valores de profundidad donde instalar un sistema de cultivo tipo *long-line* y de esta forma poder diseñar y armar el sistema.

Tabla 01: Supuestos profundidad donde instalar *Long-line* y el correspondiente largo de línea de fondeo.

Sector	Profundidad costa (m)	Largo línea fondeo (m)
Costa	15	45
Mar	20	60

Con estos valores ya es posible comenzar a marcar el cabo a utilizar para la confección del *Long-line* (Fig. 12).

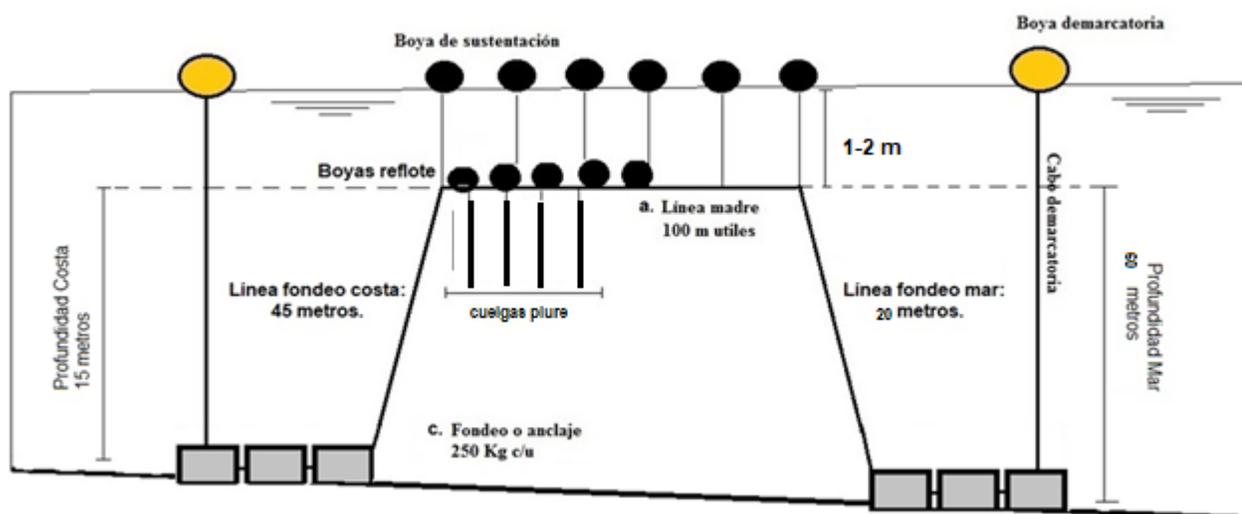


Figura 12: Profundidades supuesto calculo líneas de fondeo.

La primera marca se realiza a los 45 metros, punto que corresponderá a la línea de fondeo de costa. Luego se comienzan a marcar cada 12,5 metros los puntos en los cuales se atarán los chicotes de las boyas marcatorias. Al considerar esta distancia entre los chicotes de las boyas marcatorias, serán necesario incluir 9 boyas marcatorias. Una vez que se marcan estos nueve puntos, comienzan a considerar los 60 metros que corresponden a la línea de fondeo de mar (Fig. 13)

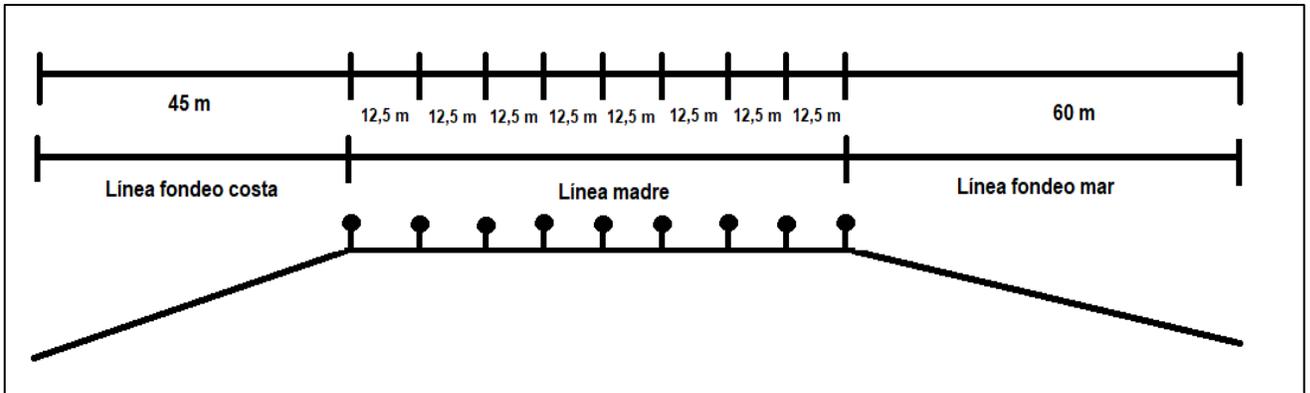


Figura 13: Marcaje de long-line para identificar líneas de fondeo, línea madre y chicote boyas marcatorias.



Este trabajo se realiza en tierra y es importante que se realice en un lugar espacioso en el cual sea factible estirar el rollo completo de cabo y así trabajar de manera óptima (Fig. 14)

Figura 14: Preparación de línea de cultivo.



Es importante destacar que cada uno de los cortes que se realicen a los cabos, chicotes, etc. Es necesario reforzarlos con una cinta eléctrica, para de esta forma evitar que los cabos comiencen a abrirse por el extremo que se realizó el corte (Fig. 15).

Figura 15: Marcaje de línea de cultivo, puntos de inicio- termino línea fondeo y línea madre.

Cabos de boyas marcatorias: El cabo recomendado para amarrar las boyas marcatorias, corresponde a un cabo de 12 mm. o 7/16". Para lo cual se deben cortar 9 trozos de 6 metros aproximadamente cada uno. Los cuales se amarran por un extremo a la línea madre y por el otro extremo a una boya. Para amarrar el cabo de boya marcatorias (chicote) a la línea madre, se debe realizar un nudo "Ballestrinque" o "as de guía" (Fig. 16)



Figura 16: Marcaje de puntos unión de chicotes de boyas marcatorias.



Figura 17: Amarre de chicotes de boyas marcatorias a la línea madre.

Las boyas marcatorias del long- line, se deben colocar una vez que se realice el calado de la línea.

Con toda el Long- line ya marcado, es necesario volver a enrollarla con mucho cuidado y posteriormente trasladarla a la zona donde se instalará definitivamente (Fig. 18).



Figura 18: Línea de cultivo lista y ordenada para trasladar a la zona de instalación del *Long- line*.

3.2.3.2 Fabricación de muertos de fondeo.

Para la construcción de los muertos a utilizar en un *Long line* con línea madre de 100 metros útiles, se recomienda confeccionar 6 estructuras de 250 kilos cada uno. Situando 3 muertos en cada extremo del *Long- line*. El peso de cada muerto debe considerar la posibilidad de mover estas estructuras, que en la mayoría de los casos no cuentan con grúas o plumas de levante para mover las estructuras a donde serán instalados los *Long- line*.

3.2.3.2.1 Componentes de un muerto de fondeo.

Orejas: Las orejas son estructuras metálicas desde donde se procederá a amarrar la línea de fondeo a la línea madre. Estos se recubren con manguera plástica para evitar que la corrosión provocada por el agua salada acorte la vida útil de la estructura. Normalmente se utilizan dos orejas por cada muerto, las cuales permiten unir el tren de muertos que mantendrá fijo el *Long- line* (Fig. 19).



Figura 19: Oreja metálica, recubierta con manguera de 1”.

Muerto o fondeo: Es la estructura principal que mantendrá el *Long- line* en su posición definida. Es una estructura de concreto que para su óptimo funcionamiento y debido al peso unitario (250 kg) se colocan 3 muertos en línea, formando un tren de muertos que aumentan la resistencia a las fuerzas (olas, corrientes y vientos) sin desplazarse o colapsar (Fig. 20)

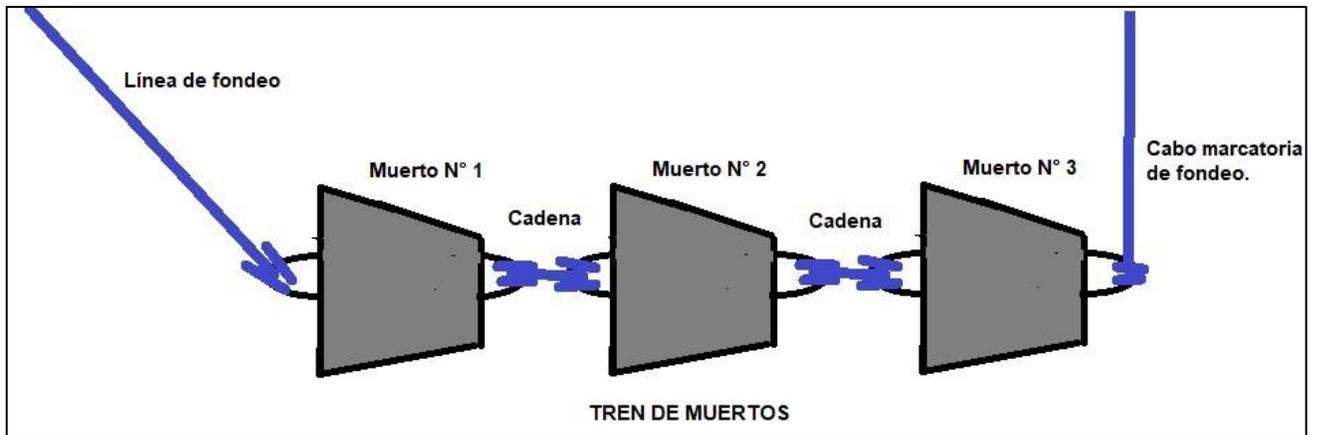


Figura 20: Tren de muertos que sostiene el *Long-Line*.

3.2.3.2.2 Construcción de 6 muertos de fondeo 250 Kg.

a) Características del muerto: La estructura a construir corresponde a una pirámide truncada, la cual en su extremo superior (tapa) y su extremo inferior (Base) se colocan orejas para poder amarrar esta estructura a la línea de fondeo, amarrar la cadena entre muertos y amarrar el cabo de marcatorias de fondeo (Fig. 23).

Las dimensiones del muerto son las siguientes:

Base inferior: 50 cm.

Base superior: 37 cm.

Altura: 60 cm.

Peso aproximado: 250 kg.

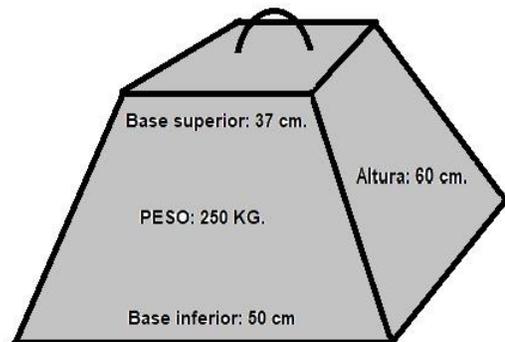


Figura 21: Muerto de fondeo pirámide truncado.

b) Materiales para la confección de muertos de fondeo:

Tabla 2: Materiales confección de fondeos o muertos.

Ítem	1 muerto 250 kg.	6 muertos 250 kg c/u.	Observación
Saco de cemento 42,5 kg.	1	6	N° sacos
Botes de 18 litros de arena	3,5	21	7 carretillas.
Botes de 18 litros de confitillo.	5,5	33	12 carretillas.
Botes de 18 litros agua.	1,75	10,5	200 litros.
Plancha madera terciado estructural 18 mm. 1,22 x 2,44 m.	1	3	Se crean solo 3 moldes.
Fierro redondo en barra Liso 10 mm x 6 mts.	1	6	Cada trozo mide 0.4 m.
Fierro barra A-63 16 mm x 6 mts (9,48 kg)	0.5	3	Cada trozo mide 1,5 m.
Manguera 18 mm de diámetro x metro.	1,2	7,2	Cada trozo mide 0.6 m.

c) Equipos requeridos para la construcción de los muertos.



Figura 22. Tronzadora para metal: Esta herramienta permite cortar los fierros que conforman la estructura metálica del muerto y además cortar los fierros con las cuales se fabricarán las orejas del muerto.

Figura 23. Carretilla concretera: Carretilla de una sola rueda frontal, está diseñada para distribuir el peso de la carga entre la rueda y el trabajador, lo que permite llevar cargas más pesadas que si tuvieran que ser transportadas totalmente por la persona. Se utiliza para mover la mezcla desde el trompo mezclador a los moldes del muerto.





Figura 24: Sierra circular: La sierra circular es una máquina para aserrar longitudinal o transversalmente madera, metal, plástico u otros materiales. Está dotada de un motor eléctrico que hace girar a gran velocidad una hoja circular.

Se utiliza para cortar la plancha de madera terciado con la cual se realiza el molde que dará forma al muerto.

Figura 25. Trompo mezclador: La hormigonera o mezcladora es un aparato o máquina empleada para la elaboración del hormigón o concreto.



d) Armado del muerto.

Lo primero que se debe realizar es cortar los moldes de madera que se utilizarán para confeccionar los muertos, utilizando la sierra circular. Como el peso de los muertos es una medida conocida, es necesario realizar una fórmula para conocer las dimensiones de cada una de las caras. Para un fondeo de 250 kilogramos las caras deben tener las siguientes medidas (Fig. 26):

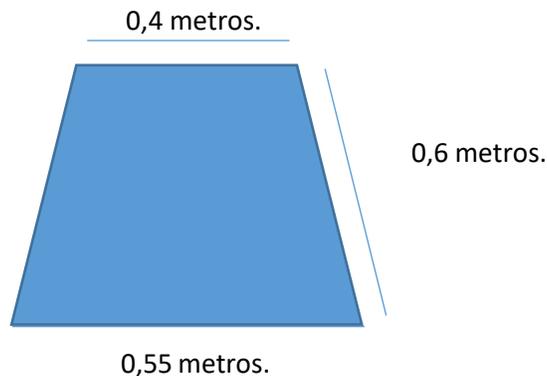


Figura 26: Molde para la construcción de muerto de fondeo.

Cuando se cortan las 4 caras del molde, se procede a unirlos para dejarlos listos para adicionar la mezcla. Por seguridad es aconsejable protegerlo con unos trozos de madera para evitar que estos se puedan abrir en el momento de adicionar el cemento y mientras comienzan a fraguar (Fig. 27).



Figura 27. Molde para la confección del muerto de 250 kg: Fabricado en madera y protegido por trozos de madera que evitan que este se reviente mientras es llenado con la mezcla o al momento de comenzar a fraguar.

A continuación y con la ayuda de la tronzadora para metal, se cortan los fierros redondos en barra lisos de un largo igual a 0,4 metros. Para cada muerto se requiere cortar 19 trozos. Luego es necesario cortar el fierro en barra A-63 de 16 mm, con los cuales se confeccionaran las orejas. Cada uno de estos trozos se debe cortar con un largo de 1,5 metros, doblarlos a la mitad. Para cada muerto se confecciona 2 orejas, dispuestos uno en la base del muerto y el otro en la tapa del mismo. A cada oreja además hay que cubrirlo con un trozo de manguera de 18 mm de diámetro, la cual protegerá a la parte de la oreja que queda expuesta al agua del mar. Estos trozos de manguera deben tener un largo de 60 centímetros cada uno (Fig. 28).



Figura 28: Oreja a instalar en muerto de fondeo.

Una vez listo los moldes y las orejas de los muertos, se procede a limpiar y emparejar el sitio elegido para fabricar los fondeos (Fig. 29). Para esto el piso sobre el cual se confeccionaran los fondeos debe ser de arena, esto debido a que una de las orejas queda enterrada por debajo del molde. Para esto

es necesario hacer un agujero en la tierra, cubrirlo con un plástico, para evitar que la mezcla se escurra por la parte inferior del molde, a la cual también es necesario hacerle un agujero y ya estaría listo el molde y la oreja para comenzar a depositar la mezcla (Fig. 30).

Luego se instala la estructura metálica que ayudara a estructurar de mejor manera el muerto (Fig. 31).



Figura 29: Lugar limpio para instalación de moldes.



Figura 30: Instalación de oreja en el piso.



Figura 31: Estructura metálica para soporte del muerto.

Posteriormente se prepara la mezcla empleando 1 saco de cemento, 3,5 botes de arena, 5,5 botes de confitillo y 1,75 botes de agua. Estos materiales se mezclan con la ayuda del trompo mezclador. Los materiales indicados son necesarios para la confección de un muerto de 250 kg. Con toda la mezcla lista es necesario comenzar a rellenar los moldes, hasta la altura definida (0,6 metros) e instalando las dos orejas (Fig. 32).

Con los muertos rellenos, solo es necesario esperar entre 15 a 20 días para alcanzar un buen secado de las estructuras (Fig. 33).



Figura 32: Relleno de moldes de muertos de fondeo.



Figura 33: Muertos listos para comenzar a secarse para su utilización.

3.2.4 Calado de muertos.

Esta maniobra se puede realizar de variadas formas. Primero se pueden trasladar los muertos desde la orilla de la playa hasta el sitio donde se marcaron los puntos de fondeos, utilizando tambores plásticos llenos de aire que se amarran a los fondeos y ayudados por la variación de la marea, se trasladan remolcándolos utilizando una embarcación.

Otra forma de realizar esta maniobra es ubicarlos sobre tablonés en una embarcación. Para esto es necesario contar con un muelle y un brazo hidráulico que permita levantar los muertos y depositarlos uno a uno sobre la embarcación (Fig. 34 y 35).



Figura 34: Brazo hidráulica para carga de muertos de fondeo.



Figura 35: Muertos instalados sobre la cubierta de la embarcación

Todas estas maniobras se deben realizar con mucho cuidado debido al peso que posee cada estructura. Además tres muertos se sueltan en un punto definido con anterioridad y otros tres muertos en el otro extremo. Es necesario que en este momento con la ayuda de un buzo, se amarren cada uno de los muertos, manteniendo una distancia de 4 metros entre cada muerto, formando un tren de anclaje conformado con 3 muertos cada uno. Los muertos deben quedar con su base más amplia enfrentando a la línea de fondeo mar y lo mismo debe suceder en el otro extremo, donde los muertos deben enfrentar a la línea de fondeo mar por su base más amplia (Fig. 36).

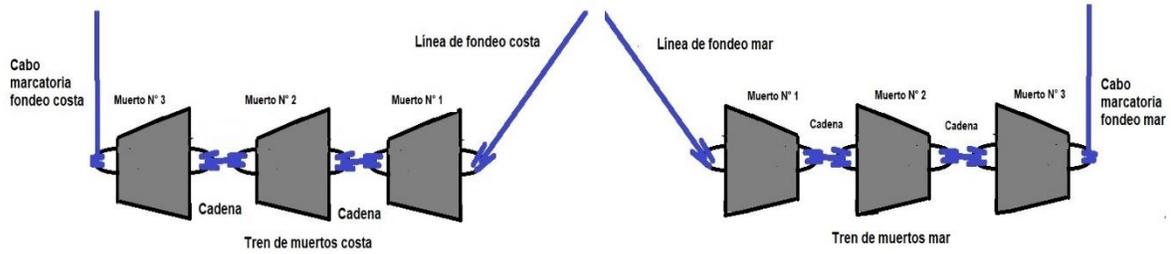


Figura 36: Disposición de muertos formando un tren de muertos en el punto costa y otro en el punto mar.

3.2.5 Instalación línea de cultivo.

La línea de cultivo que ya se encuentra preparada y ordenada con los chicotes, se traslada al punto donde fueron calados los muertos. Con la ayuda de un buzo se procede a amarrar la línea de fondeo al primer muerto que conforma el tren de anclaje. Posteriormente la embarcación comienza a avanzar con destino al punto de mar donde se encuentra el otro tren de muertos. Mientras comienza a soltarse la línea de cultivo, es necesario ir amarrando las boyas marcatorias en cada uno de los chicotes que ya se encuentran amarrados a la línea madre. Finalmente el buzo baja en el punto contrario al de inicio y amarra la línea de fondeo de mar al primer muerto que conforma el tren de muertos. Posteriormente es necesario amarrar las líneas marcatorias de fondeos, que serán los cabos desde los cuales se realiza el proceso de tensado de la línea.

3.2.6 Tensado de línea de cultivo.

Cuando el long line se encuentra instalado es necesario realizar una operación denominada tensado de la línea de cultivo. Esta operación consiste en tomar la boya marcatorias de fondeo de mar, amarrarla a una embarcación y comenzar a tirar hasta que la primera boya marcatorias comience a sumergirse. Es en este punto cuando la línea queda tensa. La embarcación debe contar con un motor de 40 HP como mínimo para realizar esta operación (Fig. 37).

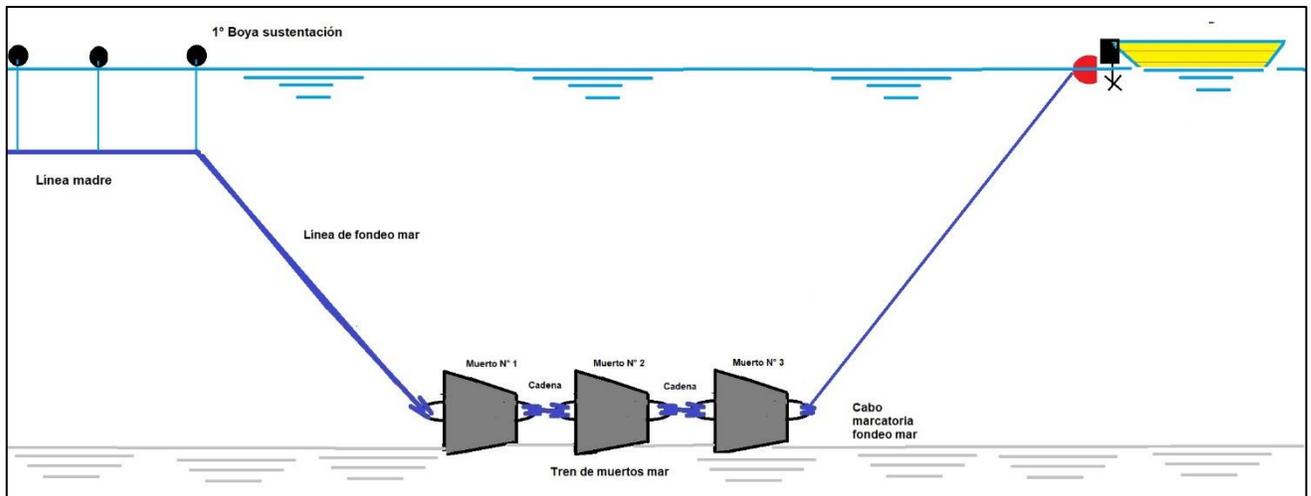


Figura 37: Tensado de Long- line.

3.3 PROCESO PRODUCTIVO CULTIVO SUSPENDIDO DE PIURE.

3.3.1 Etapas de producción.

El cultivo de piure, se divide en tres grandes etapas, siembra, engorda, cosechas. Cada una de estas etapas presenta dificultades que son necesarias solucionar para evitar altas mortalidades. Una etapa previa a la siembra puede ser la captación de semillas de piure, con la captación de larvas de piure, para lo cual es necesario instalar los colectores donde se fijaran las larvas nadantes del piure.

3.3.1.1 Siembra de piure (Inicio cultivo).

El abastecimiento de semilla de piure, es uno de los aspectos más importantes que se debe tomar en cuenta para comenzar a desarrollar un cultivo con operaciones continuas en el tiempo. La captación de larvas de *piure* que forman parte del plancton, depende de muchos factores ambientales como temperatura, corrientes, productividad y de condiciones biológicas, desoves. Lo que no siempre puede resultar de manera óptima, por eso es necesario poder adquirir cuelgas con piure ya fijado desde algún centro autorizado, lo cual asegura la producción.

El origen de estas semillas pueden ser captado desde el ambiente, otro centro de cultivo o producidas en hatchery.

3.3.1.1.1 Captación semillas del ambiente.

La captación de semillas del medio, comienza con la fabricación de colectores, los cuales deben ser fabricados e instalados, con anticipación a la época de desove que presenta el piure de manera regular (proceso en el cual los colectores se biologizan). Como se mencionó anteriormente este periodo se extiende para la cuarta región, entre los meses de Septiembre a marzo, pero con un gran pick en el mes de noviembre. Estos colectores se deben instalar entre las cuelgas que se mantiene piure grande, para así aumentar la posibilidad que las larvas se fijen a los colectores.

Desde la instalación de los colectores transcurren de alrededor de 2 meses para poder ver el piure fijado en el colector.

3.3.1.1.2 Producción artificial en hatchery.

Comprende principalmente la ejecución de 5 etapas: acondicionamiento de reproductores; desove y fecundación a través de estimulación artificial; desarrollo larval; metamorfosis (de planctónicas a bentónicas) y asentamiento larval (fijación de post-larvas en colectores); y finalmente el cultivo de post-larvas (traslado de colectores al medio natural).

Esta actividad posibilita la obtención de semillas de manera programada -por lo tanto constante- y con tallas apropiadas.

3.3.1.2 Engorda (Cultivo Final)

Entre 13 y 16 meses es la duración del cultivo de piure desde el momento que la larva se capta en el colector. Este tiempo puede disminuir dependiendo si las cuelgas se compran de un cultivo autorizado, en donde este tiempo se reduce. El piure comenzara a crecer en las cuelgas a medida que el sitio de cultivo presente una buena cantidad de alimento. Esto acelerara el proceso de cultivo. Se estima que cada cuelga pueda llegar a pesar unos 60 a 70 kilos de piure.

3.3.1.3 Cosecha y comercialización.

A partir de los 13 meses de cultivo, las cuelgas de piure ya se encuentran en condiciones de ser cosechadas. No se recomienda dejarlas por un mayor tiempo en el agua, ya que es conocido que el piure aumenta la cantidad de túnica, también llamada coipa (capa protectora secretada por el marisco para protección) disminuyendo su rendimiento en carne. Para realizar la cosecha las cuelgas de piure son retiradas desde la línea madre de cultivo y transportadas al muelle. Es en este punto muy importante poder registrar el peso de las cuelgas, para poder obtener el rendimiento que entrega cada cuelga en biomasa y posteriormente informar al Servicio nacional de pesca la estadística del cultivo.

Se espera que cada cuelga de 3 metros de largo, pueda producir unos 70 kilos de biomasa total (túnica o copia + carne). Y al extraer solo la carne de piure este valor alcance los 15 kilos por cuelga, lo que representa un rendimiento de 21% aproximadamente.

También es posible realizar la venta directa de copias de piure completas, pero la ganancia disminuye al transar el producto de esta forma. Lo ideal es extraer la carne y poder darle un mayor valor, comercializándola ya sea en formato bolsas de un kilo frescas.

3.3.2 Actividades complementarias al proceso productivo.

El mantenimiento de las líneas de cultivo debe ser un proceso permanente en el tiempo y de suma importancia para el cultivo. Falta de mantenimiento de los sistemas de cultivo pueden provocar grandes pérdidas económicas que pueden afectar la rentabilidad del mismo.

Es necesario contar con equipamiento y maquinaria especial para desarrollar estas tareas y disponer de tiempo para llevar a cabo un programa de mantenimiento a los sistemas de cultivo. Mientras más efectivas sean las actividades de mantenimiento, menor serán los costos económicos y tiempo que se destine a esta actividad.

Para las actividades de mantención es necesario contar con una embarcación, un buzo, herramientas que ayudaran en la faena como roletes, huinche y personal de apoyo.

Esta actividad involucra trabajos de: Reflote líneas de cultivo, Limpieza de líneas, boyas marcadoras, linternas y tensado de líneas.

3.3.2.1 Reflote líneas de cultivo.

El reflote se realiza cuando algunas de las boyas "marcatorias" tienden a sumergirse por la acción del peso de los sistemas de cultivo (cuelgas de piure) los cuales debido al aumento de peso de las mismas, sumado al aumento de fouling que pueden presentar las boyas de reflote, origina que la línea madre tienda a sumergirse originando la formación de "seno" en la línea (Fig. 38)

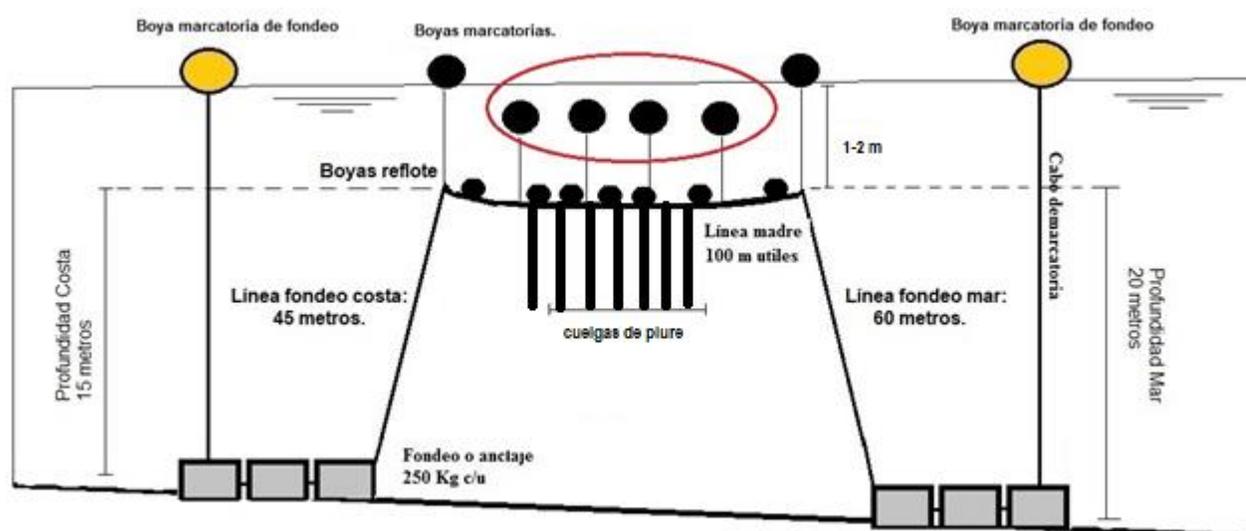


Figura 38: Long-line de cultivo con boyas marcatorias de línea sumergidas por efecto del *fouling*.

Para reflotar la línea, es necesario con la ayuda de un buzo, amarrar a la línea madre boyas de reflote hasta que esta vuelva a su altura inicial. Si el peso de las cuelgas de piure es muy grande, es necesario cosechar estas cuelgas. En este caso y con la ayuda de una embarcación y utilizando un "rizón" se levanta la línea madre a la altura de la borda, se coloca sobre los roletes y luego las cuelgas que exceden el peso son sacadas del mar. Si existen boyas con incrustantes deben ser reemplazadas por otras nuevas o limpias para así dejar la línea tensada y horizontal.

3.3.2.2 Limpieza de boyas.

La limpieza de boyas se debe realizar en forma manual, con la ayuda de una espátula. Es importante realizar esta actividad con la cual se recuperan una serie de boyas que pueden volver a utilizarse en el cultivo. Cuando están en la línea de cultivo, estas comienzan a adquirir peso producto de las incrustaciones y presentan una boyantes negativa, momento en el cual es imprescindible cambiarlas por boyas limpias. Principalmente los incrustantes que presentan las boyas son *Balanus sp.*, *Ulva lactuca*, *Mytilus sp.*"chorito", *Ciona sp.*, *Tubelaria sp.*, *Aglaophenia sp.*, *Polydora sp.*, y *S. algosus*.

3.3.2.3 Muestreos oceanográficos.

Es importante poder desarrollar un plan de seguimiento de las variables oceanográficas presentes en la zona donde se instalara los sistemas de cultivo. Registros de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y concentraciones de fitoplancton son indispensables de conocer para analizar cuál es el escenario presente en la zona de cultivo y posteriormente explicar el desempeño que presentan los organismos cultivados.

Temperatura: Lo ideal es llevar un registro semanal de esta variable. Para ello es necesario contar con un multiparametro el cual registra temperatura y oxígeno disuelto (Fig. 39). Este parámetro varía de acuerdo a la profundidad desde se toma el registro.

Oxígeno disuelto: Esta variable también es posible obtener con la utilización de un multiparametro. Conocer este parámetro es importante cuando se comienzan a observar mortalidades masivas, las cuales pueden estar asociadas a bajas de oxígeno continuas.



Figura 39: Equipo multiparametro, registra temperatura y oxígeno disuelto.

Fitoplancton: Es recomendable llevar este control. De esta forma puedes conocer la concentración del fitoplancton en el área donde se instalar el sistema de cultivo, debido a que el “piure” es un organismo filtrador, que se alimenta de fitoplancton y al desaparecer este, los organismos mueren de inanición. Deben definirse puntos representativos donde se realice los muestreos (Fig. 40)



Figura 40: Red para toma de muestras de fitoplancton.

3.4 Tamaño de la producción.

El tamaño de la producción en un cultivo de piure está definido por la cantidad de hectáreas autorizadas que dispongan la organización para implementar el cultivo. El número de *long-line* a instalar por hectárea varía entre 3 a 5. Esto depende mucho de la productividad del sector y del grado de exposición que presente el área principalmente a las corrientes sur oeste, que son predominantes en nuestra región. Mientras más tranquila es la bahía, más líneas de cultivo se pueden instalar por hectárea, en cambio cuando es una zona muy expuesta se recomienda instalar un número menor de líneas por hectárea, esto debido a que terminan enredándose las cuelgas de piure. Ya son conocidas las distancias entre cuelgas de piure a instalar en el cultivo y el rendimiento que entrega cada una. De esta forma, para un área de manejo como la que dispone la Asociación Gremial de Trabajadores del Mar- Panamericana Norte, podemos proyectar en el polígono autorizado para el cultivo de piure instalar 3 líneas. Para un cultivo que cuenta con 3 líneas de cultivo de 65 metros de longitud útil cada *long-line*, se espera producir por cada ciclo de cultivo 12.675 kg de biomasa total que equivale a 2.660 kg de solo carne de piure considerando un rendimiento del 21%.

3.4.1 Descripción general de las instalaciones, equipos y maquinarias.

Las instalaciones requeridas para el normal funcionamiento de un cultivo de piure, son básicas. Poder disponer de un área donde se pueda maquilar el producto es fundamental para obtener una mayor rentabilidad del cultivo. Esto debido a que al maquilar el piure cultivado, se aumenta en casi un 200% las ganancias que se pueden obtener por kilo. Es necesario poder contar con un muelle con grúa donde poder embarcar los equipos utilizados en las actividades de cultivo y desembarcar las cosechas de piure cultivado.

Entre los equipos y maquinarias requeridos podemos mencionar embarcaciones de fondo plano adaptadas para faenas de cultivo, motores fuera de borda, winche, roletes, arañas, burro o pescante, balanzas.

Embarcación equipada con motor: Es necesario contar con una embarcación de mayores dimensiones, con la cual se pueda instalar los fondeos que darán soporte a los *long line*, y realizar las actividades propias del cultivo, sean estas, siembras y cosechas de los sistemas de cultivo. Con las

embarcaciones que normalmente poseen los pescadores artesanales, no es posible realizar estos manejos. Es importante que esta embarcación esté equipada con todo lo necesario para realizar las maniobras y que su característica principal sea de fondo plano, sin bancos, lo que permite realizar maniobras sobre la embarcación.

Winche embarcación: Los winches son de mucha utilidad cuando hay que realizar trabajos en las líneas de cultivo. Con la fuerza que entregan y trabajando en conjunto al burro o pescante, permite acercar las líneas hasta depositarlas sobre los roletes. Esta acción disminuye los sobreesfuerzos de los operarios sobre la embarcación.

Roletes: Permiten trabajar en las líneas de cultivo y a la vez desplazarse por todo la línea madre del long line.

Araña: Se utiliza para atrapar la línea madre de cultivo que se encuentra bajo el agua. Con la ayuda del winche se logra subir a la superficie el long line, como se explicó anteriormente.

Burro o pescante: Estructura de acero utilizada en las maniobras de cosecha y muestreos de long line. Trabajan en conjunto con el winche para subir las líneas a la superficie.

Herramientas e implementos: Es necesario contar con un ítem herramientas e implementos, en el cual se consideran cuchillos, tijeras, chinguillos y los materiales de trabajo (botas de agua, trajes de agua, gorros, bloqueadores solares, guantes, bolsas plásticas para empaque, recipientes, etc.). Todos necesarios para el óptimo funcionamiento del cultivo.

3.4.2 Alternativas de producción.

Actualmente la Asociación Gremial de Trabajadores del mar- Panamericana norte cuenta con 3 líneas de cultivo en las cuales se sembrarán 6.200 kilogramos de piure. Se espera que esta biomasa ingresada al sistema de cultivo, alcance los 15.000 kilogramos de biomasa total aproximadamente en un periodo de tiempo cercano a los 6 meses de cultivo. Lo que equivale a 3.260 kilos de solo carne de piure, esperando un rendimiento del 21%.

La autorización que posee la Organización para producir piure en su AMERB “Hornos” permite una producción máxima anual de 15.400 kg. Pero técnicamente es posible aumentar el número de líneas de cultivo a 7 unidades, aumentando en 3 líneas las ya autorizadas. Lo cual permite aumentar la

producción estimada actualmente de 15.000 kilogramos a 30.000 kilogramos de biomasa total aproximadamente, lo que equivale a 6.300 kilogramos de solo carne de piure.

Para poder aumentar la biomasa a producir de piure, considerando la totalidad del área autorizada y no incluyendo líneas para cultivar huiro flotador, es necesario solicitar un aumento en el proyecto técnico presentado a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Argumentando que la rentabilidad que presenta el cultivo de piure es mayor a la que presenta el cultivo de huiro flotador, por lo tanto la organización desea aumentar la biomasa factible de producir de piure en el polígono autorizado. En la siguiente tabla se indican las modificaciones al proyecto técnico que se deben realizar para poder aumentar la producción de piure en el polígono autorizado.

Tabla N° 03: Producción actual autorizada y producción final a solicitar.

AAMERB "HORNOS"	Producción Actual Autorizada	Aumento producción	Disminución producción	Producción final esperada
Área autorizada (hectáreas)	1,7	0	0	1,7
N° líneas de cultivo	4	3	0	7
Biomasa <i>Pyura chilensis</i> (kilos)	15.400	14.600	0	30.000
Biomasa <i>Macrocystis sp.</i> (kilos)	19.800	0	19.800	0

Actualmente el cultivo de piure de Caleta Hornos, permite el ingreso de 195 cuelgas de piure para su cultivo. Cada una de 15 a 20 kilogramos de peso. Esto genera una producción anual de 12.675 kilogramos de biomasa total.

La dependencia en el tiempo por cuelgas con piure ya fijado desde otros centros de cultivo autorizado, debiera disminuir. Para esto es necesario ir agregando al cultivo colectores nuevos, en los cuales se deberán fijar las semillas de piure y que se transformaran luego en las cuelgas de cultivo definitivas. Para esto es necesario incluir colectores en las líneas de cultivo, entre las cuelgas con piure ya adulto, para que estas se vayan fijando cuando se produzcan los desoves naturales. Para abastecerse de la totalidad de cuelgas para comenzar el nuevo cultivo, es necesario incluir 195 colectores.

3.4.3 Resolución de problemas operativos del cultivo.

Para la implementación y manejo de un cultivo de piure, sus requerimientos son bajos en comparación a otros cultivos. Pero siempre es necesario solucionar problemas que se generan durante su desarrollo. Algunos de los problemas más comunes en este tipo de cultivos se mencionan a continuación:

3.4.3.1 Hundimiento de la línea de cultivo: El hundimiento de la línea de cultivo es un problema habitual que se presenta en un cultivo, debido al aumento de peso que presentan las cuelgas de piure, y donde no se realizan las mantenciones necesarias. Muy importante es adicionar boyas de flote a la línea de cultivo para evitar este problema. Semanalmente es necesario revisar la condición que presenta la línea de cultivo.

3.4.3.2 Corte de cuelgas de piure: Cuando las cuelgas de piure alcanzan una biomasa muy elevada, existe la posibilidad que estas se corten y caigan al fondo del cultivo. Es por esto necesario las revisiones quincenales de la condición que presentan las cuelgas de cultivo. Conocer el número de cuelgas de piure que se siembran en cada línea, es necesario para mantener el control del número existente y la posible pérdida de sistemas de cultivo.

3.4.3.3 Tamaño máximo de cuelgas de piure: Normalmente una cuelga de cultivo de 3 metros de largo, puede alcanzar los 65 a 70 kilogramos de peso. Este valor es el óptimo para realizar la cosecha, esto debido a que cuelgas de piure de un mayor peso, disminuyen su rendimiento en carne. Es por esto que a medida que las cuelgas alcancen estos valores, es necesario comenzar a cosecharlas.

3.4.3.4 Mortalidad masiva: Un aumento en la biomasa de las cuelgas de piure puede provocar una mortalidad en el centro de las cuelgas de piure, esto debido a que los organismos que quedan en el centro de la cuelga, no tienen la capacidad de alimentarse, debido a que el agua no accede al sitio donde estas se encuentran y finalmente mueren.

Otra causa de mortalidad se puede presentar debido a una falta de alimento disponible para los piures en cultivo. En este caso, es posible variar la profundidad donde se encuentra dispuestas las cuelgas, subiendo o bajando las líneas para encontrar mayores cantidades de alimento.

3.4.3.5 Competencia de espacio por aumento de *Ciona intestinalis* (piure blanco): Durante el ciclo de cultivo, las cuelgas de piure (*Pyura chilensis*) se enfrentada a la competencia de espacio con otro tunicado llamado *Ciona intestinalis*. Esta especie conocida por adherirse firmemente a las linternas de cultivo de ostión, también afecta a las cuelgas de piure. Generando una competencia del espacio y la capacidad de tener acceso al alimento disponible. Es conocido que esta especie presenta un rápido crecimiento. Lo que habitualmente se utiliza para eliminar esta plaga en el cultivo de piure, es bajar las líneas de cultivo, con esto cambia los parámetros oceanográficos presentes en el cultivo, que genera que el piure blanco se suelte y caiga desde las cuelgas. Una vez que este piure blanco se desprende, las cuelgas de piure vuelven a la profundidad requerida para su crecimiento, normalmente a 1 metro de profundidad.

3.5 Registros y declaraciones del nivel de producción en las instalaciones de cultivo.

Las actividades de acuicultura en Áreas de Manejo tanto experimentales como permanentes, deben someterse a las mismas disposiciones que el resto de actividades acuícolas para el registro y entrega de información. En cada una de las resoluciones emitidas por la Subsecretaría de Pesca que autorizan actividades de acuicultura en AMERB, establece obligaciones y responsabilidades que el titular debe cumplir respecto a las actividades de cultivo que se realizarán y la información a entregar. En primer lugar, los ejemplares a utilizar en las actividades de cultivo, deben provenir de áreas de manejo, pescadores artesanales y/o centros de cultivo debidamente autorizados, cumpliendo con la normativa vigente y respecto a la entrega de información la resolución otorgada a cada organización titular señala que:

El D.S N° 129 de 2013 establece el reglamento para entrega de información de pesca y acuicultura y declaración de origen. En el Título II, artículo 7) señala que los titulares deben entregar la siguiente información específica por cada centro de cultivo, en casos de centros cuyo proyecto técnico comprenda todas las especies no contenidas en peces y algas (C):

1. Abastecimiento: Por unidad de cultivo (estructura de cultivo), recurso ingresado, identificación de centro de origen de los ejemplares, especificando número de ejemplares y su peso, así como la etapa de desarrollo y/o actividad productiva en que se encuentran. Los abastecimientos realizados, deben ser declarados dentro de las 48 horas de ocurrido el evento de abastecimiento, en el formulario dispuesto por el Servicio Nacional de Pesca (Fig. 42) acompañado por el/los documentos que acrediten el origen de los ejemplares.

Datos de la Operación		Datos del Origen								
Fecha del evento	Grupo de Especie	Especie	Etapa de Desarrollo (Nota 1)	Unidades	Peso total (Kilos)	Estructura (Nota 2)	Cantidad de Estructuras	Tipo de Origen (Nota 3)	Codigo Origen	Nombre del Origen

Empresa		Recepción Sernapesca	
Nombre Responsable		Fecha	
Firma		Nombre	
		Firma	

*Nota 1 : Declarar las etapas según corresponda * Algas: Adulto *Pectinidos y otros: Semilla, Juvenil, Adulto, Reproductor, larva *Mitilidos Semilla, Adultos*

*Nota 2: Declarar Estructura según corresponda * Pectinidos: Linterna o Pear Net*

Nota 3: Tipo de Origen: Centro de cultivo, Comercializadora, Importación, Area de Manejo, Otros (Captación Natural)

Figura 42. Formulario de declaración de abastecimiento para centros de cultivo.

2. Existencia: Por unidad de cultivo, especie, número y peso de los ejemplares, especificando la etapa de desarrollo y/o actividad productiva en que se encuentran. Las existencias deben ser declaradas mensualmente en el formulario dispuesto por el Servicio Nacional de Pesca (Fig. 43) y tendrá como plazo el día 12 del mes siguiente al periodo informado, o el día hábil siguiente si el día 12 del mes en curso es inhábil.

 DECLARACION MENSUAL CENTROS DE CULTIVO Moluscos Algas y Otros						
						FOLIO SERNAPESCA <input type="text"/>
1.- DATOS TITULAR						
CODIGO CENTRO	:					
TITULAR	:		RUT TITULAR	:		
NOMBRE CENTRO	:		FOLIO RNA	:		
REGION	:		COMUNA	:		
REPRESENTANTE LEGAL	:		SECTOR	:		
2.- DATOS DE LA DECLARACION			3.- MANO DE OBRA			
MES:		AÑO:		Permanente	Masculino	Femenino
				Eventual	Masculino	Femenino
Datos de la Existencia						
Grupo de Especie	Especie	Etapa de Desarrollo (Nota 1)	Unidades	Peso total (Kilos)	Estructura (Nota 2)	Cantidad de Estructuras
Empresa			Recepción Sernapesca			
Nombre Responsable				Fecha		
Firma				Nombre		
				Firma		
<i>Nota 1: Declarar las etapas según corresponda * Algas: Adulto * Pectinidos y otros: Semilla, Juvenil, Adulto, Reproductor, larva * Mitilidos: Adulto, Semilla</i> <i>Nota 2: Declarar Estructura según corresponda * Pectinidos: Linterna o Pear Net</i>						

Figura 43. Formulario de declaración de existencias para centros de cultivo.

3. Cosecha y destino: Tipo y fecha del evento, especie, número y peso de los ejemplares cosechados e identificar según corresponda la planta de proceso o bien cualquier establecimiento al que se destine el recurso, en el formulario dispuesto por el Servicio Nacional de Pesca (Fig. 7) y acompañado del documento tributario que respalda el movimiento. Las cosechas, así como abastecimientos que requieran certificado de movimiento, deberán ser solicitados previo al traslado. Se entiende por certificado de movimiento aquel por el cual el Servicio permite al titular del centro de cultivo a efectuar un movimiento desde o hacia el centro de cultivo, validado por el servicio.

maniobras, distribución de ingresos y egresos, entre otros aspectos organizacionales de las labores de cultivo.

Al interior de la organización se crea grupo de acuicultura, ellos son los encargados de realizar las labores comprometidas en el cultivo. De la misma forma las personas que conforman este grupo se repartirán los ingresos que se generen por la comercialización del piure cultivado.

Esta agrupación ya cuenta con una estructura general para el manejo de todas las actividades al interior de su organización. Donde el cultivo de piure es una actividad más que se suma a la Administración de la caleta y al manejo de la AMERB. A continuación se presentan el organigrama utilizado por la organización.

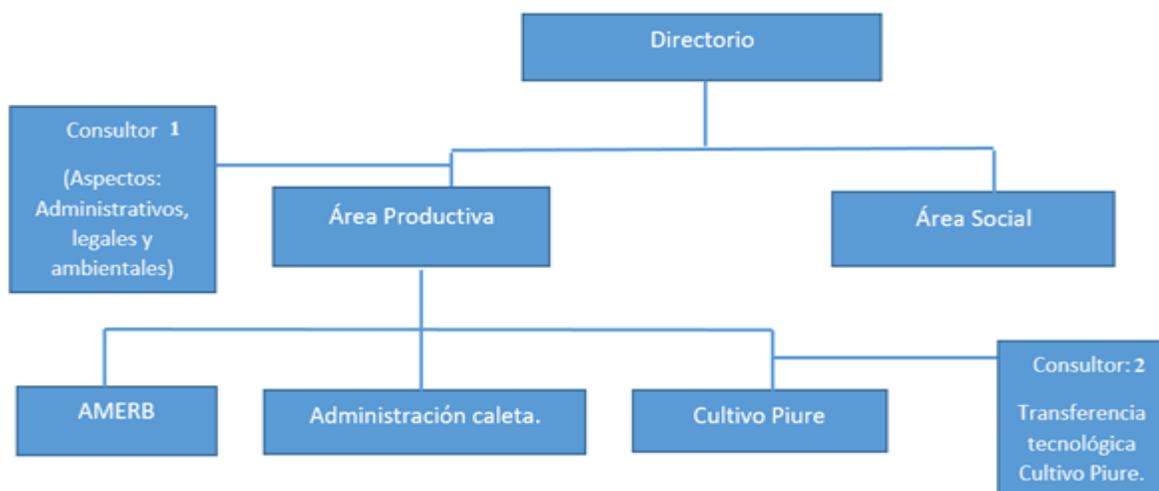


Figura 45: Organigrama necesario para la implementación y puesta en marcha del proyecto técnico de cultivo de Piure. Consultor 1, es un profesional de asesoría permanente que apoya en las gestiones de la OPA. Consultor 2, es una especialista en su área (cultivo) donde su desempeño es puntual.

El directorio dirige todas las áreas de la organización. Estas se dividen en dos grandes áreas, la social y el área productiva. Dentro del área productiva se encuentra la dirección del Área de manejo y Explotación de Recursos Bentónicos, la administración de la Caleta y el Cultivo de Piure.

El consultor de la organización vela por los aspectos administrativos, legales y ambientales que tienen directa relación con los aspectos productivos de la organización. En el caso de la implementación del cultivo de piure, él es el encargado de velar por el correcto funcionamiento administrativo, legislativo y ambiental del cultivo.

El equipo consultor está realizando la implementación y transferencia tecnológica del cultivo de piure. Los aspectos transferidos a la organización contemplan la instalación de los sistemas de cultivo, siembra, manejos, cosechas etc.

El periodo de tiempo que acompaña al consultor a la organización, debe ser el suficiente para que los pescadores artesanales adquieran todo el conocimiento necesario para realizar todas las actividades del cultivo de piure y poder escalar productivamente en un futuro próximo.

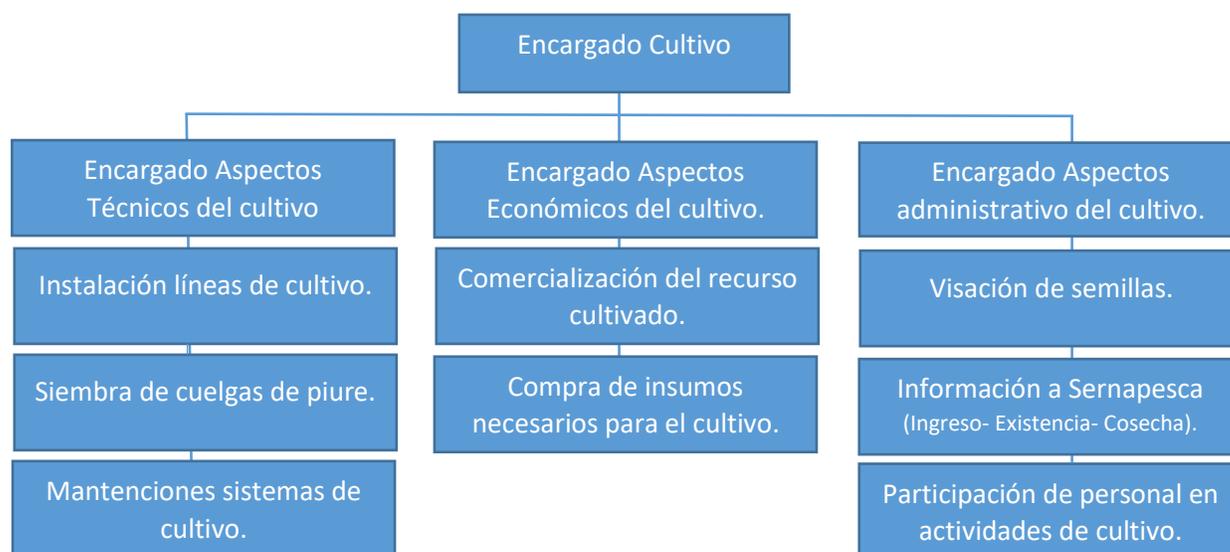


Figura N° 46: Organigrama necesario para la operación del cultivo de piure en Caleta Hornos.

Sistema de Visación de Traslado de Semillas: Procedimientos para realizar la visación en SERNAPESCA del traslado de semillas hacia los centros de cultivo (AAMERB).

Sistema de Información “Formulario CCa-CCo”: Procedimiento para informar a SERNAPESCA los movimientos en el cultivo, tales como monitoreos y mortalidad que se deben informar al Servicio a través del formulario CCa-CCo en proceso de implementación.

Comercialización, Mercado y Formatos de Venta: Procesos de comercialización para ofertar la producción en distintos formatos de venta con cadenas de frío. También no se han establecido redes de comercialización con el público directo para promover el comercio y precio justo.

4 CONCLUSIONES.

La Asociación Gremial de trabajadores del Mar Panamericana Norte- Caleta Hornos, ya cuenta con su sistema de cultivo implementado, con piure creciendo en su long- line, siendo necesarios apoyarlos en este momento en la administración y manejo del cultivo. A medida que se han desarrollado las actividades de la licitación, la organización ha presentado un real interés en poder desarrollar de manera óptima el cultivo de piure en su área de manejo “Hornos”. Esta agrupación ya ha participado en otras iniciativas relacionadas con cultivos experimentales de acuicultura a pequeña escala en AMERB, lo cual, los sitúa en un mejor nivel de conocimiento acuícola en comparación a organizaciones que no han tenido la experiencia.

La organización ya cuenta con infraestructura operacional (muelle, atracadero, varadero, rampa, galpón, oficinas, sala de procesos, etc.) y equipamientos (embarcación, motor fuera de borda, winche, pluma de levante, roletes, pescante, araña, computadores, impresoras, balanzas, etc.) que serán utilizados en el cultivo de piure, los cuales son indispensables en la operación normal del cultivo.

El polígono autorizado para realizar actividades de acuicultura, permite la implementación de más de tres líneas de cultivo tipo *long line* para realizar el cultivo de piure. Siendo necesario poder solicitar una modificación al proyecto técnico para aumentar el número de líneas a instalar y de este modo poder obtener una mayor biomasa cultivada de piure. Este es el próximo desafío al cual se debe ver enfrentada la organización. Realizar el escalamiento del cultivo y poder consolidar tanto el esfuerzo de la organización como el financiamiento basal del programa Cultiva tu Mar.

Los aspectos operacionales ligados al desarrollo organizacional y administración colectiva de las actividades de acuicultura en áreas de manejo, resultan ser prioritarios para la sostenibilidad de las

mismas, ya que no se trata de un proyecto de inversión en una concesión de acuicultura donde los aspectos administrativos, operacionales y comerciales, se resuelven con la disposición inmediata de capital de trabajo que asegura su efectiva realización. En este caso, cuando se trata de administración colectiva de actividades de acuicultura, supone un proceso gradual y paulatino, el cual tendría sus réditos al finalizar el ciclo productivo donde se obtendrán las utilidades para la reinversión y distribución de las ganancias a través de un arreglo interno de la organización. Esto significa que la operación efectiva de las labores que demanda el cultivo, queda supeditada a la disposición de capital de trabajo que pueda generar la propia organización. Por tanto, los resultados productivos en el mediano plazo dependen única y exclusivamente del tipo gestión colectiva de las actividades de acuicultura que la organización encuentre pertinente desarrollar y de la continuidad del proceso de colaboración con sus asesores técnicos.

5 GLOSARIO.

Acuicultura: es el conjunto de actividades, técnicas y conocimientos de crianza de especies acuáticas vegetales y animales.

Cadena: Unión entre muertos de anclaje utilizando un cabo.

Chicote: Trozo de cabo que se utiliza para unir las boyas de reflote o marcatorias a la línea madre.

Colector: Trozo de red anchovetera que se utiliza para captar larvas de piure.

Cuelga de cultivo: Sistema de cultivo utilizado en el cultivo de piure, consta de un trozo de red anchovetera, unido a un chicote por un extremo y a un estabilizador por el otro lado.

Detritus: Resultado de la descomposición de una masa sólida en partículas.

Densidad: Cantidad de organismos por un área definida. En el caso de cultivo suspendido número de organismos/piso. N° de organismos/pearl- net.

Diatomeas: Grupo de algas unicelulares que constituye uno de los tipos más comunes de fitoplancton.

Estabilizador: Estructura de cemento, que puede tener forma de argolla o cilíndrica, de un kilo de peso, que mantiene en posición horizontal la cuelga de cultivo de piure.

Fitoplancton: Conjunto de organismos exclusivamente vegetales que forman parte del plancton.

Hábitat: Lugar donde vive un organismo. Por extensión, lugares donde viven los individuos de una especie, género, etc.

Hatchery: Centro de producción o criadero de especies marinas de importancia comercial.

Netlon: Sustrato utilizado para la fijación de larvas de *Argopecten purpuratus*.

Lastre: Estructura de concreto que se utiliza para mantener fijo o anclado el sistema de cultivo denominado *Long- line*.

Linterna: Sistema de crecimiento que se utiliza en el cultivo de concha de abanico, de forma cilíndrica conformada por aros metálicos y recubierta por una malla, la cual puede variar de tamaño.

Long- line: Línea suspendida en superficie o a una determinada profundidad, mediante flotadores, con la única condición que entreguen una determinada capacidad neta de boyantez, de la cual se suspenden elementos colectores y/o estructuras de crecimiento.

Plancton: Conjunto de organismos pelágicos que se encuentran en suspensión en el agua del mar o en las aguas dulces.

Pseudoheces: Heces falsas, material residual no absorbido por el aparato digestivo.

Repoblamiento: Siembra o resiembra de especies hidrobiológicas en ambientes marinos o continentales, con o sin acondicionamiento del medio, con semilla del medio natural o procedente de centros de producción de semilla.

Tren de fondeo: Unión de tres muertos de fondeo utilizando un cabo, con una separación de 4 metros entre fondeo.

Zooplancton: Conjunto de organismos exclusivamente animales que forman parte del plancton.