



Manual de Cultivo de Linguado



PERÚ

Ministerio
de la Producción



Manual de Cultivo de Lenguado

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN
Ministro de la Producción

HÉCTOR EUGENIO D. SOLDI SOLDI
Viceministro de Pesca y Acuicultura

MARÍA ISABEL CASTRO SILVESTRE
Jefa del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero

OSCAR DEL VALLE AYALA
Director General de Capacitación y Desarrollo
Técnico en Acuicultura

Prohibida su reproducción total o parcial, sin permiso del
Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero - FONDEPES

Editado por:
Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero – FONDEPES
Av. Petit Thouars N° 115 – 119, Lima – Perú



*Trabajando para
todos los peruanos*

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| Presentación | 7 |
| Introducción | 8 |
| Capitulo I: Aspectos Generales | 10 |
| 1.1 Panorama Actual de Cultivo de Peces Planos | 10 |
| 1.1.1 Acuicultura de Peces Planos en Contexto Mundial | 11 |
| 1.1.2 Acuicultura de Peces Planos en Contexto Nacional | 14 |
| 1.2 Aspectos Biológicos | 17 |
| 1.2.1 Taxonomía | 17 |
| 1.2.2 Distribución y Hábitat | 17 |
| 1.2.3 Característica Morfológicas | 18 |
| 1.2.4 Reproducción | 18 |
| Capitulo II: Tecnología de Cultivo | 19 |
| 2.1 Emplazamiento de la Planta | 19 |
| 2.1.1 Elección del Sitio de la Planta | 19 |
| 2.1.2 Aspectos Técnicos | 19 |
| 2.1.2.1 Agua | 19 |
| 2.1.2.2 Terreno | 20 |
| 2.1.3 Aspectos Socio-Economicos | 21 |
| 2.1.3.1 Medio de Acceso | 21 |
| 2.1.3.2 Facilidades y Servicios | 21 |
| 2.1.4 Aspectos Legales | 22 |
| 2.2 Infraestructura y Equipamiento | 23 |
| 2.2.1 Hatchery | 23 |
| 2.2.1.1 Toma y Distribución de Agua | 23 |
| 2.2.1.2 Tratamiento del Agua de Mar | 23 |
| 2.2.1.3 Distribución de Hatchery | 24 |
| 2.2.1.3.1 Cultivo de Alimento Vivo | 24 |
| 2.2.1.3.2 Incubación | 27 |
| 2.2.1.3.3 Cultivo Larvario | 28 |
| 2.2.1.3.4 Sala de Cultivo de Alevines o Nursery | 28 |
| 2.2.1.3.5 Requerimiento de Equipos | 29 |
| 2.2.2 Infraestructura de Engorde | 33 |
| 2.2.2.1 Toma y Distribución de Agua | 33 |
| 2.2.2.2 Tanque Cabecera o Reservorio | 33 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.2.2.3 | Sistema de Distribución de Agua | 34 |
| 2.2.2.4 | Tanques de Cultivo | 35 |
| 2.2.2.5 | Requerimiento de Equipos para el Área de Engorde | 36 |
| 2.2.3 | Infraestructura Complementaria | 38 |
| 2.3 | Proceso Productivo | 38 |
| 2.3.1 | Manejo de Reproductores | 38 |
| 2.3.1.1 | Condiciones de Cultivo | 38 |
| 2.3.1.2 | Registro de los Parámetros Físico, Químico y Biológicos | 39 |
| 2.3.1.3 | Monitoreo de Desarrollo de Madurez Gonadal | 39 |
| 2.3.1.4 | Mejoramiento Genético | 40 |
| 2.3.2 | Reproducción | 41 |
| 2.3.2.1 | Desove Natural o Espontaneo | 41 |
| 2.3.2.2 | Colecta de Huevos | 41 |
| 2.3.2.3 | Desinfección de Huevos | 42 |
| 2.3.2.4 | Evaluación de La Calidad de Huevos | 42 |
| 2.3.3 | Incubación | 43 |
| 2.3.3.1 | Condiciones de Cultivo | 43 |
| 2.3.3.2 | Evaluación de la Eclosión | 44 |
| 2.3.4 | Cultivo de Alimento Vivo | 44 |
| 2.3.5 | Cultivo Larvario | 46 |
| 2.3.5.1 | Condiciones de Cultivo | 46 |
| 2.3.5.2 | Crecimiento y Desarrollo de Larvas | 46 |
| 2.3.5.3 | Aspectos Sanitarios y Limpieza de las Unidades de Cultivo | 47 |
| 2.3.6 | Alevinaje | 47 |
| 2.3.6.1 | Condiciones de Cultivo | 47 |
| 2.3.6.2 | Fases de Cultivo | 47 |
| 2.3.6.3 | Registro de los Parámetros de Cultivo | 48 |
| 2.3.6.4 | Aspectos Sanitarios y Manejo | 48 |
| 2.3.7 | Pre-Engorde | 49 |
| 2.3.7.1 | Acondicionamiento de los Sistemas de Cultivo | 49 |
| 2.3.7.2 | Siembra | 49 |
| 2.3.7.3 | Monitoreo y Evaluación de los Parámetros Físico-Químicos | 50 |
| 2.3.7.4 | Biometría Mensual | 50 |

| | | |
|---------------|--|----|
| 2.3.7.5 | Mantenimiento de los Sistemas de Cultivo | 51 |
| 2.3.7.6 | Manejo de Aspectos Sanitarios y Prevención de Enfermedades | 51 |
| 2.3.8 | Engorde | 51 |
| 2.3.8.1 | Registro de los Parámetros Físico-Químico | 51 |
| 2.3.8.2 | Control Biométrico | 51 |
| 2.3.8.3 | Selección y Movimiento de Peces | 52 |
| 2.3.8.4 | Evaluación de los Parámetros de Cultivo | 53 |
| 2.3.8.5 | Mantenimiento de los Sistemas de Cultivo | 54 |
| 2.3.8.6 | Manejo de Aspectos Sanitarios y Prevención de Enfermedades | 55 |
| 2.4 | Alimentación | 55 |
| 2.4.1 | Reproductores | 56 |
| 2.4.2 | Cultivo Larvario | 56 |
| 2.4.3 | Alevinaje | 57 |
| 2.4.4 | Pre-Engorde y Engorde | 58 |
| 2.4.4.1 | Tipos de Alimento | 59 |
| 2.4.4.2 | Requerimientos Nutricionales | 60 |
| 2.4.4.3 | Tasa de Alimentación | 61 |
| 2.4.4.4 | Frecuencia Alimenticia | 62 |
| 2.4.4.5 | Conversión Alimenticia | 62 |
| 2.4.4.6 | Estrategias de Alimentación | 63 |
| 2.4.4.7 | Almacenamiento de Alimento E Insumos | 63 |
| 2.5 | Programa de Producción | 64 |
| 2.5.1 | Alevines | 64 |
| 2.5.2 | Engorde | 64 |
| 2.6 | Patología y Sanidad Acuicola | 65 |
| Capitulo III: | Aspectos Económico | 67 |
| 3.1 | Mercado | 67 |
| 3.1.1 | Antecedentes del Mercado del Producto | 67 |
| 3.1.2 | Identificación de Consumidores | 67 |
| 3.1.3 | Análisis de Demanda del Producto | 67 |
| 3.1.4 | Análisis de la Competencia y Oferta del Producto | 68 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.2 | Aspectos Económicos | 68 |
| 3.2.1 | Inversiones para un Modulo de Producción de 25 Tm | 68 |
| 3.2.2 | Costos Operativos | 69 |
| 3.2.3 | Estimación de Ingresos | 70 |
| 3.2.4 | Evaluación Económica | 70 |
| | Bibliografía | 72 |

PRESENTACIÓN

El cultivo de peces marinos viene presentando, en la última década, un gran avance a nivel mundial, dado a los trabajos de investigación e innovación tecnológica desarrollados por diversas instituciones de investigación, impulsado además por la gran demanda de productos hidrobiológicos de calidad en los mercados internacionales.

La acuicultura marina en el Perú, actualmente está representada tan solo por dos especies, “concha de abanico” y “langostino”, existe por lo tanto la necesidad de diversificarla incorporando nuevas especies de alto valor comercial, algunas de las cuales se ven amenazadas porque se encuentran a nivel de explotación plena o sobre-explotación y variabilidad climatológica de los últimos años.

El lenguado nativo *Paralichthys adspersus*, es una de estas especies, que se ha mantenido como un producto costoso en el mercado nacional, dada la calidad y exquisitez de su carne, y reducida oferta en el mercado. Este recurso está presente a lo largo de toda la costa marina del Perú, lo que indica su tolerancia térmica entre otras características que posibilitan el desarrollo de su producción mediante la acuicultura en el país.

Por otro lado, el crecimiento de la gastronomía peruana, representado con su plato típico de bandera “El Cebiche”, que tiene una proyección en el mercado internacional hace del lenguado una especie promisorio y con gran potencial para la acuicultura nacional.

FONDEPES, a través del Centro de Acuicultura Morro Sama, ubicado estratégicamente en la Región de Tacna, viene desarrollando nuevas tecnologías para la diversificación de la acuicultura nacional. En la última década ha desplegado esfuerzos para el desarrollo de la tecnología integral de cultivo de lenguado nativo *Paralichthys adspersus*, cubriendo aspectos como: manejo de reproductores, desove, cultivo larvario, alevines, cultivo de juveniles y engorde, manteniéndose como un centro demostrativo de producción de lenguado, lo que ha permitido captar el interés de inversionistas por incursionar en este rubro.

El presente Manual de cultivo de lenguado nativo *P. adspersus*, es el resultado de los diversos trabajos experimentales llevados a cabo en el Centro de Acuicultura Morro Sama que han sido difundidos en eventos nacionales e internacionales como: congresos, seminarios y talleres. Finalmente, este documento pretende sintetizar los diferentes procesos del cultivo integral de lenguado de manera clara y práctica, que pueda ser útil como guía para los productores que se involucren en esta actividad, o como información de referencia para estudiantes, profesionales y público en general.

INTRODUCCIÓN

El lenguado nativo *Paralichthys adspersus*, es una de las principales especies que sustentan la pesquería artesanal en el Perú, no solo por su importancia comercial y por los volúmenes desembarcados, sino también por la preferencia del consumidor, alcanzando altos precios en el mercado local.

La pesquería de lenguado en el Perú, se encuentra a niveles de explotación máximos. El siguiente grafico muestra la variación en los desembarques entre los años 2003 y 2012 habiéndose registrado una producción anual promedio de 487 TM durante la última década, cantidad insuficiente para la gran demanda de este recurso.

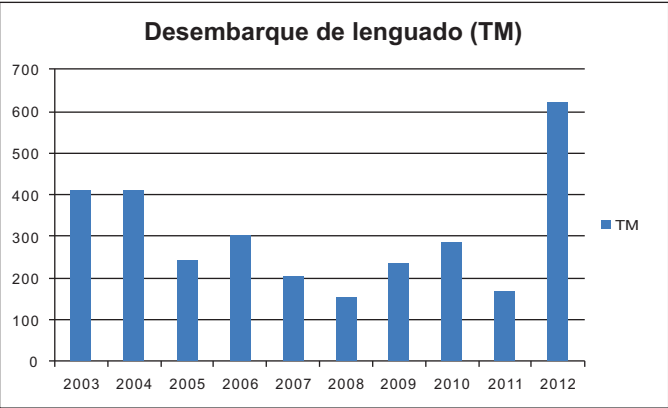


Fig. N° 01: Desembarque de lenguado de 2003-2012 (PRODUCE, 2013)

Tabla N°: Desembarques de recursos marítimos según especie, 2012 (TM)

| Tipo de Utilización | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Total General (H+I+II) | 6 060 985 | 9 574 259 | 9 353 306 | 6 983 463 | 7 178 099 | 7 362 007 | 6 074 412 | 4 221 094 | 6 211 716 | 4 801 031 |
| Pesquería (A+B+C+D) | 5 725 539 | 9 105 941 | 8 846 310 | 6 379 961 | 6 526 190 | 6 616 310 | 5 213 579 | 3 596 421 | 5 592 592 | 4 609 525 |
| A. Pelágicos | 5 347 187 | 8 808 494 | 8 655 461 | 5 935 302 | 6 159 802 | 6 267 | 5 935 165 | 3 450 609 | 7 125 244 | 3 776 880 |
| Anchoa | 9 592 | 4 628 | 12 080 | 11 429 | 4 080 | 3 840 | 2 520 | 12 512 | 7 739 | 2 352 |
| Atún | 2 191 | 1 488 | 3 093 | 13 365 | 9 706 | 42 871 | 30 648 | 13 144 | 14 654 | 23 893 |
| Bonito | 94 384 | 62 255 | 52 595 | 10 322 | 62 387 | 92 989 | 1110 605 | 20 467 | 46 946 | 26 781 |
| Caballa | 217 734 | 187 369 | 80 663 | 277 568 | 254 426 | 169 537 | 74 694 | 17 559 | 257 240 | 184 951 |
| Jurel | 35 651 | 31 456 | 37 078 | 33 755 | 35 333 | 49 473 | 59 153 | 53 359 | 43 688 | 42 347 |
| Perico | 5 914 | 4 080 | 308 | - | 7 | 8 | 6 | 29 752 | 3520 | 0 |
| Sardina | 8 726 | 1 541 | 838 | 89 | 56 | 5 | 26 | 17 | 63 | 161 |
| Tiburón | 4 458 | 3 730 | 3 894 | 5 231 | 2 393 | 1 606 | 2 762 | 4 002 | 3 408 | 2 180 |
| B. Demersales | 19 985 | 49 907 | 40 976 | 35 545 | 40 552 | 44 185 | 59 289 | 55 334 | 51 515 | 46 147 |
| Ayacucho | 4 842 | 2 483 | 2944 | 1 030 | 1 983 | 1 920 | 2 522 | 4 138 | 4 323 | 2 838 |
| Caballa | 1 820 | 1 270 | 857 | 712 | 1 318 | 1 499 | 2 481 | 1 020 | 1 047 | 1 550 |
| Coco | 1 591 | 2 395 | 854 | 880 | 1 353 | 1 234 | 1 091 | 2 159 | 1 207 | 1 476 |
| Lenguado | 466 | 413 | 243 | 302 | 204 | 153 | 234 | 288 | 168 | 624 |
| Merluza | 7 865 | 38 651 | 30600 | 29 441 | 31 634 | 34 929 | 47 162 | 41 108 | 37 645 | 33 147 |
| Raya | 2 282 | 883 | 672 | 1 386 | 674 | 1 185 | 1 509 | 1 440 | 1 235 | 2 021 |
| Tolo | 1 309 | 3 712 | 4 806 | 1 794 | 3 086 | 3 265 | 4 281 | 5 181 | 5 890 | 4 481 |
| C. Costeros (Pelágicos y Demersales) | 48 833 | 40 978 | 38 128 | 27 877 | 43 494 | 47 581 | 56 568 | 38 188 | 41 142 | 43 619 |
| Caballa | 5 385 | 3 532 | 3 646 | 2 141 | 2451 | 3429 | 4 099 | 4 142 | 3 657 | 1 550 |
| Cajón | 1 472 | 2 361 | 867 | 261 | 630 | 764 | 453 | 314 | 38 | 1 105 |
| Corvina | 7 | 1 009 | 774 | 1 767 | 2 380 | 429 | 457 | 377 | 774 | 514 |
| Chita | 32 | 271 | 274 | 212 | 214 | 114 | 154 | 87 | 103 | 262 |
| Liza | 19 137 | 12 121 | 6 975 | 4 233 | 14 549 | 16 185 | 18 595 | 10 779 | 13 335 | 18 638 |
| Loma | 6244 | 4 736 | 6 001 | 4 200 | 6 530 | 9 399 | 9 204 | 9 945 | 9 0149 | 9 023 |
| Machete | 8018 | 5 527 | 9 856 | 3 483 | 34 984 | 7 037 | 10 008 | 4 878 | 1 779 | 4 058 |
| Paje | 8 235 | 10 992 | 10 992 | 10 464 | 14 867 | 9 946 | 12 618 | 7 406 | 11 556 | 9 228 |
| Prinadilla | 303 | 429 | 371 | 3 16 | 889 | 276 | 380 | 260 | 251 | 281 |
| D.-Otros Pescados | 32 778 | 41 828 | 66 285 | 40 898 | 42 887 | 35 438 | 47 842 | 43 368 | 55 738 | 31 487 |

Fuente: PRODUCE, 2013.

En ese contexto, el Centro de Acuicultura Morro Sama-Tacna, del Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero (FONDEPES), ha venido trabajando en la tecnología de cultivo integral de lenguado nativo *Paralichthys adspersus*, con el propósito de reducir la presión de captura de los stocks naturales, y diversificar la acuicultura nacional, generando una actividad productiva y de gran impacto económico para el país.

En el presente manual se difunde la tecnología de cultivo de lenguado basada principalmente en la información acumulada en los últimos años y se pone al servicio del sector productivo, esperando se contribuya en el despegue de la actividad en el país.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

CAPÍTULO 1.1

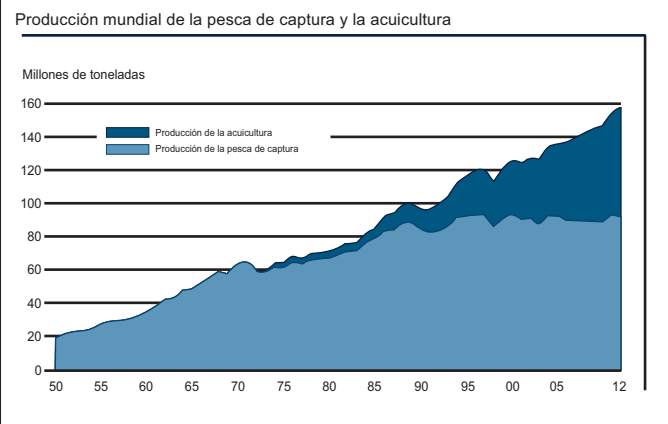
PANORAMA ACTUAL DE CULTIVO DE PECES PLANOS

La pesca de captura y la acuicultura suministraron al mundo unos 158 millones de toneladas de pescado en año 2012, de los cuales aproximadamente 136.2 millones de toneladas se destinaron al consumo humano. El suministro mundial de peces comestibles per cápita aumentó desde un promedio de 9,9 kg (equivalente en peso vivo) en la década de 1960 hasta 19,2 kg en 2012. Esta cifra superó la proyección de FAO para ese año fijada en 18,6 kg (FAO, 2012).

En las tres últimas décadas (1980-2010), la producción mundial de peces comestibles procedentes de la acuicultura se ha multiplicado por 12, a un índice medio anual del 8,8 por ciento. La producción acuícola mundial ha seguido creciendo, aunque a un ritmo más lento que en las décadas de 1980 y 1990. La producción acuícola mundial alcanzó otro máximo histórico en 2012, correspondiente a 66.6 millones de toneladas (excluidas las plantas acuáticas y los productos no alimentarios. Si se incluyen las plantas acuáticas cultivadas y los productos no alimentarios, la producción acuícola mundial en 2010 fue de 79 millones de toneladas. Por otro lado, la pesca marina mundial presenta una tendencia a mantenerse sin crecimiento en la última década, habiendo aumentado

notablemente de 16,8 millones de toneladas en 1950 hasta alcanzar un volumen máximo de 86,4 millones de toneladas en 1996, para reducirse posteriormente antes de estabilizarse en torno a los 80 millones de toneladas. En 2010 se registró una producción mundial de 77,4 millones de toneladas. (FAO, 2012).

Fig. N° 02: Producción mundial de pesca de captura y la acuicultura (FAO, 2012)



En relación a la producción de peces marinos por la acuicultura, en 2010, representó el 3,1% (1,8 millones de toneladas) del total de producción de acuicultura mundial (FAO, 2012), y se presume que incremente mucho más en esta década, dado con el mayor interés y avance en la investigación y desarrollo tecnológico de especies marinas, especialmente de las de mayor potencial económico.

En lo que se refiere a los peces planos, datos al año 2010 a nivel mundial, muestra que su producción bordea un promedio de 150 mil TM, siendo las especies principales rodaballo y hirame.

Fig. N° 03: Producción de las principales especies o grupos de especies procedente de la acuicultura en 2010.



1.1.1 ACUICULTURA DE PECES PLANOS EN CONTEXTO MUNDIAL

Información detallada sobre los países productores de peces planos al año 2008 indican que China aportó con 86,415 TM y Corea del Sur con 46,432 TM, siendo dichos países los principales productores de peces planos tendencia que se ha mantenido

posteriormente (Caro, 2010). En Europa, España fue principal productor de peces planos con 7,992 TM, representado mayormente por el rodaballo. (Caro, 2010). En relación a América Latina, Chile lideró la producción, con 282 TM, de turbot o rodaballo *Scophthalmus maximus*. Otras especies no han llegado a niveles comerciales en Chile, a pesar de las investigaciones realizadas. (Caro, 2010).

El cultivo de lenguados del género *Paralichthys*, en América Latina, se encuentra en etapa experimental y piloto comercial, a pesar de los esfuerzos que se viene desarrollando además de Chile, en Brasil, Perú, Argentina y otros países.

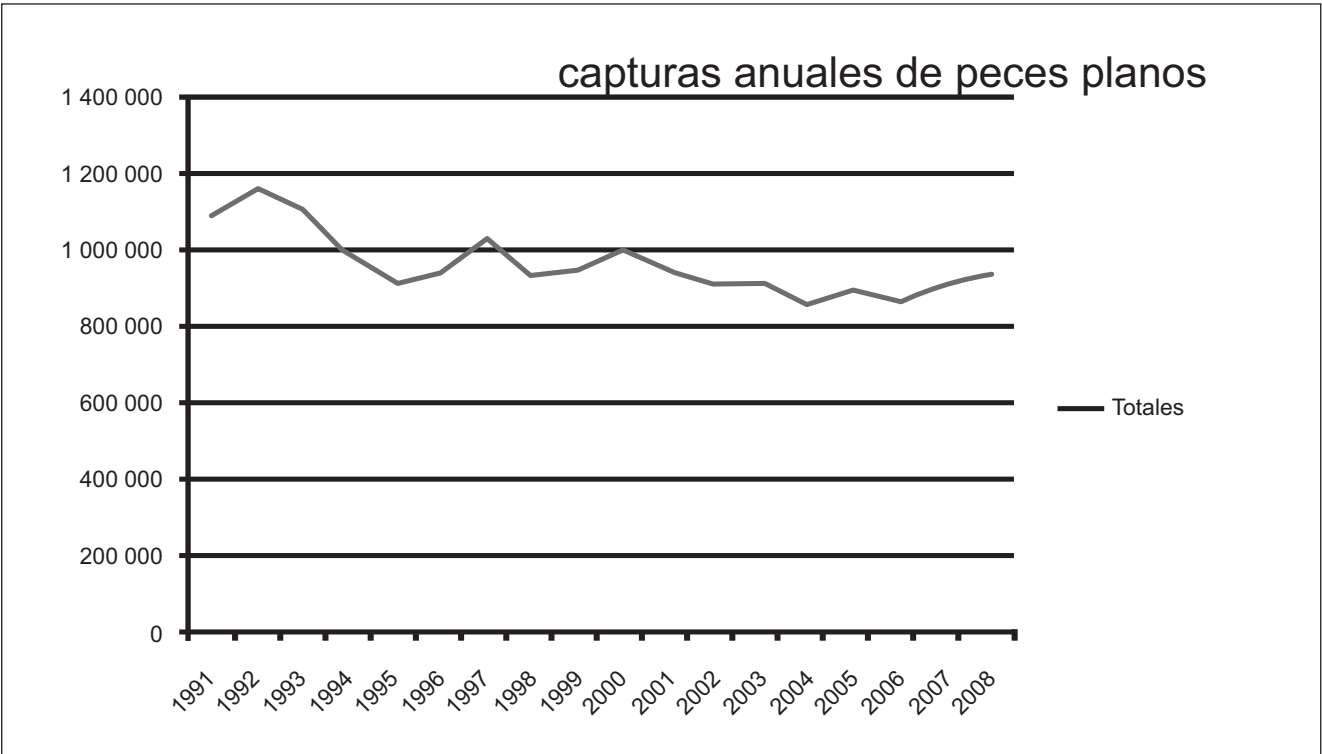


Fig N° 04: Capturas anuales de peces planos a nivel mundial (Caro, 2010).

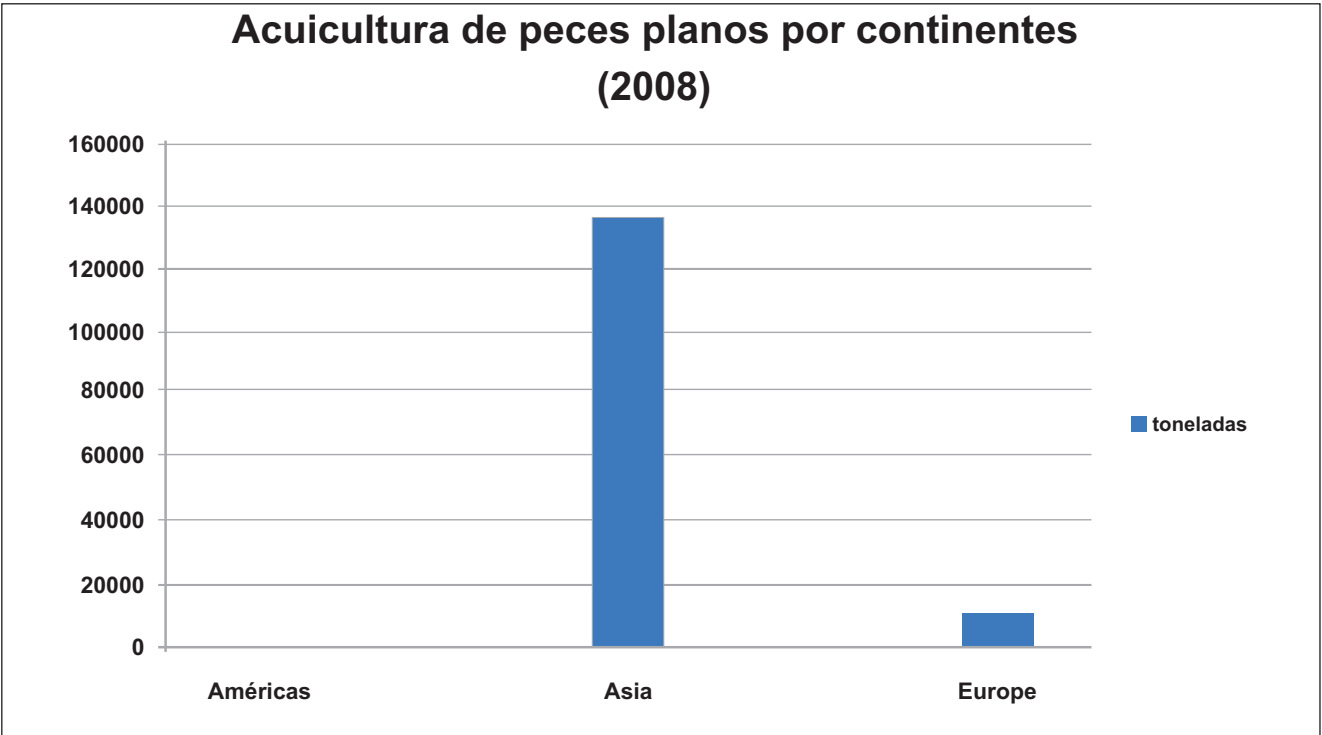


Fig. N° 05: Producción de peces planos de acuicultura por continentes en TM. (Caro, 2010).

Tabla N° 03: Producción de peces planos por países en 2008.

| País | TM/año |
|---------------|---------|
| China | 86,415 |
| Corea del Sur | 46,432 |
| España | 7,992 |
| Japón | 4,200 |
| Noruega | 1,587 |
| Francia | 850 |
| Portugal | 364 |
| Chile | 282 |
| Dinamarca | 278 |
| Reino Unido | 226 |
| Islandia | 90 |
| Holanda | 90 |
| Total | 148,806 |

Fuente: INFOPESCA (Caro, 2010)



Fig. N° 06: Granja de Stolt Sea Farm, Coruña, España.



Fig. N° 07: Planta de AcuinoVA Actividades Piscícolas S.A., Portugal

1.1.2 ACUICULTURA DE PECES PLANOS EN CONTEXTO NACIONAL

El cultivo de peces planos fue iniciado por FONDEPES en 1997 en el Centro de Acuicultura Morro Sama, con la introducción de Turbot *Scophthalmus maximus*, posteriormente se llevaría a cabo un proyecto experimental con el lenguado nativo *Paralichthys adspersus*, para lograr la tecnología de su cultivo en la zona sur del país.

El Instituto del Mar del Perú, IMARPE ha realizado varios trabajos de investigación, con la especie *P. adspersus*, básicamente en aspectos de reproducción, que contribuye al conocimiento de esta especie, despertando un mayor interés en el sector privado.

Los trabajos experimentales desarrollados con lenguado *P. adspersus* en el Centro de Acuicultura Morro Sama, han permitido escalar la producción a nivel piloto comercial, en cuanto la producción de alevinos, y piloto en la etapa engorde, desarrollando el cultivo integral de este recurso. Se incluyen las técnicas de manejo de reproductores, de desoves, incubación, cultivo larvario, alevines, juveniles y engorde. Asimismo se cuentan con los protocolos de cultivo de cada etapa, los que han sido difundidos en eventos de capacitación,

propiciando la incorporación de la empresa privada.

FONDEPES, a través de su Centro de Acuicultura Morro Sama también provee de alevinos de lenguado y brinda asesoramiento técnico a los productores que incursiones en esta actividad

Actualmente el cultivo de peces planos en el Perú está basado en el cultivo de lenguado nativo, que se encuentra en etapa de consolidación para la llegar a la producción comercial. Una de las empresas, Pacific Deep Frozen S.A. que ha apostado por esta especie, se encuentra ubicado en Huarmey-Ancash, la cual tiene implementado el cultivo integral de lenguado. Otra de las empresas ubicada en Chíncha, está aún en proceso de implementación.

Existe actualmente mayor expectativa de parte de la inversión privada en desarrollar nuevos proyectos en el cultivo de lenguado, dado el gran potencial del mercado nacional e internacional en el comercio de productos de acuicultura de alta calidad como el lenguado.



Fig N° 08: Vista general del Centro de cultivo de lenguado de Pacific Deep Frozen S.A. Huarmey-Ancash.

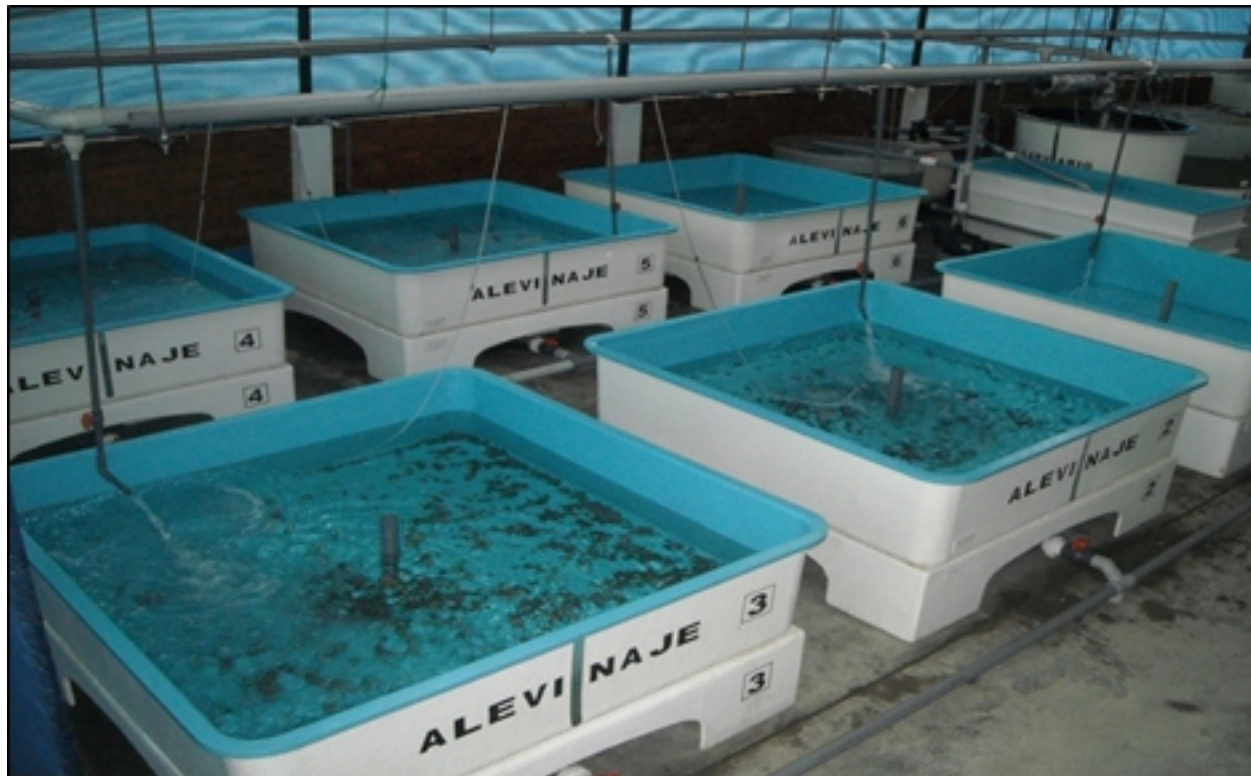


Fig. N° 09: Tanques de cultivos de alevines de lenguado de Pacific Deep Frozen S.A.



Fig. N° 10: Estanques de producción de alevines de lenguado de World Dream Fish Peru SAC-Chincha.



Fig. N° 11: Estanques de engorde de lenguado de World Dream Fish Peru SAC-Chincha.

CAPÍTULO 1.2 ASPECTOS BIOLÓGICOS

1.2.1 TAXONOMÍA

La posición taxonómica de lenguado de acuerdo a FISHBASE, es la siguiente:

- Reino: Animalia
- Clase: Chordata
- Clase: Actinopterygii
- Orden: Pleuronectiformes
- Suborden: Pleuronectoidei
- Familia: Paralichthyidae
- Género: Paralichthys
- Especies: *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867)
- Nombre común: Lenguado

1.2.2 DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT

El lenguado *Paralichthys adspersus* se distribuye desde la localidad de Paita (norte de Perú) hasta el golfo de Arauco (Chile), incluyendo el archipiélago de Juan Fernández (Pequeño, 1989; Siefeld *et al.*, 2003). Su hábitat común corresponde a golfos y bahías someras, con fondos blandos de arena, al igual que otras especies de lenguados como *P. dentatus* y *P. californicus*, básicamente buscando protección frente a la depredación, temperaturas más adecuadas y abundancia de alimento (Able *et al.*, 1990; Kramer, 1991; Acuña & Cid, 1995).

1.2.3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

El cuerpo es alto y elíptico, el lado ocular presenta escamas ctenoides y en el lado ciego, escamas cicloides. Línea lateral fuertemente curvada en su porción inicial, se continúa casi en la línea recta hacia la región posterior. Cabeza grande y con perfil casi recto; hocico un poco más grande que el diámetro del ojo. Boca grande y oblicua. Branquiespinas cortas. Las narinas ubicadas en el lado ocular son de tamaño pequeño y situadas al lado de la otra cercanas al perfil de la cabeza. Aleta dorsal alargadas sin espinas, se inicia por encima o nivel de la mitad del ojo; aletas pectorales cortas con radios rameados, su longitud corresponde a casi a la mitad de la longitud de la cabeza sobre el lado ciego; la base de las aletas pélvicas es corta y casi simétrica. Kong y Castro (2002).

1.2.4 REPRODUCCIÓN

Las hembras de *P. adspersus* presentan ovarios de gran tamaño, que ocupan hasta la región caudal del cuerpo. Tiene un desove parcial o fraccionado, con presencia de ovocitos en diferentes estados de desarrollo durante la mayor parte del año. Desova con mayor intensidad desde fines de invierno a inicios de primavera (Acuña & Cid, 1995). En Perú su reproducción es más frecuente en la estación de primavera-verano (octubre-febrero). (Ángeles y Mendo, 2005).

Se estima que la talla de primera madurez es a los 24 cm de longitud total (220 g) (Zúñiga, 1988), tamaño que de acuerdo a observaciones en cultivo, se alcanzaría a los 21 meses de edad. Las hembras predominan en las capturas en la mayor parte del año (Acuña & Cid, 1995). El tamaño de los ovocitos maduros alcanza un diámetro entre 0,66 y 0,80 mm. La fecundidad total promedio se estima en 2.125.000 huevos por kg, con un promedio de 1.500 huevos por gramo de pez (Ángeles & Mendo, 2005).

No presenta dimorfismo sexual marcado, salvo durante el proceso de maduración sexual cuando la hembra muestra un vientre abultado fácilmente identificable y los machos presencia de semen al ser manipulados. Sin embargo, Ángeles & Mendo (2005) reportan la presencia de un orificio genital en hembras sobre la línea media detrás del ano, inexistente en machos, que permitiría separarlos por sexos.



Lenguado

CAPÍTULO II: TECNOLOGÍA DE CULTIVO

CAPÍTULO 2.1

EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA

2.1.1 ELECCION DEL SITIO DE LA PLANTA

Una planta de cultivo de peces planos, o de cualquier otro organismo acuático, debe estar ubicada en un lugar que reúna las características y condiciones más adecuadas, pues de esta decisión dependerá en gran medida la viabilidad del proyecto.

El tiempo dedicado a investigar la ubicación para su instalación es una de las mejores inversiones que puede realizar el futuro acuicultor. Una elección mal hecha, una decisión apresurada puede llevar al fracaso y al cierre de la planta por muy bien diseñada que esté; en cualquier caso, un error de cálculo podría acarrear innumerables problemas y entorpecería el normal funcionamiento.

2.1.2 ASPECTOS TÉCNICOS

El principal factor en la discusión de dónde ubicar la planta es la disponibilidad de agua con las condiciones de calidad necesarias y características físico-químicas compatibles con los requerimientos de la especie.

En este caso por tratarse de instalaciones en tierra- tanques- debe considerarse conjuntamente la disponibilidad de un área de terreno cercana al mar, de una extensión suficiente para el tamaño de la planta con una pendiente suave entre 3 y 4 % que proporcione

una menor altura dinámica teniendo en cuenta que el aporte de agua a los tanques se

realiza por bombeo. Deberá presentar la factibilidad de construir un sistema de succión en un área protegida del fuerte oleaje.

2.1.2.1 AGUA

Independientemente de las condiciones topográficas favorables, la planta necesita una cantidad suficiente de agua marina de buena calidad y fácil de captar.

Cantidad: la cantidad diaria de agua que necesita una planta de lenguado, tanto para el hatchery como para el engorde, dependerá principalmente de la producción de biomasa proyectada y de la capacidad de la estanquería instalada.

Su cálculo ha de basarse en las exigencias de cada una de las secciones de la planta, las que deben realizarse independientemente para el hatchery y engorde, e incluir una cantidad adicional para cubrir posibles pérdidas por limpieza, filtraciones, etc.



Dado que el agua para la planta necesita ser bombeada y el bombeo implica consumo de energía, cuanto mayor el volumen de agua, tanto más aumentaran los costos, por lo que su cálculo se hará lo más exacto posible, aunque siempre dejando un relativo margen de seguridad.

Calidad: uno de los requerimientos principales que debe cumplir el sistema de captación, es entregar agua de buena calidad, esto favorecerá una operación eficiente de los cultivos. La definición de “calidad del agua” se basa en al menos, seis parámetros o condiciones fundamentales: salinidad, temperatura, contaminación, partículas en suspensión, turbidez y pH.

Tabla 04: Requerimiento de calidad de agua para el emplazamiento de una planta de lenguado

| PARÁMETROS | VALORES | | |
|---|-----------------|---------|------|
| Salinidad | 34- 35 o/oo | | |
| Temperatura | 14- 19°C | | |
| Turbidez | <= 4NTU | | |
| Sólidos en suspensión | <= 20 mg/lit | | |
| pH | 7,5 - 8.5 | | |
| Metales pesados (No sobrepasar los valores límites) DIGESA | Aluminio | 0,1 | mg/L |
| | Arsénico III | 0,036 | “ |
| | Cadmio | 0,0093 | “ |
| | Cinc | 0,081 | “ |
| | Cianuro | 0,001 | “ |
| | Cobre | 0,05 | “ |
| | Cromo VI | 0,05 | “ |
| | Hierro | 0,05 | “ |
| | Manganeso | 0,1 | “ |
| | Mercurio | 0,00094 | “ |
| | Plomo | 0,0081 | “ |
| | Niquel | 0,0082 | “ |
| | Plata | 0,0019 | “ |
| | Selenio | 0,071 | “ |
| Contaminantes Orgánicos | Acites y grasas | 1.0 | mg/L |
| | Detergentes | 0,5 | “ |
| | Fenol | 0,001 | “ |
| | Hidrocarburos | 0,007 | “ |

2.1.2.2 TERRENO

El terreno en la zona costera debe de reunir ciertas características para el emplazamiento de una planta de hatchery y de engorde de lenguado: tener fácil acceso, topografía con amplios sectores de terreno de suave pendiente, que colinden con la línea de playa, debe estar protegida o semi-protegida del fuerte oleaje, que aseguren la instalación de los sistemas de bombeo y descarga de agua de mar. El lugar no debe estar expuesto a riesgos de contaminación por desechos industriales, mineros, agricultura o domésticos. Asimismo debe estar alejada de la desembocadura de ríos que en la época de avenidas descargan material orgánico (sólidos en suspensión) que puede afectar la calidad de agua para los cultivos. Es mejor ubicar la planta la zona del sur del río.



2.1.3 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

El área elegida debe ser accesible por carretera y estar cercana a centros urbanos de mediana importancia donde pueda ser disponible los servicios de mano de obra requeridos tanto en la etapa de instalación como operación de la planta, así como para la adquisición de insumos, materiales y repuestos.

2.1.3.1 MEDIO DE ACCESO

La existencia de infraestructura vial y servicios de transporte, es un factor importante, porque influye en un acceso rápido tanto al mercado como al centro de cultivo. Debido a que el pescado es un producto altamente perecible, también debe ser cercana a un aeropuerto en la perspectiva de poder hacer envíos aéreos.

2.1.3.2 FACILIDADES Y SERVICIOS

El acceso a los servicios tales como la energía eléctrica, agua potable, así como, los de telecomunicación son factores que favorecen un adecuado funcionamiento y operatividad.



Fig. Nº 12: Ubicación de la Granja de Stolt Sea Farm, Coruña, España.

2.1.4 ASPECTOS LEGALES

Mediante el D.L.27460 (**Ley de Promoción y Desarrollo de la Acuicultura (26/05/2001)**) se regula y promueve la actividad acuícola en aguas marinas, aguas continentales o utilizando aguas salobres, como fuente de alimentación, empleo e ingresos, optimizando los beneficios económicos en armonía con la preservación del ambiente y la conservación de la biodiversidad. Los pasos generales establecidos por la citada norma para acceder a la actividad de acuicultura, como es el caso de la instalación de una planta de producción de peces planos (mayor escala) podrían resumirse en los siguientes:

- ☑ Determinación de las áreas en concesión

El Ministerio de la Producción, a través de sus instancias competentes determina las áreas aptas para la producción acuícola difundiéndolas mediante el Catastro Acuícola llevando a cabo su habilitación.

- ☑ Procedimientos Administrativos.

El acceso a la actividad de acuicultura se obtiene a través del otorgamiento de la autorización o concesión respectiva, previo cumplimiento de los requisitos señalados en el Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) del Ministerio de la Producción.

- ☑ Certificación ambiental.

Para el desarrollo de actividades acuícolas a mayor y menor escala, o aquellas actividades que consideren la introducción o traslado de especies, incluyendo centros de producción de semilla, se requiere de la presentación del correspondiente Certificado Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental, otorgado por la instancia competente.

Para el caso de menor escala, el certificado ambiental lo otorga las Direcciones Regionales de Producción, previa presentación de una Declaración de Impacto Ambiental-DIA.



CAPÍTULO 2.2

INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO

2.2.1 HATCHERY

El Hatchery debe estar situado cerca de la orilla del mar, de acuerdo a las características y posibilidades del área seleccionada, teniendo en cuenta las condiciones del mar durante el año, la topografía, la climatología y las condiciones del suelo, en el cual se instalará la toma de agua.



Fig N° 13: Hatchery del Centro de Acuicultura Morro Sama

2.2.1.1 TOMA Y DISTRIBUCION DE AGUA

La toma y distribución del agua debe contar con lo siguiente:

- a) La línea de succión. Compuesta por una válvula antiretorno del agua, unida a una tubería de PVC y una electrobomba que impulse el agua de mar a un reservorio denominado "toma de agua".
- b) La línea de abastecimiento del agua de mar, llamada también agua prefiltrada porque se usan filtros manga, llevan agua al reservorio donde se cumple una función de decantación para disponer de agua marina clara y fresca.
- c) La línea de distribución de agua, que la conduce mediante tuberías de PVC al interior

del hatchery, para ser distribuidas a las diferentes unidades de cultivo, ya sean de incubación de ovas, larvas y alevines.

2.2.1.2 TRATAMIENTO DEL AGUA DE MAR

El agua de mar, según su origen y uso, deberá someterse a tratamientos previos que permitan y asegurar su calidad de acuerdo a las necesidades, las que generalmente varían para cada sector y área de trabajo.

El tratamiento del agua consiste en lo siguiente:

a) Tratamiento Primario (Mecánico).

Comienza con la captación del agua marina, a través de una malla de paño anchovetero que recubre la válvula antiretorno impidiendo la succión de material grande como son: macroalgas, conchuelas y otros. Luego el agua es filtrada con mangas de 10 micras y almacenada en el reservorio denominado "toma de agua", donde sedimentan los sólidos en suspensión.



El agua para uso en laboratorio pasa a través de un set de filtros de cartucho de poliestireno de 10 y 5 micras de calibre (sección prefiltrado).

b) Tratamiento secundario (Físico).

Se realiza dentro del hatchery, haciendo pasar al agua por un filtro cartucho de 1 micra (microfiltrado) y posteriormente esterilizando con irradiación de luz ultravioleta (lámpara de UV). Así el agua está lista para ser usada en las faenas de laboratorio y sistemas de cultivos.

2.2.1.3 DISTRIBUCION DE HATCHERY

2.2.1.3.1 CULTIVO DE ALIMENTO VIVO

El área de alimento vivo del hatchery deberá estar dividida en sala de microalgas, de rotíferos y de artemias, donde se desarrollen las actividades específicas para la producción de estos organismos y por lo tanto, su diseño debe cubrir los requerimientos de cada uno de ellos.

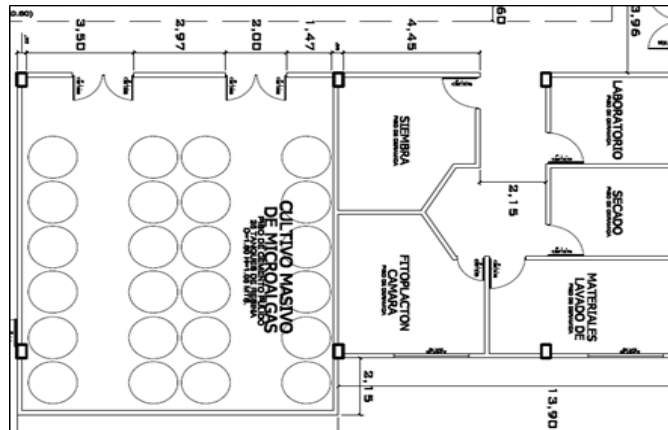


Fig. N° 14: Distribución de la sala de microalgas



Fig. N° 15: Sala de cultivo de microalgas

a) Sala de microalgas

El área de microalgas está conformada por espacios diseñados para todas las actividades desarrolladas en el proceso de cultivo, tales como: sala de lavado, de secado, laboratorio de preparación de medios de cultivo, sala de siembra, cámara de cultivo fitoplancton y sala de cultivo masivo. Estos últimos deben ser herméticos y contar con un equipo de aire acondicionado para mantener la temperatura de cultivo óptimo, en su interior deben ir distribuidas las estanterías según la magnitud de la producción y el flujo de cultivo que se emplee, el ambiente debe estar muy bien iluminado y contar con un sistema de aireación que permita mantener los cultivos en suspensión.

b) Sala de rotíferos

Este ambiente estará conformado por el cepario, depósito de insumos y sala de producción masiva, el cual debe ser amplio y hermético, con la finalidad de mantener la temperatura adecuada lo que es importante para el desarrollo de los cultivos. Esta área deben contar con un sistema de distribución de agua de mar microfiltrada y esterilizada, asimismo con suministro de agua dulce y sistema de aireación. El piso debe ser de cerámico con una ligera pendiente hacia un canal de evacuación, además debe contar con iluminación natural y artificial.

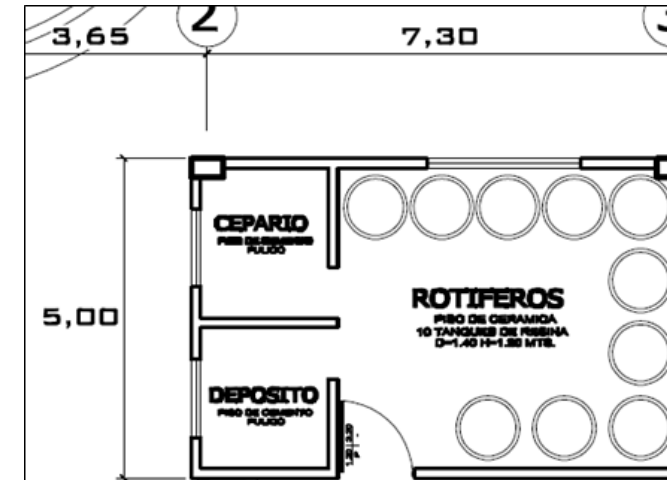


Fig. N° 16: Distribución de sala de rotíferos



Fig. N° 17: Tanques de producción de rotíferos

c) Sala de artemia

El área de producción de artemia está conformado por sala laboratorio húmedo, sala de producción de nauplios de artemia y sala de enriquecimiento. También deben ser lo más hermético para mantener temperatura estable, y contar con iluminación natural y artificial, sistema de aireación. El agua de mar para esta área también deber ser microfiltrada y contar con agua dulce. El espacio debe ser suficiente para la distribución de tanques de eclosión y mesa de trabajo.

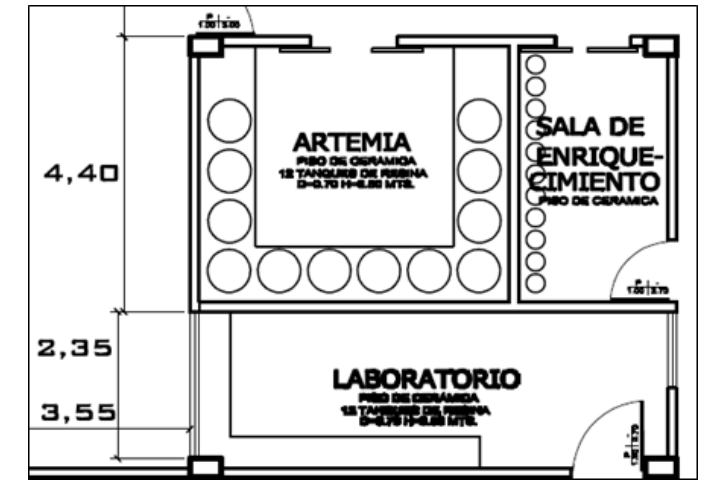


Fig. N° 18: Distribución de sala de producción de artemia

2.2.1.3.2 INCUBACIÓN

La sala de incubación debe contar con incubadoras que son tanques cilindrocónicos de fibra de vidrio de capacidad 0,5 y 1,0 m³, con 4 pedestales, con salida de drenaje central. El agua de mar usado es filtrada a una micra y esterilizada con luz UV. Además, cuenta con un difusor de piedra para mantener aireado y suspender los huevos en toda la columna de agua. Se efectúa recambios parciales de agua tratada diariamente, aproximadamente 30%.



a Fig. N° 19: Tanques de incubación de ovas de lenguado

2.2.1.3.3 CULTIVO LARVARIO

La sala de cultivo larvario está constituida por un espacio en el que se distribuirán los tanques cilíndricos de fibra de vidrio de capacidad de 1,0 m³, con 4 pedestales, y con salida de drenaje central, destinados al mantenimiento de las larvas. El agua de mar usada es filtrada a una micra y esterilizada con luz UV. Además, se cuenta con un difusor de piedra para mantener una aireación homogénea. El sistema hídrico es de flujo abierto.

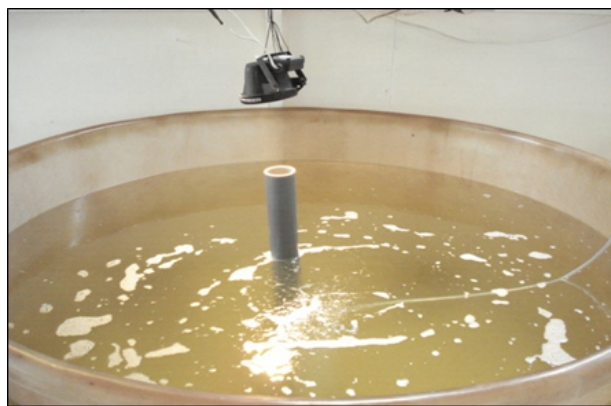


Fig. N° 20: Tanques de cultivo de larvas de lenguado

2.2.1.3.4 SALA DE CULTIVO DE ALEVINES O NURSERY

La sala destinada al mantenimiento de alevinos deberá contar con área suficiente para los tanques de alevinaje previstos. Estos tanques generalmente son de fibra de vidrio, de 1m³ de capacidad, con 4 pedestales, y con salida de drenaje central. Pueden ser circulares o cuadrados con las esquinas redondeadas. El agua de mar usada es filtrada a 5 micras y esterilizada con luz UV. También se cuenta con

el apoyo de un difusor de piedra para la aireación del agua. El sistema hídrico es de flujo abierto.

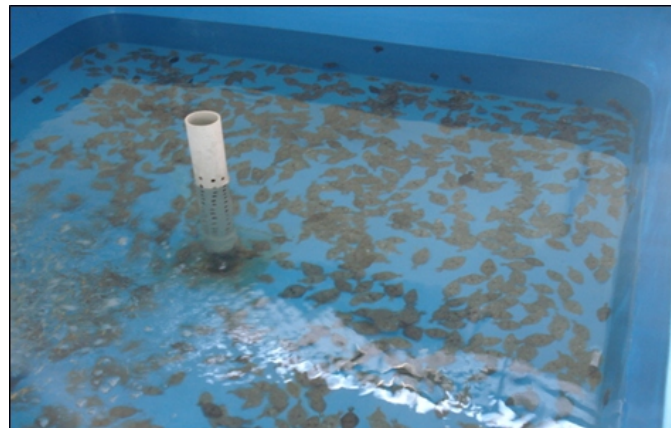


Fig. N° 21: Tanque de cultivo de alevines de lenguado



Fig. N° 22: Sala de cultivo de alevines de lenguado

2.2.1.3.5 REQUERIMIENTO DE EQUIPOS

Los equipos necesarios para la implementación de un hatchery de producción de alevines de lenguado, se eligen de acuerdo a la capacidad de producción de las instalaciones, actividades específicas y sistema de cada área del hatchery, que se puede dividir en lo siguiente:

a) Equipos para abastecimiento de agua

Para el abastecimiento de agua para el hatchery se requiere una unidad de bombas o sala de bombas instalada en la zona intermareal adecuada.

Existen varios tipos de bombas, de las cuales, las que se usan en acuicultura son: bomba centrífuga, bombas de flujo mixto y bombas axiales. Para el caso de hatchery se requiere bombas de tipo centrífuga que puede impulsar agua a alturas elevadas.

Para la elección de la bomba se requiere conocer el caudal máximo de agua a usar en el hatchery para sus diferentes áreas de cultivo.



Fig. N° 23: Bombas centrífugas

b) Equipos para aireación y/o oxigenación

En el hatchery se realizan cultivos altamente intensivos, por lo que definitivamente se requiere proporcionar aireación o adición de oxígeno puro en los tanques de cultivo, con la finalidad de mantener la concentración de este gas en los rangos recomendados y liberar los gases tóxicos que pueden producirse en el medio de cultivo.

Para tal propósito se utilizan los equipos denominados blowers o sopladores exclusivos para el uso en acuicultura, que pueden generar grandes volúmenes de aire a bajas presiones.

En acuicultura se usan los sopladores de tipo Root y los Centrífugos, y que éstas se eligen de acuerdo a la demanda de aire y la presión de trabajo en los sistemas de cultivos, también considerar el diseño y dimensionamiento de la red de abastecimiento de aire.

Por otro lado, si se requiriese también se puede usar conos de sobresaturación con oxígeno puro, cuando se trata de intensificar los cultivos, o para casos de emergencia ya que su uso puede incrementar el costo de producción de alevines de lenguado.



Fig. N° 24: Blower centrífuga y cono de sobresaturación



Fig. N° 25: Planta de producción de oxígeno.

c) Tratamiento de agua

Para el tratamiento de agua del hatchery se requieren los siguientes equipos:

✓ **Filtros de arena;** permite retener partículas hasta 50 micras. Existen gran variedad de tamaños, de acuerdo al caudal de agua a filtrar, pero estos requieren retrolavados periódicos para eliminar los sólidos en suspensión retenidos.

✓ **Filtros de cartucho;** este tipo de filtro consta de una carcasa, que lleva un cilindro ranurado interior cubierto por una camisa de material filtrante graduado (cartucho).

✓ **Lámpara de luz ultra violeta;** consiste en un sistema de tubos de luz ultravioleta (UV), alrededor de las cuales circula una película de agua no mayor a 2 cm, con el objeto de asegurar la exposición de toda el agua a los rayos de UV, que resultan ser mortales para todos los microorganismos expuestos a ello durante un periodo breve.

✓ **Ozonificadores;** consta de un equipo generador de ozono, que es inyectado con aire, por medio de un pequeño compresor en el agua del estanque. Mediante el burbujeo generado se logra la distribución del ozono, poniéndolo en contacto con toda el agua. Los ozonificadores se utilizan cuando se desea esterilizar agua acumulada en estanques que han sido previamente filtrados.



Fig. N° 26: Filtros de cartucho

d) De control y obtención de datos

Los equipos necesarios para el monitoreo y evaluación de los parámetros de cultivo son los siguientes:

- ✓ Microscopio binocular
- ✓ Estereoscopio
- ✓ Balanza digital
- ✓ Termómetros
- ✓ Oxímetros
- ✓ pHmetros
- ✓ Kit de amonio

2.2.2 INFRAESTRUCTURA DE ENGORDE

2.2.2.1 TOMA Y DISTRIBUCION DE AGUA

La toma de agua de mar que abastecerá a la estanquería de crianza, es el punto de principal importancia del sistema por la tecnología empleada en este cultivo, asimismo involucra un



gran porcentaje de la inversión por lo tanto su instalación debe ser un tema cuidadosamente estudiado. El sistema se definirá de acuerdo al tipo de tecnología seleccionada para la planta, sea de sistema abierto o de recirculación (cerrado).

La succión puede ser directa, mediante tuberías tendidas en el fondo marino o a través de pozos instalados cerca de la orilla. Esto dependerá de las cualidades del terreno la batimetría y la dinámica costera.

Las bombas deberán estar instaladas en una caseta integrada al sistema de captación. Se pondrá especial cuidado en su anclaje sobre una base de concreto manteniendo un alineamiento perfecto.

El tipo de bomba que se emplee y el tamaño de la misma dependerán de la producción dimensionada de la planta que es el factor que determina el requerimiento hídrico. Es conveniente tener más de una bomba para asegurar el abastecimiento de agua en caso de alguna falla.

2.2.2.2 TANQUE CABECERA O RESERVORIO

El agua impulsada por las bombas llegará a un tanque de cabecera de donde fluirá por gravedad hacia los tanques de cultivo. La finalidad de este tanque no es el almacenamiento de agua sino permitir un tiempo de residencia suficiente para evitar la sobresaturación de gases y propiciar la sedimentación de partículas. El tamaño del tanque estará calculado para una residencia de 20 a 30 minutos

El tanque de cabecera deberá estar ubicado en una cota superior a la de los tanques de cultivo para entregar una presión suficiente en la distribución del agua.

El material de construcción del tanque puede ser de concreto o de planchas de acero galvanizado revestido de tela de PVC atóxica. La forma es generalmente cilíndrica para facilitar la limpieza. Para las plantas de engorde de lenguado que requieren mayor cantidad de agua (mayor de 100 L/s) se puede derivar el agua directamente a los estanques de cultivo, para lo cual deberá contar con sistemas de decantadores de sólidos en suspensión.

2.2.2.3 SISTEMA DE DISTRIBUCION DE AGUA

El agua se distribuirá por gravedad desde el tanque de cabecera a los tanques de cultivo mediante tubos de PVC los cuales deben tener las uniones bridadas para facilitar su desmontaje y limpieza interna. El tamaño (diámetro) de los tubos será calculado en función del caudal requerido.

Generalmente se establece una tubería matriz o principal de la cual se distribuye a líneas secundarias y finalmente a los tanques de cultivos. A fin de controlar el flujo de agua a los tanques y a lo largo de toda la red de distribución, se deberá contar con un sistema de válvulas colocadas al inicio de cada línea de distribución y válvulas individuales de control de flujo para cada tanque.

Las líneas de distribución, es decir el recorrido de las tuberías debe ser planteado de tal manera de no dificultar el acceso a cada área del criadero o impedir el fácil desplazamiento entre los tanques, necesario durante las labores de manejo o limpieza. Con el mismo objetivo se debe mantener el principio de la simpleza reduciendo el número de codos, tees, y cualquier otro accesorio a lo mínimo indispensable.

Los tubos deben ir sobre soportes de madera o de concreto a una altura conveniente con respecto a los tanques. No se recomienda

enterrar los tubos, por la necesidad de una constante inspección y de mantenimiento. En todo caso si es inevitable la instalación bajo tierra, por ejemplo para facilitar el tránsito en una determinada zona, se recomienda instalarlas en una cámara con tapas removibles o instalarles sobre el terreno con protecciones sobre ellas.



Fig. N° 27: Sistema de distribución de agua, C.A. Morro Sama



2.2.2.4 TANQUES DE CULTIVO

Los tanques utilizados para el cultivo del lenguado puede ser circulares o cuadrados y el material puede ser de diversos tipos: acero galvanizado, concreto, o fibra de vidrio. Su elección dependerá de un análisis de costos y las ventajas que pueda brindar cada uno.

Los tanques circulares presentan la ventaja de favorecer un efecto autolimpiante, y por ende de menor manejo en la limpieza de los tanques y por consecuencia un menor estrés en los peces. En el caso de los tanques cuadrados que son generalmente de concretos, presentan mayor capacidad de carga que los circulares; pero mayor requerimiento de agua para su recambio.

Por otro lado, los tanques circulares de acero galvanizado (tipo australiano) están conformados por secciones las que son apernadas para conformar un aro sobre una base de arena apisonada cubierta con una mezcla pobre de arena-cemento. Este tanque así formado se recubre con un liner de PVC. Esta construcción es fácil y rápida, y en caso necesario pueden ser desmontados y trasladados a otro lugar.



Fig. N° 28: Tanque tipo Australiano del C.A. Morro Sama



Fig. N° 29: Estanques de concreto de lenguado de World Dream Fish-Chincha



2.2.2.5 REQUERIMIENTO DE EQUIPOS PARA EL AREA DE ENGORDE

a) Equipos para abastecimiento de agua

Igualmente, el abastecimiento de agua para el área de engorde requiere equipos de bombeo que garanticen la operatividad del centro de cultivo. Realizar un adecuado dimensionamiento hace necesario efectuar estudios de hidráulica, los que determinarán las características del equipo de bombeo requerido. Para un sistema abierto, se requiere el movimiento de grandes volúmenes de agua de mar (depende del tamaño de producción), por lo que la cota del terreno donde se ubicarán las estanquerías de peces no debe ser de pendiente considerable, con la finalidad de elegir bombas de flujo axial que permiten mover grandes caudales de agua, caso contrario se tendría que usar bombas de tipo centrífuga que son de menor caudal y de mayor presión, además de mayor consumo de energía eléctrica.



Fig. N° 30: Sala de Bombas centrífugas

b) Equipos para aireación y/o oxigenación

Es necesario contar también con equipos que mejoren la oxigenación del agua de los cultivos de juveniles y adultos de lenguado en cultivos altamente intensivos, y éstas se eligen de acuerdo al requerimiento del caudal de aire y la presión de trabajo en los tanques.

Para la distribución de aire, se debe contar con una línea principal, la cual se conecta a los tanques con difusores que permitan obtener burbujas más pequeñas posibles, lo que mejora la difusión de aire en el agua del tanque.



Fig. N° 31: Blower tipo Root



Fig. N° 32: Sistema de oxigenación de conos de sobresaturación

c) De control y registro de datos

Los equipos necesarios para el monitoreo y evaluación de los parámetros de cultivo son las siguientes:

- ✓ Balanzas digitales
- ✓ Termómetros
- ✓ Oxímetros
- ✓ pHmetros
- ✓ Kit de amonio

2.2.3 INFRAESTRUCTURA COMPLEMENTARIA

Para una mejor operatividad del centro de producción de lenguado, es necesario contar con ambientes para las actividades administrativas y de logística como: oficinas, almacenes de alimentos, materiales e insumos, taller de reparaciones, caseta de fuerza (Grupo Electrónico) de emergencia, módulos de vivienda para el personal y otros



CAPÍTULO 2.3

PROCESO PRODUCTIVO

2.3.1 MANEJO DE REPRODUCTORES

Las interacciones entre el ambiente de cultivo y los peces a través del manejo de los parámetros físico-químicos del agua, las densidades de carga, la alimentación suministrada, etc, es lo que se denomina “manejo”. Entonces hay que tener en cuenta que cuando se afecta a uno de los componentes del manejo, también se afecta a los otros.

2.3.1.1 CONDICIONES DE CULTIVO

La etapa de reproducción de lenguado es relativamente compleja, dado la influencia de múltiples variables que inciden directamente en el proceso fisiológico de reproducción, como la temperatura, la intensidad luminosa (fotoperiodo), calidad de alimento suministrado, la densidad de carga, las características fenotípicas y genotípicas del reproductor, manejo sanitario y otros factores.

En un centro de producción de lenguado, donde las actividades de producción se encuentran programadas por cada etapa, la reproducción de peces también debe estar controlada, a fin de mantener una producción sostenida en el tiempo.

Un mayor nivel de control implica contar con un sistema de manejo termo-fotoperiodo, y de ser necesario también tener la posibilidad de inducir el desove con aplicación de hormonas exógenas (cuando no desovan naturalmente).

Para el caso del manejo de reproductores en condiciones semi-controladas, se debe tener en

cuenta los siguientes aspectos:

- Estabulación de reproductores en estanques cubiertos con malla rachell (80% sombra), si estos estuvieran en el exterior.
- Caudal tipo flujo continuo, abierto a 0,5 L/s, tirante de agua (0,5 - 0,6 m).
- Las densidades de carga de 3-4 kg/m²,
- Proporción de macho/hembra de 2:1.
- Aireación moderada solamente como coadyuvante en casos de recorte del ingreso del agua y actividades de mantenimiento.M



2.3.1.2 REGISTRO DE LOS PARÁMETROS FÍSICO, QUÍMICO Y BIOLÓGICOS

La calidad del agua es una condición general que permite que el agua sea adecuada para cada uso concreto. Esta calidad es determinada por la hidrología, la fisicoquímica y la biología de la masa de agua a que se refiera.

Durante el periodo de manejo de reproductores, es fundamental monitorear las condiciones ambientales como la temperatura, oxígeno disuelto, pH, amonio, intensidad luminosa.

Asimismo los aspectos biológicos del plantel de reproductores relacionados a factor de condición, tasa alimenticia y enfermedades.

Las temperaturas ideales varían de acuerdo a la fase de proceso de reproducción, como continuación se detalla:

- ✓ Fase de recuperación: De 17-20 °C
- ✓ Fase de reposo: 16- 18°C
- ✓ Fase de maduración: 14- 16°C
- ✓ Fase de desovante: 15-18°C

Tabla N° 05: Datos registrados en el CA Morro Sama Control de parámetros físico-químicos en tanques reproductores de lenguado

| PARAMETRO | REPRODUCTORES DE LENGUADO | | | | | |
|-------------------------|---------------------------|------|------|----------|--------|-------|
| | Agua | MAX | MIN | Ambiente | MAX | MIN |
| Temperatura (°C) | 17,0 | 19,7 | 13,4 | 18,6 | 28,0 | 13,8 |
| Oxígeno Disuelto (ppm) | 6,75 | 8,43 | 4,87 | | | |
| Salinidad (‰) | 35,0 | | | | | |
| pH | 8,44 | 8,74 | 8,15 | | | |
| Intensidad de Luz (lux) | | | | 739,4 | 1112,6 | 397,8 |

Fuente: Centro de Acuicultura Morro Sama Tacna, FONDEPES

2.3.1.3 MONITOREO DE DESARROLLO DE MADUREZ GONADAL

La evaluación de la madurez gonadal se realiza según la siguiente escala:

Machos: se utiliza para su monitoreo la tabla de maduración empleada en el C.A. Morro Sama, la cual valora subjetivamente la cantidad y viscosidad de la fluidez seminal que se extrae de cada uno de los ejemplares machos mediante suaves masajes en la zona abdominal.

Tabla N° 06: Escala de calificación subjetiva para los machos

| CALIFICACIÓN | CARACTERÍSTICA |
|--------------|--|
| NF | No fluyente |
| F/2 | Fluyente medio; poca cantidad de semen y de baja consistencia (diluído). |
| F | Fluyente bueno a repetidas fricciones (semen consistente) |
| FF | Muy Fluyente a la primera fricción y en abundante cantidad (semen muy consistente) |

Hembras: se realiza aplicando la tabla de maduración para Turbot *Psetta maxima* L. (Peleteiro, et al. 2001), el mismo que ha sido modificada y adaptada para el lenguado nativo, que distingue los siguientes estadios de maduración, en función de la percepción de las características externas de las gónadas.

Tabla N° 07: Escala de calificación subjetiva para las hembras

| CALIFICACIÓN | CARACTERÍSTICA |
|--------------|---|
| Estadio I | Se observa un pequeño abultamiento en el comienzo del lóbulo inferior. |
| Estadio II | La dilatación alcanza toda la longitud del lóbulo inferior. |
| Estadio III | Está completamente dilatado el lóbulo superior, que en algunos casos puede llegar a ocupar prácticamente toda la cavidad abdominal y se considera como el estadio de prepuesta. |
| Estadio IV | La hembra inicia la puesta. |

En un estudio realizado por COTA (2012), se ha establecido la Escala de Maduración Gonadal para reproductores hembras y machos de *P. adspersus*, que evalúa a nivel microscópico mediante estudios histológicos, estableciéndose 6 Escala de Maduración.

Para la hembra, los estadios son las siguientes: Inmaduro (Estadio 0), En Maduración (Estadio II), Maduro (Estadio III), Desovante (Estadio IV), En Recuperación (Estadio V), Inactivo (Estadio VI).

En el caso del macho, los estadios establecidos son las siguientes: Inmaduro (Estadio 0), En Maduración (Estadio II), Maduro (Estadio III), Expulsante (Estadio IV), Post Expulsante (Estadio V), Inactivo (Estadio VI).

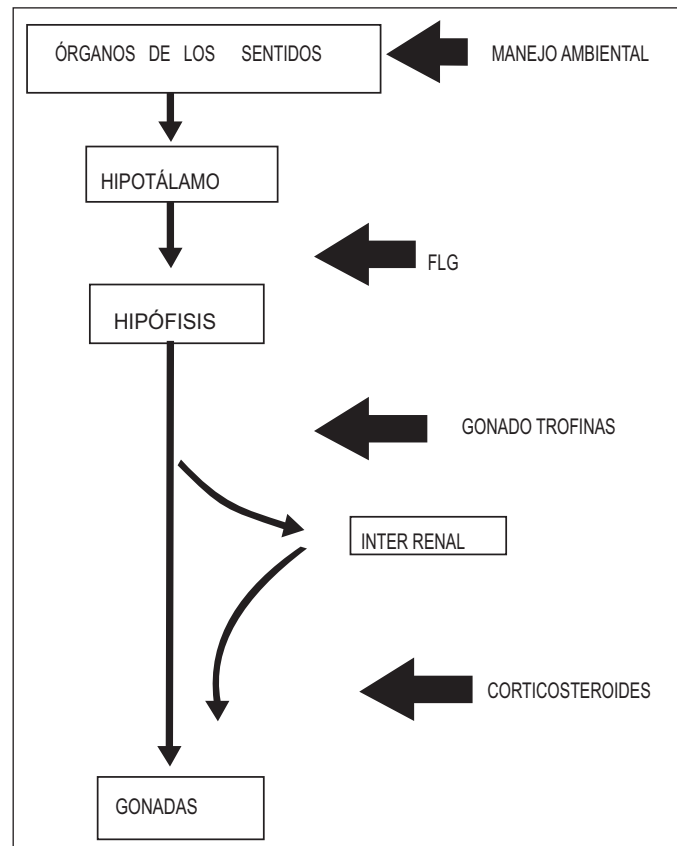
2.3.1.4 MEJORAMIENTO GENETICO

La domesticación del lenguado, es una forma de selección que hace a un organismo más adaptado a un sistema de cautiverio, a todos los aspectos de la gestión que son utilizados para criarlo (esto es, cambia el reservorio de genes de una población seleccionando alelos que son capaces de explotar las condiciones de cultivo y eliminando alelos que son menos capaces de adaptarse en el criadero).

La base de la cría selectiva del lenguado, es seleccionar como progenitores a individuos que posean un alto valor genético aditivo para un fenotipo deseado (característica) para que así pueda pasar sus genes superiores para la descendencia en las generaciones siguientes (F1).

2.3.2 REPRODUCCIÓN

Los aspectos a considerar en la reproducción de la especie lenguado en cautiverio son los siguientes:



2.3.2.1 DESOVE NATURAL O ESPONTANEO

En la reproducción del lenguado influyen tres elementos importantes como son: el fotoperiodo, que induce o inhibe el proceso de maduración de las gónadas sexuales, la temperatura del agua, que juega el papel condicionante del ambiente donde se realizará la puesta y el tipo de alimento que está relacionada a la nutrición específica que requieren en esta etapa para generar progenies de calidad.

El tipo de reproducción es el asincrónico, los ovocitos maduran gradualmente consiguiéndose en toda la etapa de reproducción varios desoves. El desove es espontáneo, es decir, los reproductores hembras liberan los óvulos al interior de la unidad de cultivo y son fecundados por la liberación de esperma del reproductor macho consiguiendo de esta manera las ovas embrionadas.

El proceso de captación y colecta de las ovas embrionadas ocurre en la noche, para ello se dispone en el tanque, de un sistema colector de ovas, que aprovechando la flotabilidad de los huevos y a través de una canaleta de PVC es conducido al exterior de la unidad de cultivo hacia un colector malla tamiz de aproximadamente 500 micras, en donde los huevos son retenidos.

2.3.2.2 COLECTA DE HUEVOS

Los huevos del tamiz son pasados cuidadosamente a un balde de 20 L después de unas 2 horas aproximadamente de haber iniciado el desove, lo cual ocurre solamente en las primeras horas de la noche y por la madrugada, posteriormente son llevados al laboratorio para su desinfección y siembra. Las ovas son tamizadas y lavadas, para eliminar restos de materia orgánica, heces y alimento sobrante. Se puede lograr la separación de las ovas no viables, aquellos que

Las ovas son tamizadas y lavadas, para eliminar restos de materia orgánica, heces y alimento sobrante. Se puede lograr la separación de las ovas no viables, aquellos que no fueron fertilizadas o hayan sufrido algún daño mecánico, mediante el uso de una probeta de 1 L, con agua donde se adicionan los huevos. Al cabo de aproximadamente 10 minutos se logra la separación de la mezcla en dos fases, la primera que está ubicada en la columna constituida por ovas de buena calidad y la segunda que está en el fondo de la probeta constituida por ovas no viables.



Fig. N° 33: Proceso de colecta de huevos de lenguado

2.3.2.3 DESINFECCIÓN DE HUEVOS

Los huevos viables son desinfectados con una solución germicida (yodóforo soluble) a una concentración de 30 ppm por 3 minutos.

2.3.2.4 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE HUEVOS

Para determinar la eficiencia de los desoves, se realiza una evaluación cualitativa y cuantitativa en una muestra de huevos, tomada a los 5 minutos de la fecundación y se califica según los siguientes criterios:

- Porcentaje de viabilidad determinado por el número de huevos que muestran la primera división celular (> 60%),
- Transparencia, tamaño y esfericidad de los huevos.
- Medición del diámetro de los huevos. (Ésta debe ser mayor a 750 micras).

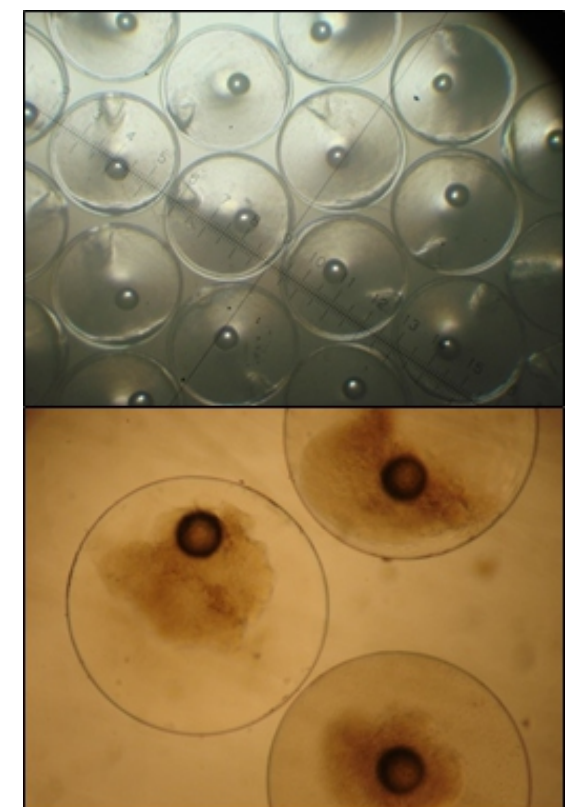


Fig. N° 34: Huevo de calidad óptima y calidad mala de lenguado

2.3.3 INCUBACIÓN

2.3.3.1 CONDICIONES DE CULTIVO

La incubación de los huevos se efectúa en tanques cilíndricos de 500 litros de capacidad con agua de mar filtrada a 1 micra, irradiada con luz UV, aireación leve, temperatura ambiente, con fotoperiodo natural y circuito de agua cerrado. Los huevos son colocados en el tanque a una densidad de 500 H/L, donde permanecen aproximadamente por 48 horas. La incubación se realiza en el interior del hatchery.

Una vez eclosionados los huevos, se alcanzan los primeros estadios pre-larvales en los que es visible la presencia de saco vitelino que les suministra alimentación de tipo endógena ya que en esta etapa no ha concluido el desarrollo del sistema digestivo especializado en las larvas, tampoco tienen desarrollada la vista, debido al incompleto avance de los bastones y conos del ojo.

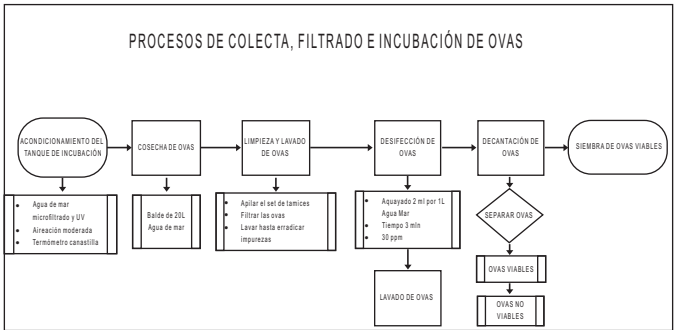


Fig. Nº 35: Proceso de manejo de ovas de lenguado (C.A. Morro Sama, FONDEPES).

Tabla Nº 08: Parámetros físico-químicos del agua de incubación de ovas embrionadas

| PARAMETRO | INCUBACIÓN DE OVAS DE LENGUADO | | | | | |
|------------------------|--------------------------------|------|------|----------|------|------|
| | Agua | MAX | MIN | Ambiente | MAX | MIN |
| Temperatura (°C) | 18,0 | 18,3 | 17,1 | 20,7 | 29,8 | 14,8 |
| Oxígeno Disuelto (ppm) | 6,96 | 7,25 | 6,79 | | | |
| Salinidad (‰) | 35,0 | | | | | |
| pH | 8,55 | 8,76 | 8,38 | | | |

Fuente: Centro de Acuicultura Morro Sama FONDEPES

2.3.3.2 EVALUACIÓN DE LA ECLOSIÓN

Al final del proceso de eclosión se contabiliza el número de prelarvas y se evalúa el porcentaje de eclosión, el porcentaje de supervivencia y la longitud total del organismo.

2.3.4 CULTIVO DE ALIMENTO VIVO

Un aspecto a desarrollar como base del manejo de la reproducción de peces es la producción de alimento vivo, destinado a los primeros estadios larvales, ya que por el reducido tamaño de las post larvas y el comportamiento de esta especie en particular, ello se hace necesario. La producción de alimento vivo (microalgas, rotíferos, artemia, etc.), es crucial en todo hatchery de peces. Hay que destacar además que el alimento vivo tiene cualidades que no tiene un alimento inerte, como es el movimiento, que estimula sea atrapado por el depredador, el color, que es atractivo para su captura, la calidad nutritiva, ya que los organismos cultivados que se aprovechan como alimento, contienen la cantidad y calidad de nutrimentos indispensables para el adecuado crecimiento de

las especies en el agua. Por otra parte, el alimento vivo tiene la cualidad de no afectar la calidad del agua, debido a que este es consumido antes de que llegue al fondo, sin causar ningún tipo de descomposición, a diferencia del alimento inerte, causando a veces una mortalidad total del estanque. Los organismos que son producidos en el hatchery como alimento vivo para larvas y alevinos de lenguado son microalgas de las especies *Nanochloris oculata* e *Isochrysis galbana* *Brachionus plicatilis* “rotíferos” y *Artemia franciscana* “artemias”. La producción de estos organismos tiene que ser perfectamente sincronizada con la producción de las larvas de lenguado, tanto en tiempo como en cantidad. Para su producción se deben seguir los protocolos ya establecidos por el Centro de Acuicultura Morro Sama.

REQUERIMIENTOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ORGANISMOS ACUÁTICOS PARA SER USADOS COMO ALIMENTO VIVO

- a) Ambientales
 - Soportar amplios rangos de factores abióticos
 - Organismo planctónico
- b) Nutricionales
 - Alto valor nutricional (manipulables)
 - Aceptabilidad para el predador (Perceptible, tamaño)
 - Digestibilidad elevada.
- c) De manejo
 - Resistencia a la manipulación
 - Potencial de cultivo masivo
 - Alta tasa de reproducción
 - Métodos sencillo de cultivo
 - Disponibilidad segura
- d) Económicos
 - Bajo costo de cultivo



Fig. Nº 36: Larvas pre-metamórficas con nauplios de artemia

2.3.5 CULTIVO LARVARIO

2.3.5.1 CONDICIONES DE CULTIVO

El cultivo larvario de lenguado se lleva a cabo en tanques de 1000 L, abastecidos con agua microfiltrada e irradiada con UV, aireación moderada, levemente constante y flujo hídrico abierto de tal forma que se permita un autolimpiado de la unidad de cultivo. Siembra a una densidad de 25 larvas/L



El cultivo se realiza bajo el sistema semi-continuo y con la técnica del agua verde (con inóculo de microalgas). Adición de alimento vivo (*B. plicatilis*, *N. oculata* e *I. galbana*). (5 rot/ml, 0,4x10⁶ cel/ml y 0,03x10⁶ cel/ml, respectivamente).

Tabla N° 12: Parámetros físicos y químicos del agua y ambiente

| PARAMETRO | CULTIVO LARVARIO DE LENGUADO | | | | | |
|-------------------------|------------------------------|------|------|----------|-------|------|
| | Agua | MAX | MIN | Ambiente | MAX | MIN |
| Temperatura (°C) | 19,9 | 21,5 | 18,1 | 20,7 | 29,8 | 14,8 |
| Oxígeno Disuelto (ppm) | 8,00 | 8,32 | 7,71 | | | |
| Salinidad (‰) | 35,0 | | | | | |
| pH | 8,68 | 8,85 | 8,31 | | | |
| Intensidad de luz (lux) | | | | 4411,0 | 14510 | 0,0 |

Fuente: Centro de Acuicultura Morro Sama FONDEPES

2.3.5.2 CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LARVAS

El cultivo larvario cuenta con cuatro sub-etapas de cultivo, las cuales son denominadas larva 1, larva 2, larva 3 y larva 4, división dada según la cadena trófica. En el cultivo larvario, la larva propiamente dicha, es aquella que tiene un sistema digestivo funcional y visión suficientemente desarrollada para capturar presas. Las larvas miden aproximadamente 3,6 mm LT.

En cada sub-etapa de cultivo larval se realizan las mediciones de longitud, para determinar la tasa de crecimiento estándar, SGR en longitud y se evidencian las características morfológicas de la larva. Asimismo se realiza el conteo de larvas, para determinar la supervivencia y la mortalidad.

2.3.5.3 ASPECTOS SANITARIOS Y LIMPIEZA DE LAS UNIDADES DE CULTIVO

La limpieza parcial de los tanques de cultivo, se lleva a cabo en la mañana y la tarde con esponjas y paños absorbentes embebidos en una solución de amonio cuaternario (20 ppm), para limpiar las paredes internas del tanque,

luego de bajar el nivel de agua.

La limpieza total del tanque de cultivo, se lleva a cabo con solución de yodóforo soluble (200 ppm).

Eliminación de material orgánico extraño mediante sifoneo del fondo del tanque, previo movimiento del agua en forma de remolino.

2.3.6 ALEVINAJE

2.3.6.1 CONDICIONES DE CULTIVO

Para llevar adelante la producción de semilla de lenguado, se requiere de un suministro de agua constante y de buena calidad, en cantidad suficiente para la producción estimada, teniendo en cuenta además las densidades de carga ideal, etc., procediendo de la siguiente manera:

- Llenado de los tanques rectangulares de fibra de vidrio con 1000 L de capacidad, con agua microfiltrada e irradiada con UV y aireación moderada.
- Siembra de alevines a una densidad de carga inicial de 0,7 kg/m² llegando al final de la etapa a 3 kg/m² (aprox. de 300 a 400 alevines/m²), para lo cual se procederá a los desdobles periódicos.

2.3.6.2 FASES DE CULTIVO

El cultivo de alevines de lenguado se dividen en cuatro sub-etapas: alevín 1 o inicial, alevín 2, alevín 3 y alevín 4, los cuales se distribuyen en los ambientes necesarios para dichos organismos.

La sub-etapa de alevín 1 o inicial, se lleva a cabo en la sala de “weaning”, que está constituido por un espacio ideal para el proceso de deshabituación del alimento vivo y para que se



complete el proceso de la metamorfosis. Allí estarán por un periodo de 25 días. La longitud de los ejemplares está entre 1,25 a 2,15 cm.

La sub-etapa de alevín 2, se lleva a cabo en la sala de alevinaje, que está preparada para recibir a los alevines iniciales que ya se acostumbraron al alimento inerte. Estarán por un periodo de 50 días y la longitud de los peces va de 3 a 4,5 cm.

La sub-etapa de alevín 3, se lleva a cabo con ejemplares de lenguado por un periodo de 60 días, hasta que los peces alcancen longitudes de 7 cm.

La sub-etapa de alevín 4, se lleva a cabo con ejemplares avanzados por un periodo de 60 días cuando las longitudes alcancen 9 cm.

Tabla N° 13: Parámetros físicos y químicos del agua y ambiente.

| PARAMETRO | CULTIVO DE ALEVINES DE LENGUADO | | | | | |
|------------------------|---------------------------------|------|------|----------|------|------|
| | Agua | MAX | MIN | Ambiente | MAX | MIN |
| Temperatura (°C) | 18,7 | 21,0 | 16,6 | 23,6 | 27,1 | 21,3 |
| Oxígeno Disuelto (ppm) | 7,59 | 8,92 | 5,60 | | | |
| Salinidad (‰) | 35,0 | | | | | |
| pH | 8,68 | 8,86 | 8,50 | | | |

Fuente: Centro de Acuicultura Morro Sama FONDEPES

2.3.6.3 REGISTRO DE LOS PARAMETROS DE CULTIVO

- ✓ Registro diario de parámetros físicos y químicos de la unidad de cultivo.
- ✓ Supervivencia: cada semana se estimará el número de alevines para determinar la tasa de supervivencia parcial y total.
- ✓ Crecimiento: se tomarán muestras vivas del 10% de alevines cada semana, registrando su talla y peso para determinar la tasa de crecimiento específico (SGR).
- ✓ Mortalidad: cálculo del porcentaje de mortalidad.

2.3.6.4 ASPECTOS SANITARIOS Y MANEJO

- ✓ La limpieza parcial de los tanques de cultivo, se lleva a cabo en la mañana con esponjas y paños absorbentes embebidos en una solución de amonio cuaternario (20 ppm), para limpiar las paredes internas del tanque, luego de bajar el nivel de agua.
- ✓ La limpieza total del tanque de cultivo, se lleva a cabo con solución de yodóforo soluble (200 ppm). Eliminación de material orgánico extraño adherido; mediante sifoneo del fondo del tanque, previo movimiento del agua en forma de remolino y si es posible traslado de los peces a otro tanque de cultivo.



2.3.7 PRE-ENGORDE

2.3.7.1 ACONDICIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO

- ✓ Preparación de los tanques de crianza, en caso de tanques tipo australiano éstos deben contar con una cubierta de geomembrana de menor densidad y de calibre de 0.5 mm de grosor, también denominada liner.
- ✓ Cada tanque deberá contar con ingreso de agua independiente, con su respectiva válvula para regular el caudal de ingreso y con un sistema de aireación permanente y regulable (válvula).
- ✓ El siguiente paso es el curado del tanque que se debe desinfectar con una solución yodóforo soluble (200 ppm) y dejarlo con agua por espacio mínimo de 48 horas antes de la siembra.
- ✓ Pruebas de operación de la línea de agua y aireación, así como de la evacuación de los efluentes.

2.3.7.2 SIEMBRA

La siembra se efectúa con alevines de un peso promedio de 8-10 g, y de talla de 10 cm, con una densidad de carga inicial de 3-5 kg/m². Las condiciones en las que se desarrollará esta etapa son las siguientes:

- ✓ Tanques de 4 m de diámetro (12.5 m² de área)
- ✓ Tirante de agua 60 cm.

- ✓ Tasa de recambio hídrico 25 l/Kg/h (Q aprox. 1 lt/s)
- ✓ Aireación aproximadamente 100 lt/min por °/difusor
- ✓ Agua sin tratamiento en sistema abierto.
- ✓ Iluminación 80% de sombra
- ✓ Capacidad de carga final 10 Kg/m²

Para la siembra es importante que la temperatura del agua sea similar a la de nursery de donde proceden los alevines.

En el caso de que los alevines procedan de otro Centro de cultivos, se deben transportar la semilla en épocas de temperaturas similares entre ambas zonas o lugares (en épocas de frío), y después del transporte los alevines aclimatarsen previamente antes de la siembra en los tanques.



Fig. N° 41: Siembra de alevines de lenguado en el C.A. Morro Sama

2.3.7.3 MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Es muy importante en la etapa de pre-engorde, que los parámetros físico-químicos no presenten amplias fluctuaciones durante las 24 horas del día, por ello es importante su monitoreo, los parámetros ideales para esta etapa de cultivo son las siguientes:

- ✓ Temperatura del agua: 15-17 °C
- ✓ Oxígeno disuelto: 6-8 mg/L
- ✓ pH: 7-8

2.3.7.4 BIOMETRÍA MENSUAL

La biometría se efectúa en forma mensual con la finalidad de evaluar el crecimiento de los ejemplares y su desarrollo así como la dispersión de tallas. Sirve además para ajustar la tasa alimenticia.

Para efectuar la biometría mensual es necesario tomar precauciones de no generar mayor estrés a los animales en estabulación, para lo cual se deja de alimentar un día antes del muestreo, programando esta labor en las primeras horas de la mañana.

Para la toma de muestra de un tanque se estima un 10% de la población total del tanque, tratando de que esta muestra sea representativa.

MOVIMIENTO Y SELECCIÓN DE PECES

El crecimiento de ejemplares en la etapa de pre-engorde se da a una mayor velocidad, por tanto para mantener la homogeneidad de las tallas de cada lote, se requiere una selección y

redistribución frecuente de los peces, o cuando se observe dispersión de tallas, siendo recomendado por lo menos se efectúe cada tres meses.

Para realizar la selección y movimiento de peces deben tomarse todas las precauciones debidas así como en el caso de biometrías.

2.3.7.5 MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO

Las actividades de limpieza se realizan diariamente después de culminar la actividad diaria, levantando el tubo de control de nivel de agua del tanque o "pipa", con la finalidad de evacuar el agua con mayor velocidad, y por ende producir el arrastre y la eliminación de los sedimentos de los tanques (restos de alimento, excretas, etc.), ayudando con una escoba, pero evitando mayor estrés a los peces.

En el movimiento de los peces se debe aprovechar para desinfectar los tanques en formar integral con una solución de yodóforo y lejía.

Las actividades de mantenimiento de la tubería matriz, canal de evacuación de los efluentes, los tanques de reservorio deben programarse y efectuarse periódicamente, a fin de evitar focos contaminantes en estos, que pueden causar patologías en los peces.

2.3.7.8 MANEJO DE ASPECTOS SANITARIOS Y PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES

El manejo de aspectos sanitarios para la prevención de enfermedades consiste en lo siguiente:

- ✓ Mantener los parámetros físico-químicos dentro de los rangos óptimos de cultivo
- ✓ Evitar la "sobre-carga" de los tanques de

- cultivo.
- ✓ Programar el mantenimiento y desinfección periódico de los sistemas de cultivo.
 - ✓ Evitar actividades que generen estrés frecuente en los peces en los tanques.
 - ✓ Los materiales y utensilios de manejo de cultivo deben individualizarse por unidad de cultivo.
 - ✓ Implementar el manual de buenas prácticas y sanidad acuícola acordes al centro de producción de lenguado.

2.3.8 ENGORDE

2.3.8.1 REGISTRO DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

En esta etapa también es importante el registro de los parámetros físicos – químicos como temperatura, salinidad, oxígeno, pH, también se deben registrar las condiciones del agua (turbidez) y las ambientales (maretaos, lluvias, vientos, etc.), para tomar las decisiones técnicas acertadas.

TEMPERATURA

El rango óptimo de temperatura para el lenguado en etapa juvenil y adulta está entre los 14° y 19° C, encontrándose el valor ideal alrededor de los 18° C para obtener mejores tasas de crecimiento en juveniles de lenguado.

SALINIDAD

El intervalo óptimo de salinidad oscila entre el 25 y 35 ppm, siendo el valor óptimo 34ppm.

OXIGENO

El lenguado, dada su condición de pez plano permanece gran parte del tiempo en reposo

sobre el fondo marino, consumiendo poco oxígeno comparado con el que requieren los peces denominados nadadores. El intervalo óptimo de oxígeno disuelto es de 5 a 8 mg.L-1.

pH

El mar tiene un pH que oscila entre 8,0 y 8,4 permaneciendo más o menos constante entre estos valores. En cultivo es recomendable mantener el pH entre 7.5 – 8.5. Con un pH de 6,5 ya empieza a haber bajas, para evitar esta situación se emplea aireadores que facilitan la liberación del exceso de anhídrido carbónico a la atmosfera.

Tabla Nº 14: Parámetros de calidad de agua

| PARAMETROS | VALORES |
|-------------|---------------------------|
| Temperatura | 14 – 19 °C |
| Salinidad | 34 – 35 ppm. |
| Oxígeno | 5 – 8 mg. L ⁻¹ |
| pH | 7,5 – 8,5 |

Fuente: Centro de Acuicultura Morro Sama FONDEPES

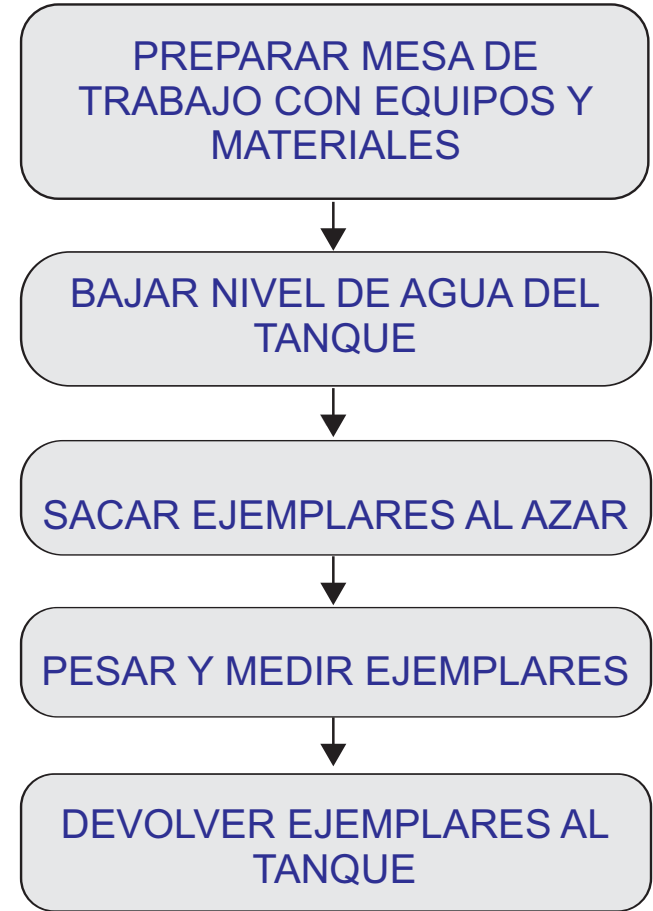
2.3.8.2 CONTROL BIOMÉTRICO

El muestreo se realiza mensualmente para establecer el crecimiento en peso y talla, el peso promedio y rangos de los peces en cada tanque. Para esta labor se deberá tener en consideración lo siguiente:

- ✓ Sacar al azar los ejemplares de diferentes secciones del tanque.
- ✓ Es recomendable una muestra del 10%.
- ✓ La biometría consiste en realizar el pesaje individual o grupal y la toma de la talla (longitud total).



Fig. Nº 42: Diagrama de flujo de biometría



2.3.8.3 SELECCIÓN Y MOVIMIENTO DE PECES

La selección consiste en clasificar los peces por tallas (grandes., medianos, chicos) y colocarlos en tanques manteniendo la homogeneidad del lote, registrando su número características y

- tanque de procedencia. Las ventajas de realizar esta importante actividad son:
- ✓ Facilita el manejo de la especie dando cifras más exactas en cada tanque (densidad de carga, biomasa, necesidades de alimento).
 - ✓ Proporciona mejores tasas de crecimiento.

Consideraciones de importancia:

- ☑ La clasificación debe realizarse cuando se observa una marcada dispersión de tallas y cuando la densidad de carga del tanque es muy alta y se ha programado un “desdoble”.
- ☑ La clasificación se realiza manualmente y “al ojo”, tratando de evitar en lo posible el estrés y daños corporales.

El movimiento o traslado se realiza cuando se desea transportar ejemplares de un tanque a otro, con fines de “desdoble”, estabulación, resiembra a los tanques de engorda y/o en casos de especiales.

Consideraciones de importancia:

- ☑ Asegurar que el tanque al que se va a trasladar este limpio y con flujos normales de agua y aire.
- ☑ No alimentar a los peces un día antes de trasladarlos.
- ☑ Registrar el número de peces y observar su salubridad.
- ☑ Transportarlos en cajas con agua.
- ☑ No llenar las cajas con demasiados peces.

2.3.8.4 EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CULTIVO

Los parámetros de evaluación de cultivo que podemos mencionar:

- **Densidad de Carga:** Es la biomasa expresado en Kg. dividido por unidad de área del estanque, que es importante evaluar periódicamente para mantener esta densidad de carga dentro del rango óptimo. Las densidades de carga recomendadas para cada talla del pez, son las siguientes:

- Juveniles1 de 100-300 g, 10-15 Kg/m2
- Juveniles2 de 300-500 g, 15-20 Kg/m2.
- Engorde1 de 500-800g, 20-25 Kg/m2
- Engorde2 de 800-1000 g 25-30 Kg/m2

✓ **Crecimiento relativo:** expresa el crecimiento en peso como porcentaje del peso corporal inicial.

$$CR = \frac{Peso\ final - Peso\ inicial}{Peso\ inicial} * 100$$

✓ **Factor de conversión alimenticia:** mide la eficiencia del alimento.

$$FCA = \frac{Alimento\ suministrado\ (g)}{Incremento\ en\ Peso\ (g)}$$

✓ **Tasa de crecimiento específica (Standard Grow Rate SGR):** mide la velocidad de crecimiento en un determinado periodo expresado en % diario de su peso.

$$SGR = TC = \frac{\ln Wf - \ln Wo}{t} * 100$$

Donde:

TC : Tasa de crecimiento específica expresada como porcentaje del peso del cuerpo de pez/día.
Wo : Peso inicial (g)
Wf : Peso final al tiempo t
t : Tiempo en días

2.3.8.5 MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO

Para un mejor manejo de los sistemas de cultivo debe quedar establecido la realización de las siguientes actividades:

➤ Inspección visual completa del lugar al iniciar y finalizar las actividades diarias, verificando:

- ☑ Flujos de agua y aire.
- ☑ Estado y/o actividad de los peces
- ☑ Fichas de alimentación, registro de bajas, etc.

➤ La Limpieza de los tanques de cultivo que se realiza al final del día.

➤ Al inicio del día se efectúa el recambio rápido de agua (levantar la “pipa” o tubo que controla el nivel de agua) a fin de la eliminación de heces y residuos de alimentos restantes del día anterior, igualmente al final del día para la evacuación de alimento no consumido. Se evita de esta manera la acumulación del “fouling” en los tanques.

➤ Planificación y coordinación de las actividades del día

➤ Pesaje, suministro y registro de alimento.



Fig. N° 43: Limpieza de tanque de juveniles de lenguado

2.3.8.6 MANEJO DE ASPECTOS SANITARIOS Y PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES

En este punto está referido igual al punto de 2.3.8 (pre-engorde), con la finalidad de evitar enfermedades oportunistas generalmente y epidemias que puedan presentar por el manejo inadecuado en los sistemas de producción de lenguado.



CAPÍTULO 2.4

ALIMENTACIÓN

2.4.1 REPRODUCTORES

Los reproductores están confinados en tanques de mayores dimensiones los que pueden ser de forma rectangular o circulares. Si son de tipo australiano deben estar recubiertos de geomembrana. Estos tanques deben estar provistos de un sistema de ingreso de agua y aireación para mantener las condiciones del agua en buena calidad.



Se recomienda combinar la alimentación de los reproductores con aporte periódico de pescado fresco. En el CA Morro Sama se manejan dos tipos de dietas que son: pescado fresco congelado y pellet húmedo o pasta que es elaborado en base a un nivel de proteínas de 55% y lípidos 8%. La frecuencia de alimentación es interdiaria con dos raciones de pescado por una de pellet húmedo.

La tasa de alimentaria debe estar entre 0,5 y 1,0% de la biomasa, por día dependiendo de la

época del año, en estaciones de freza se reduce ligeramente la tasa de alimentación.

TIPOS DE DIETAS PARA REPRODUCTORES DE LENGUADO

a) Dieta de mantenimiento:

La dieta de mantenimiento se usa para los peces recién desovados o nuevos reproductores en buenas condiciones físicas hasta el inicio de la gametogénesis y debe ser variada en calidad y cantidad, lo más cercana posible a la dieta natural, peces, moluscos y crustáceos.

b) Dieta de enriquecimiento:

La dieta de enriquecimiento se usa antes y durante el periodo de desove, durante la vitelogénesis. Las hembras necesitan alimentos más ricos en proteínas y lípidos para producir la vitelogenina que es progresivamente almacenada como vitelo en los ovocitos. Debido a que el vitelo es la única fuente de alimento del embrión en desarrollo y los primeros estadios larvales hasta que comiencen a alimentarse de presas vivas, la calidad y cantidad del vitelo son factores clave para una reproducción exitosa.

En este período se utilizan tanto pellets como alimento húmedo. Los pellets se deben incluir todos los elementos nutricionales que se consideran esenciales en el desarrollo de larvas viables, tales como los PUFA n-3, en particular EPA y DHA, que deben ser suministrados con el alimento, ya que no pueden ser producidos por el metabolismo.

2.4.2 CULTIVO LARVARIO

Desarrollo anatómico y fisiológico del sistema digestivo en larvas

Desde el punto de vista de la alimentación, la larva se enfrenta a la necesidad de capturar su alimento con rapidez, lo que se dificulta al no tener su sistema locomotriz completamente formado. Durante este periodo, el desarrollo del canal alimentario abarca cambios morfológicos, fisiológicos e histológicos que están sincronizados por procesos genéticos y ambientales.

El momento en el que termina la fase vitelina y comienza la alimentación exógena es crítico, debido a las limitaciones morfológicas, como el tamaño de la boca y a limitaciones fisiológicas, como el incompleto desarrollo de las glándulas digestivas que permiten la digestión de los alimentos artificiales; pero al mismo tiempo la larva está capacitada para perseguir, capturar, tragar y digerir la presa (alimento vivo).

Durante el cultivo larvario a partir de la reabsorción del vitelo, se suministrará alimento vivo conformado por las especies de microalgas *Nannochloris oculata* e *Isochrysis galbana* *Brachionus plicatilis* “rotíferos” y *Artemia franciscana* “artemias” bajo un protocolo bien establecido que se muestra más adelante.

Para llevar a cabo el cultivo larval, se procede a instalar el tanque con todo el sistema de agua y aireación, acondicionando las microalgas y los rotíferos en las concentraciones iniciales y estabulando las larvas en el tanque preparado.

La técnica de cultivo es llamada del “agua verde” y durante el periodo de tiempo que dura el desarrollo de larvas a peces que es aproximadamente de 59 días, se ha dividido para efectos prácticos en sub-etapas, de acuerdo al tipo de alimentación. En las sub-etapa 1 se alimenta básicamente de rotíferos, en la sub-etapa 2 llamada de transición, se

alimenta de rotíferos y artemias, en la sub-etapa 3 se alimenta exclusivamente de artemias y por último la sub-etapa 4, llamada de transicional, porque se alimenta de artemias y da inicio a la alimentación inerte, es decir con micropellets de calibres 360 a 1400 micras

Tabla N° 5: Protocolo de alimentación de larvas para la producción de alevines de lenguado *P. adspersus* del Centro de Acuicultura Morro Sama 2010.

| ALIMENTO VIVO | DÍAS DE CULTIVO LARVARIO | | | | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|
| | 0 | 1 - 4 | 5 - 9 | 10 - 14 | 15 - 19 | 20 - 29 | 30 - 39 | 40 - 49 | 50 - 59 |
| <i>Nannochloris oculata</i> (cel/ml) | 0,8x10 ⁶ | 0,4x10 ⁶ | 0,4x10 ⁶ | 0,4x10 ⁶ | 0,25x10 ⁶ | 0,25x10 ⁶ | 0,25x10 ⁶ | 0,13x10 ⁶ | 0 |
| <i>Isochrysis galbana</i> (cel/ml) | 0,06x10 ⁶ | 0,03x10 ⁶ | 0,03x10 ⁶ | 0,03x10 ⁶ | 0,03x10 ⁶ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rotíferos (rot/ml) | 5 | 5 | 8 | 5 | 3 | | | | |
| Artemia (Ao/ml) | | | | 0,2 - 0,5 | 0,5 - 0,8 | 0,8 - 1,1 | 0,8 - 1,1 | 0,8 - 1,1 | 0,8 - 1,1 |
| Horas Incubación | | | | 16H | 16H | 20H | 24H | 28H | 28H |

Fuente: C.A. Morro Sama, FONDEPES

El zooplancton debido a su contenido de ácidos grasos esenciales, es una buena opción para la nutrición de las larvas, en general los alimentos naturales presentan altos niveles de proteína de excelente calidad, siendo fuente importante de vitaminas y minerales. El plancton posee enzimas necesarias para el crecimiento y sobrevivencia de las larvas.

Sin embargo, para los cultivos de los estadios iniciales de los peces, se ha ensayado el enriquecimiento de algunas especies del zooplancton como los rotíferos, con ácidos grasos mediante emulsiones con altos niveles de fosfolípidos conteniendo ácidos grasos poliinsaturados especialmente con ácido eicosapentanóico (EPA, 20:5 n-3) y docosahexanóico (DHA, 22:6 n-3). La necesidad de ácidos grasos esenciales para la construcción y renovación de membranas es

especialmente elevada durante el rápido crecimiento en los estadios de larvas y postlarvas de los peces, que pueden exceder la capacidad de síntesis endógena. Por eso para atender esos requerimientos en postlarvas, son ofrecidos alimentos enriquecidos con ácidos esenciales, aumentando la tasa de crecimiento, la sobrevivencia y la resistencia al estrés.



Fig. N° 44: Larvas de lenguado en estadio de pigmentación de ojo y apertura de boca

2.4.3 ALEVINAJE

La alimentación en la etapa de alevinaje, está constituido por pellets de diferentes calibres que van desde los 2 mm a 5 mm de diámetro de tipo granular y tubular. Estos alimentos son elaborados en el CA Morro Sama y contienen niveles del 55 a 50% de proteína y un 8% de lípidos.

La ración diaria de alimento está en función a la

biomasa estabulada, edad del lenguado y la temperatura del agua. La tasa de alimentación varía de 10% (ad libitum) hasta 1% de la biomasa por día y es lo que corresponde a su ración.

La ración es dividida en partes para ser suministrada durante el día. Se recomienda para los alevinos iniciales la frecuencia de 8 veces/día la que puede ir reduciéndose hasta 4 veces/día.

La forma de alimentación, es al boleo, debe suministrarse lentamente para que puedan comer todos los individuos de la unidad de cultivo. Los alevines buscan el alimento suministrado en la columna de agua, pero también consumen lo que se va al fondo.

Tabla N° 16: Alimentación para cultivo de alevines de lenguado nativo *P. adspersus*

| ETAPA DE CULTIVO | DESDE (g) | HASTA (g) | TIEMPO ESTIMADO DE USO | TA % | DOSIS RECOMENDADA POR DIA (") | TAMAÑO DEL ALIMENTO mm |
|------------------|-----------|-----------|------------------------|------|-------------------------------|------------------------|
| DESTETE | 0.02 | 0.05 | 20 días | 5 | 10 a 8 | 350 micras |
| ALEVIN 1 | 0.05 | 0.1 | 20 días | 5 | 10 a 8 | 350-650 micras |
| ALEVIN 2 | 0.1 | 0.5 | 20 días | 4 | 10 a 8 | 580-840 micras |
| ALEVIN 3 | 0.5 | 1.0 | 30 días | 3 | 8 a 5 | 840-1410 micras |
| ALEVIN 4 | 1.0 | 8.0 | 60 días | 2 | 3 a 2 | 2.0 – 3.0 mm |

Fuente: C.A. Morro Sama, FONDEPES

2.4.4 PRE-ENGORDE Y ENGORDE

2.4.4.1 TIPOS DE ALIMENTO

Los alimentos se clasifican de acuerdo al contenido de humedad en (SOLBERG, 1978):

- ✓ Piensos Húmedos: (H>50%) a base de pescado fresco o desechos de pescado, se elabora de forma elemental utilizando cuchillos, máquinas de picar carne, congelador (-18°C). Presentación en forma tubular o trozada.
- ✓ Piensos semi-húmedos: (H: 20-50%) se

mezclan el pescado fresco con insumos secos (harina de pescado, de trigo, vitaminas, etc.). Presentación en forma de masa pastosa, granulados.

- ✓ Piensos secos: (H<20%) a base de ingredientes secos y pueden ser, en función de su fabricación pellet artesanal, pellet desecado y pellet extruido.



Fig. N° 45: Pellet seco de 12 mm Ø, C.A. Morro Sama

Las ventajas que determinan el uso de piensos secos, son:

- ✓ Menor costo por animal producido.
- ✓ Regularidad de suministro y composición.
- ✓ Fácil almacenamiento y distribución.
- ✓ Manipulación mínima en la instalación de acuicultura.
- ✓ Reducción del riesgo de transmisión de enfermedades
- ✓ Mejor estabilidad en agua y mejor digestibilidad.
- ✓ Disponibilidad inmediata.

2.4.4.2 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Alimentar peces supone suministrarles todos los nutrientes que precisen en cada momento y en la cantidad que sea necesaria, ya que los nutrientes contenidos son necesarios como fuente de energía metabolizable para el

crecimiento o reparación de los tejidos y para el mantenimiento general de las funciones corporales.

En ese escenario resulta fundamental obtener dietas comerciales que satisfagan los requerimientos nutricionales y gastos de energía de los organismos cultivados, y que al mismo tiempo disminuyan los costos a esta actividad. Sin embargo, siendo la actividad de cultivo de esta especie todavía muy nueva, no se cuenta, en nuestro medio con dietas comerciales. Es necesario direccionar la investigación y experimentación hacia el tema nutricional y de formulación de dietas costo-efectivas, para promover el crecimiento y desarrollo de la acuicultura de lenguado.

Trabajos previos permiten conocer que el requerimiento de proteína en el alimento de lenguado es relativamente alto, superior a 50% de proteína (Piaget, 2011) para la etapa de juveniles, lo que eleva el costo en alimento y por ende el costo de producción. Se considera que el origen de la proteína sea siempre el pescado. Sin embargo, experimentos realizados en el Centro de Acuicultura Morro Sama en 2011, en una evaluación de sustitución parcial de 10%, 20% y 35% de harina de pescado por torta de soya, se pudo determinar que no existe diferencias significativas entre los tratamiento (a nivel de confianza de 95%). Entonces es posible sustituir parcialmente de harina de pescado por torta de soya, sin afectar la tasa de crecimiento hasta 35%, con lo que se puede bajar los costos de producción.

Igualmente, en relación al contenido de lípidos trabajos experimentales realizados en el Centro de Acuicultura Morro Sama, han determinado que el nivel óptimo de lípidos en la dieta para juveniles de lenguado es de 12% de grasa.

Tabla N° 17: Requerimientos nutricionales para cultivo de lenguado

| ESTADIO | RANGO-PESO (g) | % PROTEINA | % GRASA | REFERENCIAS |
|-----------|----------------|------------|---------|---------------------------|
| Alevines | 10-100 | 55 | 9.2 | C.A. Morro Sama, FONDEPES |
| Juvenil 1 | 100-300 | 54 | - | Piaget, 2009 |
| Juvenil 2 | 300-500 | 50 | 12 | C.A. Morro Sama, FONDEPES |

Además, es necesario considerar las siguientes vitaminas en la formulación:

✓ **Vitamina B1:** juega un rol importante en el metabolismo de los carbohidratos. La dosis recomendada del compuesto principal tiamina es de 10-15 mg/kg dieta.

✓ **Vitamina C:** Es un importante antioxidante intracelular. La dosis recomendada del compuesto principal tiamina es de ácido ascórbico 50-100 mg/kg de pez.

El tamaño de la partícula del alimento también juega un papel importante en el mejor aprovechamiento de éste, por lo tanto hay que poner especial cuidado en este aspecto. En el cuadro N° 18 se muestran las recomendaciones basadas en la experiencia del CA Morro Sama.

Tabla N° 18: Características de alimentación (tamaño de partícula) de lenguado en etapa de engorde:

| Tamaño de pellet (mm) | Peso de lenguado (g) |
|-----------------------|----------------------|
| 3 | 10 a 50 |
| 5 | 50 a 100 |
| 8 | 100 a 300 |
| 10 | 300 a 500 |
| 12 | 500- 1000 |

2.4.4.3 TASA DE ALIMENTACIÓN

Es la cantidad de alimento a suministrar a un sistema de cultivo de lenguado, y está expresado en porcentaje de la biomasa o peso total existente en la unidad de crianza (tanque). La cantidad de alimento a suministrar a los lenguado varía de acuerdo a la talla o peso promedio, está relacionado directamente a la temperatura del agua y otros factores externos.

No existe aún estudios específicos en la tasa de alimentación de lenguado; sin embargo según los datos obtenidos de experiencias en el Centro de Acuicultura Morro Sama de FONDEPES, se ha registrado tasas de alimento relativamente bajas con respecto a otras especies de peces de aguas frías, lo que estaría relacionado con las características biológicas y tróficas propias de lenguado en su hábitat (bentónicos). Dado que la tasa de alimentación es relativamente baja, se recomienda suministrar el alimento a saciedad “*ad libitum*” en los primeros estadios de juveniles, ya que se requiere ganar mayores tasas de crecimiento en esta etapa.

Tabla N° 19: Tasa de alimentación referencial para lenguado

| ESTADIO | RANGO-PESO (g) | TASA DE ALIMENTACION (%/biom/día) |
|-----------|----------------|-----------------------------------|
| Juvenil 1 | 100-300 | 1.5-2.0 |
| Juvenil 2 | 300-500 | 1.0-1.5 |
| Engorde 1 | 500-800 | 0.8-1.2 |
| Engorde 2 | 800-1000 | 0.8- 1.2 |

2.4.4.4 FRECUENCIA ALIMENTICIA

La frecuencia de alimentación, está referida al número de veces por día que se debe suministrar alimento a los peces, lo que varía en relación a la talla del pez y el método empleado en la alimentación, debiéndose suministrar en seis días durante la semana, dejando un día de ayuno (domingo). La frecuencia de alimentación en los juveniles es mayor que en los adultos.

Tabla N° 20: Frecuencia de alimentación de lenguado

| ESTADIO | RANGO-PESO (g) | FRECUENCIA ALIMENTICIA |
|-----------|----------------|------------------------|
| Juvenil 1 | 100-300 | 2-4 |
| Juvenil 2 | 300-500 | 2-4 |
| Engorde 1 | 500-800 | 2 |
| Engorde 2 | 800-1000 | 2 |

2.4.4.5 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Se define como la cantidad de alimento suministrado (Kg) para obtener 1 Kg de carne de pez. La conversión alimenticia varía de acuerdo al tipo de alimento suministrado y el estadio de los peces en cultivo. Para el cultivo de lenguado se recomienda suministrar el alimento tipo extruido, que presenta mayor eficiencia y conversión alimenticia que el pellet. Los datos obtenidos en el Centro de Acuicultura Morro Sama, están referidos básicamente a alimento tipo pellet elaborado en el mismo centro.

Tabla N° 20: Conversión alimenticia de lenguado

| ESTADIO | RANGO-PESO (g) | CONVERSION ALIMENTICIA |
|-----------|----------------|------------------------|
| Juvenil 1 | 100-300 | 1.0-1.5 |
| Juvenil 2 | 300-500 | 1.5-2.0 |
| Engorde 1 | 500-800 | 1.5-2.3 |
| Engorde 2 | 800-1000 | 1.5-2.5 |

2.4.4.6 ESTRATEGIAS DE ALIMENTACIÓN

La alimentación es uno de los más importantes aspectos dentro de los costos del cultivo de peces. En general, puede decirse que la alimentación representa entre el 20 y 40% de los costos de operación.

2.4.4.7 ALMACENAMIENTO DE ALIMENTO E INSUMOS

En cuanto al almacenamiento de productos alimenticios debemos establecer dos cosas: Primero, a la recepción de los insumos para la posterior elaboración del pellet, tener criterios como fecha de elaboración y fecha de vencimiento, para priorizar su uso en función a ello. Segundo, la recepción y acomodo de los productos, deben realizarse sobre estibas de madera “parihuelas” (harina de pescado, harina de trigo, torta de soya.), en cuanto insumos menores (vitaminas, colapiz, aceite de pescado) éstos han de estar en contenedores libres de contaminación, en estantes destinados a ellos. Los requerimientos básicos de una bodega o sala para almacenamiento son

- ✓ Contar con espacio suficiente que permita almacenar el alimento requerido para dos meses de alimentación.
- ✓ Los pisos y paredes deben ser impermeabilizadas.
- ✓ Adecuada Iluminación, sin permitir la entrada directa de los rayos solares.
- ✓ No debe mantener temperaturas altas.
- ✓ Los sacos deben almacenarse sobre estibas de madera “parihuelas” permitiendo espacio entre ellas para una buena ventilación.
- ✓ La bodega debe permanecer completamente limpia.
- ✓ Protección contra insectos, aves y roedores
- ✓ Mantener una buena rotación del alimento.

CAPÍTULO 2.5

PROGRAMA DE PRODUCCION

2.5.1 ALEVINES

| Parámetros de cultivo | ovas embrionadas | Prelarvas | Larvas | Alevines | Total |
|-----------------------------------|---------------------|-----------|--------|----------|--------|
| Densidad (Nº/L), (alev/m2) | 500 | 100 | 25 | 500 | |
| Volumen tanque (L) | 500 | 1000 | 2000 | 5000 | |
| Capacidad inicial tanque (millar) | 250 | 100 | 50 | 6 | |
| Volumen total (m3) | 0.2 | 1 | 2.5 | 30 | 33.7 |
| Requerimiento de tanques (unid) | 1 | 1 | 2 | 6 | 10 |
| Requerimiento final (millar) | 113 | 95 | 63 | 35 | |
| Tasa de recambio hídrico (L/Kgxm) | 2 | 2 | 4 | 8 | |
| Caudal total agua (L/min) | 0.45 | 1.9 | 10.08 | 240 | 252.43 |
| Mortalidad (%) | 10 | 10 | 30 | 20 | 70 |

2.5.2 ENGORDEA

Tabla Nº 18: Programa de producción de 25 TM de lenguado 1 Kg

| Parámetros de cultivo | Alevín | Juvenil 1 | Juvenil 2 | Engorde | Total |
|-----------------------------------|--------|-----------|-----------|----------|----------|
| Peso Promedio (g) | 10 | 300 | 600 | 1000 | |
| Ejemplares (unid) | 26013 | 25503 | 25250 | 25000 | |
| Biomasa final (Kg) | 260,13 | 7650,75 | 15150 | 25000 | 48060,88 |
| Rango Peso (g) | 10-100 | 100-300 | 300-600 | 600-1000 | |
| Tasa alimenticia (%) | 2,2 | 2 | 1,5 | 1 | |
| Conversión alimenticia | | | | | |
| Requerimiento de alimento (Kg) | | | | | |
| Periodo de cultivo (días) | 180 | 240 | 240 | 180 | 840 |
| Densidad de carga final (Kg/m2) | 5 | 10 | 20 | 30 | |
| Área de tanque (m2) | 36 | 100 | 100 | 100 | |
| Capacidad tanque (Kg) | 180 | 1000 | 2000 | 3000 | |
| Nº Tanques (u) | 2 | 8 | 8 | 9 | 27 |
| Tasa de recambio hídrico (L/Kgxm) | 10 | 15 | 20 | 30 | |
| Caudal máximo/tanque (L/s) | 0,5 | 4,2 | 11,1 | 20,8 | |
| Caudal máximo total (L/s) | 0,7 | 31,9 | 84,2 | 173,6 | 290,4 |
| Mortalidad (%) | 2 | 2 | 1 | 1 | 6 |

2.6 PATOLOGIA Y SANIDAD ACUICOLA

Las patologías observadas en el cultivo de experimental del lenguado (*Paralichthys adspersus*) correspondieron a cuadros patológicos de carácter secundario producidos por diversas especies de *Vibrio*, identificadas como *V. splendidus* biotipo II y *V. anguillarum*. No se observaron niveles importantes de multiresistencia a antibióticos en las cepas aisladas de los cuadros patológicos, exhibiendo patrones altos de sensibilidad a cloranfenicol, ácido oxolínico, oxitetraciclina y sulfametoxazol trimetoprim. (Miranda y Rojas, 1993).

Enfermedad de ciliados (protozoarios)

La enfermedad denominada Scuticociliatosis, es una infección parasitaria causada por protozoos ciliados pertenecientes a los géneros *Uronema*, *Miamiensis* y *Philasterides*. Las infecciones sistémicas por parásitos histófagos, representan actualmente uno de los principales desafíos para el cultivo de peces marinos en el mundo.

Estos ciliados poseen la capacidad de invadir y destruir sistémicamente los tejidos de los peces afectados. Una vez instaurada la infección sistémica no existen tratamientos efectivos.

Los peces son susceptibles en todas las etapas de cultivo, registrándose en las etapas larvales, alevines y juveniles las mayores mortalidades.

Signos clínicos

Los peces afectados presentan branquias pálidas, congestión de la cara interna del opérculo, despigmentación localizada, úlceras únicas de diferentes tamaños con borde blanco y con posterior muerte de los peces infectados.



Fig. Nº 46: Juvenil de lenguado con ulceración en el dorso





Fig. N° 47: Juvenil de lenguado con infección sistémica interna

Tratamiento y Control

Para el control de la infección es clave la segregación de peces afectados, mejorar las condiciones de cultivo incrementando el recambio de agua, mejorando las condiciones de higiene, evitar sobrealimentación e instauración de un régimen de tratamientos con formalina.

Tabla N° 19: Tratamiento de la enfermedad de ciliados.

| Día | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| Formalina 1:8000 | x | x | x | | | x | | x | | x | | | | | | |
| Lavado de estanques | | | | x | x | | | | | | x | x | | | | |
| Suplementacion Vitamina C | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Control sanitario | | | | | | x | | | | | | | | | | |



Fig. N° 48: Lenguado con sintomatología de *Exophiala salmonis*

CAPÍTULO III: ASPECTOS ECONÓMICO

CAPÍTULO 3.1

MERCADO

3.1.1 ANTECEDENTES DEL MERCADO DEL PRODUCTO

En el mercado nacional, el lenguado nativo, es un recurso bastante conocido desde años atrás por su calidad y exquisitez de su carne. En el mercado internacional existe el hirame *Paralichthys olivaceos* el cual es cultivado en Japón, Corea del Sur, EE.UU y otros países, siendo una especie similar al lenguado nativo, por lo que puede suplir como un producto sustituto en el mercado internacional.

2.1.2 IDENTIFICACION DE CONSUMIDORES

El mercado de lenguado está orientado básicamente a los restaurantes tipo gourmet, cebicherías, que actualmente es un boom con el nuevo enfoque de la gastronomía peruana el cual se ha internacionalizado. A nivel de América del Sur existe un nicho de mercado para lenguado, principalmente en el país de Brasil, así como también en países como EE UU, Canadá y el Mercado Asiático.

3.1.3 ANALISIS DE DEMANDA DEL PRODUCTO

Los recursos hidrobiológicos en general son cada vez son más escasos y por tanto más caros, lo que definitivamente no se podrá

revertir, más aún con el crecimiento demográfico de la población, de la clase media y alta con mayor poder adquisitivo para dichos productos en el caso de Perú.

Por otro lado, existe un mercado internacional con mayor demanda insatisfecha de productos hidrobiológicos en los países desarrollados, por ser considerados los productos hidrobiológicos, como productos muy saludables para el consumo humano. En ese contexto, la acuicultura es una actividad alternativa viable de inversión a mediano y largo plazo para efectuar negocios en este rubro.

En un estudio de mercado efectuado por ITP en 2009 para la valoración de restaurantes de chita y cabrilla en los principales restaurantes y cebicherías de Lima, han determinado que los pescados que utilizan habitualmente en los restaurantes son el lenguado (82,0%), chita (74.0%), etc, básicamente por la exigencia del público consumidor.

En ese contexto, el precio del lenguado en el mercado nacional se mantiene en un precio relativamente alto, un promedio de S/. 40.00/Kg (USD 13.3/Kg) en Lima, lo que indica que existe una demanda insatisfecha que es necesario determinar.

3.1.4 ANALISIS DE LA COMPETENCIA Y OFERTA DEL PRODUCTO

El recurso de lenguado, normalmente se mantiene en precios altos, sin dejar de caer, lo que indica que no existe una oferta considerable en el mercado nacional. Según PRODUCE (2010), la pesquería de lenguado en el Perú, es relativamente mínima, en 2001 se capturó solamente un promedio de 313 TM, bajando a 288 TM en 2010, y de 168 TM en 2011, lo que significa definitivamente una marcada declinación en la oferta sumado a esto el crecimiento gastronómico en el Perú.

Estas condiciones van a presionar la demanda que deberá ser cubierta por la acuicultura, sin embargo no se establecen aun suficientes empresas productoras ya que en la actualidad en el Perú solo existe una empresa privada ubicada en Huarmey-Ancash que tiene una producción todavía incipiente, con proyección de 100 TM anuales en adelante.

CAPÍTULO 3.2
ASPECTOS ECONÓMICOS

Se expone a continuación, a modo de ejemplo un esquema de inversiones y su correspondiente evaluación a fin de lograr una mayor comprensión de la actividad y los niveles de inversión requeridos.

3.2.1 INVERSIONES PARA UN MODULO DE PRODUCCION DE 25 TM

a) Inversiones en activo fijo

Las inversiones en activo fijo para un proyecto de engorde de lenguado, se le considera a la infraestructura de cultivo y equipamiento, infraestructura de captación de agua de mar, equipamiento para el sistema de agua y aireación de los cultivos; asimismo a ambientes complementarios.

La inversión total en activos fijos es de un aproximado de S/. 580,640.00.

Tabla N° 24: Inversiones estimado en activo fijo

Table with 2 columns: Inversiones fijas, S/. Total. Rows include Cultivo de peces, - Juveniles, - Engorde, Varios, Oficina, Obras civiles, and Total (580,640.00).

b) Inversiones en activo nominal

Este aspecto está referido básicamente a la inversión en los estudios del proyecto, gastos de trámites y autorizaciones correspondientes, y los gastos de instalación de la planta de lenguado, lo que bordea una inversión de S/. 152,935.04.

Tabla N° 25: Inversiones estimados en activo nominal

Table with 2 columns: Inversiones nominal, S/. Total. Rows include Certificados, Costos de instalación, and Total (152,935.04).

3.2.2 COSTOS OPERATIVOS

a) Costos fijos

Son los gastos en la remuneración del personal profesional, técnico, operación y administración, así como el combustible necesario para operatividad de la planta, todo lo cual se estima en S/. 340,654.28.

Tabla N° 26: Costos fijos estimados

Table with 2 columns: Costos fijos, S/. Total. Rows include Personal, Gastos generales (combustibles), and Total (340,654.28).

a) Costos variables

Los costos variables en la producción de lenguado están referidos a los gastos de adquisición de semilla, mantenimiento de pre-engorde y juveniles de lenguado (incluyendo alimento), los gastos de los servicios básicos y otros gastos para el primer año de producción que bordea en S/. 142,540.00.

Tabla N° 27: Costos variables estimados

Table with 2 columns: Costos variables, S/. Total. Rows include Cultivo de juveniles, Servicios básicos, Otros, and Total (142,540.00).

Tabla N° 28: Resumen de Presupuesto General para un proyecto de 25 TM de lenguado.

| RESUMEN PRESUPUESTO GENERAL | Total S/. |
|-----------------------------|--------------|
| Inversiones fijas | 580,640.00 |
| Inversiones nominal | 152,935.04 |
| Costos fijos | 271,198.28 |
| Costos variables | 142,540.00 |
| Total | 1'147,313.32 |

| | |
|---------------------|--------------|
| Inversiones en S/. | 1'147,313.32 |
| Tipo de cambio S/. | 2.9 |
| Inversiones en U\$. | 395,625.3 |

3.2.3 ESTIMACIÓN DE INGRESOS

Para el cálculo de ingresos por venta se utilizó el promedio ponderado de los precios reales en el mercado nacional (Lima) para el lenguado en estado fresco refrigerado.

De esta forma, el precio de venta FOB en moneda nacional se estimó en S/. 42.00 por kilo, lo que se espera un total de ingreso de 1'050,000.00 millones de soles para una .producción de 25 TM, a partir del tercer año de vida del proyecto, lo que en los siguientes años deberá permanecer constante.

3.2.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación fue efectuada para un proyecto de producción de 25 TM/año desde el punto de vista privado, por lo que no se consideran costos ni beneficios sociales.

Este tipo de evaluación es independiente de la forma de financiamiento de las inversiones, lo que se pretende es medir la rentabilidad de la inversión en su totalidad.

La evaluación económica del proyecto se realizó para un horizonte de 10 años y se utilizó la tasa de descuento de 15%.

Se usaron los indicadores tradicionales de rentabilidad en la evaluación: Valor actual neto

(VAN), tasa interna de retorno (TIR) y periodo de recuperación del capital (PRC).

El proyecto presenta el valor actual neto (VAN) positivo para la tasa de descuento utilizado en la evaluación y, una tasa interna de retorno (TIR) de 16%, superior a la tasa de descuento de 15%. En este escenario de precios, el proyecto presenta un periodo de recuperación de capital al quinto año de operación, lo que indica que el proyecto sería rentable.

En ese contexto, para obtener una rentabilidad en la producción de lenguado, el tamaño mínimo de producción deberá ser de 25 TM/año, requiriendo mayores producciones a ésta para obtener mejores rentabilidades.

Tabla N° 29: Resultados de evaluación económica para una planta deproducción de 25 TM de lenguado de 1 Kg.

| Año | Beneficios Incrementales (S/) | Costos Incrementales (S/.) | Beneficios Netos (S/.) |
|-----|-------------------------------|----------------------------|------------------------|
| 0 | 0 | 1,659,854.84 | -1,659,854.84 |
| 1 | 0.00 | 359,738.28 | -359,738.28 |
| 2 | 0.00 | 359,738.28 | -359,738.28 |
| 3 | 1,050,000.00 | 359,738.28 | 690,261.72 |
| 4 | 1,050,000.00 | 359,738.28 | 690,261.72 |
| 5 | 1,050,000.00 | 359,738.28 | 690,261.72 |
| 6 | 1,050,000.00 | 359,738.28 | 690,261.72 |
| 7 | 1,050,000.00 | 359,738.28 | 690,261.72 |
| 8 | 1,050,000.00 | 359,738.28 | 690,261.72 |
| 9 | 1,050,000.00 | 359,738.28 | 690,261.72 |
| 10 | 1,050,000.00 | 359,738.28 | 690,261.72 |
| COK | 15% | VAN | S/. 84,708.43 |
| | | TIR | 16% |

BIBLIOGRAFÍA:

1. ANGELES, B. Y MENDO, J. 2005. Crecimiento, fecundidad y diferenciación sexual del lenguado *Paralichthys adspersus* (Steindachner) en la costa central del Perú. Ecología Aplicada. Vol. 4.

2. APARICIO, B. 2004. "Importancia de los lípidos en la reproducción y ontogenia del pez blanco de Patzcuaro (*Chirostoma estor estor*)". Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste., S.C (CIB). México. Págs. 136.

3. COTA, N. 2012. Escala de Madurez Gonadal del Lenguado *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867). Tesis para optar al Título Profesional de Biólogo con mención en Hidrobiología y Pesquería. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.

4. CHONG, J. GONZALEZ P. 1995. "Ciclo reproductivo del lenguado de ojos chicos, *Paralichthys microps* (Günter, 1881), (Pleuronectiformes, *Paralichthyidae*) frente al litoral de Concepción, Chile". Biología Pesquera 24. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Chile. 39 – 55.

5. CHILI V., RODRIGUEZ L. y PINO J. 2009. Protocolo de reproducción de lenguado nativo *Paralichthys adspersus* (Steidachner, 1867), bajo condiciones de laboratorio. Centro de Acuicultura Morro Sama, Sub Dirección de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica, Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero-FONDEPES.

6. BEAZ J. 2007. Ingeniería de la Acuicultura Marina, Instalaciones en tierra. Observatorio Español de Acuicultura, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Ministerio de la Agricultura y Alimentación. Madrid-España.

7. DELBERT, M. GATLIN. 2000. "Nutrición de reproductores y juveniles de peces marinos". Texas A&M University System. Págs. 10.

8. DEVAUCHELLE N. 1985. "Identification du sexe et prelevements d' ovocytessur turbots (*Scophthalmus maximus*) vivants". Bull. France. Pisc. 293/294:65-71.

9. FUNDACION ALFONSO MARTIN ESCUDERO. 2000. "Análisis del desarrollo de los cultivos: Medio, agua y especies". Madrid, España. Tomo I. Págs. 258.

10. IZQUIERDO M. 1996. "Essential fatty acid requirements of cultured marine fish larvae". Fish and mollusclarviculture. Creces. Chile. 31 – 44.

11. OCAMPO, C. 2008. "Factores endógenos asociados al crecimiento del oocito y el desove de *Sardinopssagax* (Jenyns, 1842) (Teleostei: Clupeidae)". Instituto Politecnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. México. Pags. 165.

12. ORTEGA A. (1991). "Desarrollo larvario y destete en peces cultivados". Consellería de Pesca, Marisqueo e Acuicultura. Xunta de Galicia. España. 1-31 pp.

13. PAURO J. CHILI V. y RODRÍGUEZ L. 2007. Manual de Cultivo de Turbot. Centro de Acuicultura Morro Sama, Sub Dirección de Asistencia Técnica y Transferencia Tecnológica, Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero-FONDEPES. Pags. 50.
14. PELETEIRO J. 2001. "Control de la reproducción del rodaballo (*Scophthalmus maximus* L.) en cautividad". Universidad de Santiago de Compostela. Instituto Español de Oceanografía. España.
15. PELETEIRO J. B. RODRÍGUEZ G. & IGLESIAS J. 1993. "Individual spawning control in different turbot (*Scophthalmus maximus*) brodstocks under artificial and natural photoperiod". Symposium on mass rearing of juvenile fish. España.
16. PIAGET, N. 2009. Determinación de nivel óptimo de proteína dietaria en juveniles de lenguado *Paralichthys adspersus* (Pisces, Pleuronectiformes: Paralichthyidae). Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile.
17. RODRÍGUEZ H. et al. 1995. "Fundamentos de acuicultura marina". Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). Santa Fe de Bogotá. Colombia.
18. SAMAMÉ M. & CASTAÑEDA J. 1999. "Biología y pesquería del lenguado *Paralichthys adspersus* con especial referencia al área norte del litoral peruano, Departamento de Lambayeque". Instituto del Mar del Perú. Nº 18: a15 – 48.
19. SANCHEZ J., PELETEIRO J. et al. 1990. "Crecimiento del rodaballo (The Netherlands L) en condiciones experimentales de cultivo". Instituto Español de Oceanografía. España. 127 – 132.
20. SILVAA. 2005. "Cultivo de peces marinos". Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. Coquimbo, Chile. 266 pp.
21. SILVA A AND VELEZ A. 1998. "Development and challenges of turbot and flounder aquaculture in Chile". World Aquaculture: 48 – 55.
22. SILVA A. (sin fecha). "Experiencias sobre la inducción al desove del lenguado (*Paralichthys microps*, Günther 1881) con hormonas G.C.H.". Red Regional de Acuicultura. U. del Norte. Chile.
23. SILVAA. 1994. "Spawning of the chilean flounder *Paralichthys microps* Gunther, 1881 in captivity". The World Aquaculture Society. Vol. 25, Nº 2: 342 – 344.
24. SILVA A. y FLORES H. 1994. "Observation on the growth of the chilean flounder (*Paralichthys adspersus*, Steindachner, 1867) in captivity". European Aquaculture Society. Special Publication Nº 22, GEN. Belgium: 323 – 332.
25. SILVAA. FLORES H. 1989. "Consideraciones sobre el desarrollo y crecimiento larval del lenguado (*Paralichthys adspersus*, Steindachner, 1887) cultivado en laboratorio", revista pacifico sur, número especial: 629 – 634.

26. SILVA A. ROJAS M. (sin fecha) "Evaluación del crecimiento de juveniles de lenguado chileno (*Paralichthys adspersus*) cultivado en estanques".
27. SILVA A., VEGA E. 1997. "Cultivo de peces marinos". Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte. Chile.
28. SILVAA. 1996. "Conditioning and spawning of the flounder, *Paralichthys microps*, Gunther 1881 in captivity". Fish and mollusclarviculture. Creces. Chile. 97 – 102.
29. WHEATON F. 1993. "Acuicultura, diseño y construcción de sistemas". AGT Editor. México
30. ZUÑIGA H. ACUÑA E. 1992. "Larval development of two sympatric flounders, *Paralichthys adspersus* (Steindachner, 1867) and *Paralichthys microps* (Günther, 1881) from the bay of Coquimbo, Chile". Fishery Bulletin. U.S. 90. 607 – 620.



Dirección General de Capacitación
y Desarrollo Técnico en Acuicultura
Av. Petit Thouars N° 115 - Lima - Perú
(01) 209-7700 Anexo 7717
www.fondepes.gob.pe