

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE ALTO AMAZONAS

FACULTAD DE CIENCIAS



ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y ACUICULTURA

Material, mantenimiento y requisitos en la instalación de jaulas y corrales

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Biólogo Acuícola

PRESENTADO POR

Bach. Brian Chuquival Mozombite

ASESOR

Mg. Juvenal Napuchi Linares

Yurimaguas, 2024

MDJ-02. DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Mg. Juvenal Napuchi Linares de la Facultad de Ciencias, Programa de Estudios de Acuicultura, de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: "MATERIALES, MANTENIMIENTO Y REQUISITOS PARA INSTALACIÓN DE JAULAS Y CORRALES", constituye la memoria que presenta el Bachiller Brian Chuquival Mozombite para aspirar al título de Profesional de Biólogo Acuícola. Ha sido realizado en la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Yurimaguas, a los 16 días del mes de enero del año 2024.



Mg. Juvenal Napuchi Linares

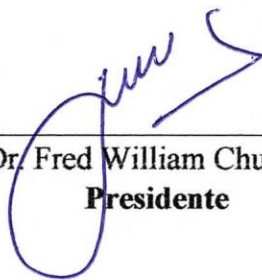
Asesor

Materiales, mantenimiento y requisitos para instalación de jaulas y corrales.

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Presentada para optar el título profesional de Biólogo Acuicola

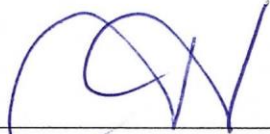
JURADO CALIFICADOR



Dr. Fred William Chu Koo
Presidente



Mg. Magno Rosendo Reyes Bedriñana
Miembro



Mg. Jorge Cáceres Coral
Miembro



Mg. Juvenal Napuchi Linares
Asesor

Yurimaguas, 16 de enero del 2024

Tabla de contenido

Lista de Figuras.....	iii
Lista de Tablas.....	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Introducción.....	8
CAPÍTULO I: Generalidades de la Acuicultura.....	10
Acuicultura.....	10
Piscicultura.....	10
Cuerpos de agua	10
Instituciones que controlan la actividad acuícola en el Perú	10
CAPÍTULO II: Cultivo de Peces en Jaulas y Corrales	16
El cultivo en jaulas y corrales y su historia.....	16
Historia del cultivo de peces en jaulas	16
Historia del cultivo de peces en corrales	16
Diferencia entre jaula y corral.....	17
Ventajas y limitaciones del cultivo en jaulas y corrales	17
Cultivo de peces en jaulas, especies, instalación y aspectos generales	18
Especies de peces que se cultivan en jaulas en el Perú	18
Cultivo de peces en jaulas en el mundo	19
Infraestructura de las jaulas	20
Materiales para la construcción de jaulas.....	23
Jaulas tradicionales flotantes	23
Jaulas fijas	24
Jaulas en el mar.....	24

Consideraciones para la construcción de una jaula artesanal	25
Consideraciones para la selección del sitio y ubicación de las jaulas artesanales	26
Calidad de agua.....	26
Vientos, corrientes y mareas.....	26
Acceso para el manejo	26
Mantenimiento de jaulas	27
Cultivo de peces en corrales, especies, instalación y aspectos generales	27
Especie de peces que se cultivan en corrales.....	27
Infraestructura y materiales para la construcción de los corrales	29
Mantenimiento de corrales	32
Consideraciones para la selección del sitio y ubicación de los corrales.....	32
Acuicultura multitrófico integrada	33
Conclusiones.....	35
Recomendaciones	36
Referencias bibliográficas	37

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Desarrollo de la acuicultura en el Perú	11
Figura 2. Acceso a la actividad acuícola -AREL en el Perú.....	12
Figura 3. Acceso a la actividad acuícola-AMYPE en el Perú.....	13
Figura 4. Acceso a la actividad acuícola-AMYGE en el Perú.....	14
Figura 5. Modelo de jaula artesanal fija	17
Figure 6. Jaula flotante.....	17
Figura 7. Jaula sumergible.....	18
Figura 8. Caracterización de corrales en el litoral amazónico de Brasil.....	26
Figura 9. Acuicultura multitrófico integrada.....	30

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Ventajas y limitaciones de las jaulas y corrales.....	14
Tabla 2. Factores sociales que determinan la selección de lugar para la instalación de corrales	29

Dedicatoria

A Dios por brindarme salud, protección y fuerza
para vencer los obstáculos del día a día.

A mi madre y hermanos por darme su apoyo
incondicional en todas las fases de mi vida
personal y académica.

Agradecimientos

A mi asesor el Blgo. Mg. Juvenal Napuchi Linares, por su soporte y recomendaciones para la redacción de mi monografía.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas y Acuicultura de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, por haber sido parte de mi formación profesional en dicha casa de estudios.

A mis promociones que me motivaron siempre y me apoyaron en todo momento para continuar con la carrera profesional.

Introducción

Según el reporte reciente de FAO (2022), el consumo mundial de alimentos acuáticos (excluidas las algas) se incrementó a un ritmo medio anual del 3,0 % desde 1961, en comparación al ritmo de crecimiento poblacional del 1,6 %. El consumo per cápita de alimentos acuáticos se incrementó de una media de 9,9 kg en la década de 1960 a un récord histórico de 20,5 kg en 2019, sin embargo, esta cifra se redujo ligeramente a 20,2 kg en 2020 (FAO, 2022). En ese sentido, la acuicultura viene cobrando mayor importancia, hasta convertirse en la principal alternativa para la producción de pescados y mariscos para satisfacer la demanda mundial en el futuro (FAO, 2018). En 2020, la producción acuícola mundial alcanzó un récord de 122,6 millones de toneladas, con un valor total de 281.500 millones de USD, siendo que los animales acuáticos representaron 87,5 millones de toneladas y las algas constituyeron 35,1 millones de toneladas. Por lo que se prevé el aumento de los ingresos y la mejora de prácticas para el 2030 (FAO, 2022). Sin embargo, se advierte que las tecnologías utilizadas para generar los productos acuícolas tienen que ser sostenibles y eficientes en cualquier ecosistema que se ejecute ya sea marino, dulce acuícolas o en aguas salobres (Berger, 2020), teniendo en cuenta que el crecimiento acuícola se desarrolla a menudo a costa del medio ambiente (FAO, 2022).

La práctica acuícola es muy diversa, así como las especies que se crían, y su producción varia desde lo tradicional, operadas de manera familiar, hasta las modernas explotaciones comerciales a gran escala a nivel empresarial (FAO, 2008). El cultivo de peces puede ser realizado por diferentes métodos, como el uso de estanques excavados, tanques sobre el suelo, canales, jaulas y corrales. Las jaulas utilizadas para esta actividad, pueden ser flotantes, fijas o sumergibles, y su utilización depende de la escala a producir. Ayroza, (2009) menciona que no existen jaulas comerciales con tamaños y estructuras estandarizadas, las formas y los materiales que se utilizan

para su construcción están relacionados con los recursos y necesidades del productor y de las características del cuerpo de agua donde éstas se instalarán. Por la globalización y la creciente demanda de productos acuícolas, la producción en jaulas está incrementándose a pasos agigantados durante las últimas dos décadas, ahí la importancia de su práctica en diferentes países, siendo los que más producen, China, Noruega, Chile, Japón, Reino Unido, entre otros (Gopakumar, 2009).

Por otro lado, los corrales no han tenido una importancia significativa por su naturaleza; en este tipo de recintos se emplean en cuerpos de agua naturales, como lagunas, ríos o en amplios reservorios determinando un área específica, generalmente en las orillas considerando la profundidad que permita cosechar los peces. Los materiales con los que se realiza el cercamiento son estacas de madera y bambú, colocando una malla sobre estas para evitar la fuga de los peces. (Gómez, Daza & Ávila, 2001)

Materiales informativos sobre el mantenimiento, requisitos y herramientas para la instalación de jaulas y corrales en sistemas de producción acuícola, son informaciones de gran importancia, debido, a que servirán de recursos de apoyo para el productor, estudiante o investigador que necesite información actualizada sobre este tema. De tal manera, el presente trabajo consta de dos capítulos. El primero trata sobre Generalidades de la Acuicultura, y el segundo se enfoca en el cultivo de peces en jaulas y corrales.

CAPÍTULO I: Generalidades de la Acuicultura

Acuicultura

La acuicultura es el conjunto de actividades que abarca tanto el cultivo, y recolección de peces, mariscos, algas y otros organismos hidrobiológicos, realizados en cuerpos de agua naturales o artificiales, en aguas marinas, dulces o salobres (NOAA, 2021).

Piscicultura

Según SENAR (2017), es la actividad dedicada a la producción de peces como fuente de proteína para la alimentación humana, que se caracteriza por manejar los recursos pesqueros de forma controlada en ambientes diseñados y en cautiverio (estanques, represas, jaulas, corrales, etc.).

Cuerpos de agua

De acuerdo con Oliveira (2000), son todos los flujos de agua existentes en ambiente natural (ríos, quebradas, cochas, lagos, mares, etc.) y artificial (represas, estanques, piscinas, etc.)

Instituciones que controlan la actividad acuícola en el Perú

En el Perú, el Ministerio de la Producción (PRODUCE) y los gobiernos regionales, en el marco de sus respectivos ámbitos de competencia, son los encargados de la supervisión y fiscalización de las autorizaciones o concesiones acuícolas. Además, se cuenta con el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) que es la entidad encargada de la fiscalización del control sanitario de las actividades acuícolas (El Peruano, 2016). La Ventanilla Única de Acuicultura (VUA) proporciona una serie de formularios que son requisitos para acceder a la actividad y está disponible en la página web del Ministerio de Producción (PRODUCE, 2021).

En las figuras 1, 2, 3 y 4 se muestran los organigramas que grafican el desarrollo de la acuicultura en el Perú, así como los requisitos para acceder a la actividad acuícola para los diferentes grupos AREL, AMYPE Y AMYGE, respectivamente.

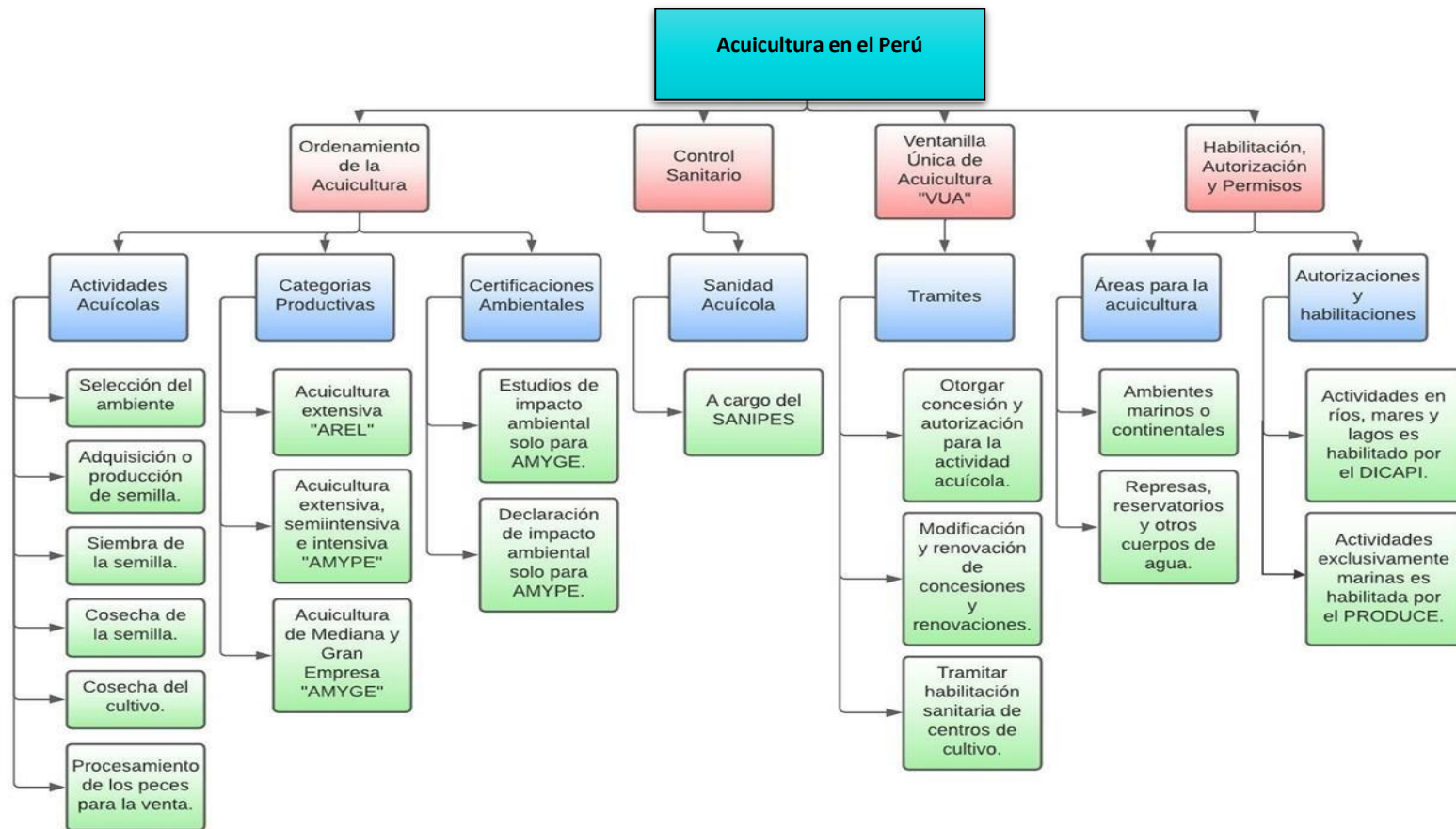


Figura 1. Organigrama de las instituciones que participan en el ordenamiento, control, habilitación, autorizaciones y permisos de la acuicultura en el Perú. Nota: Adaptado de EL PERUANO (2016).

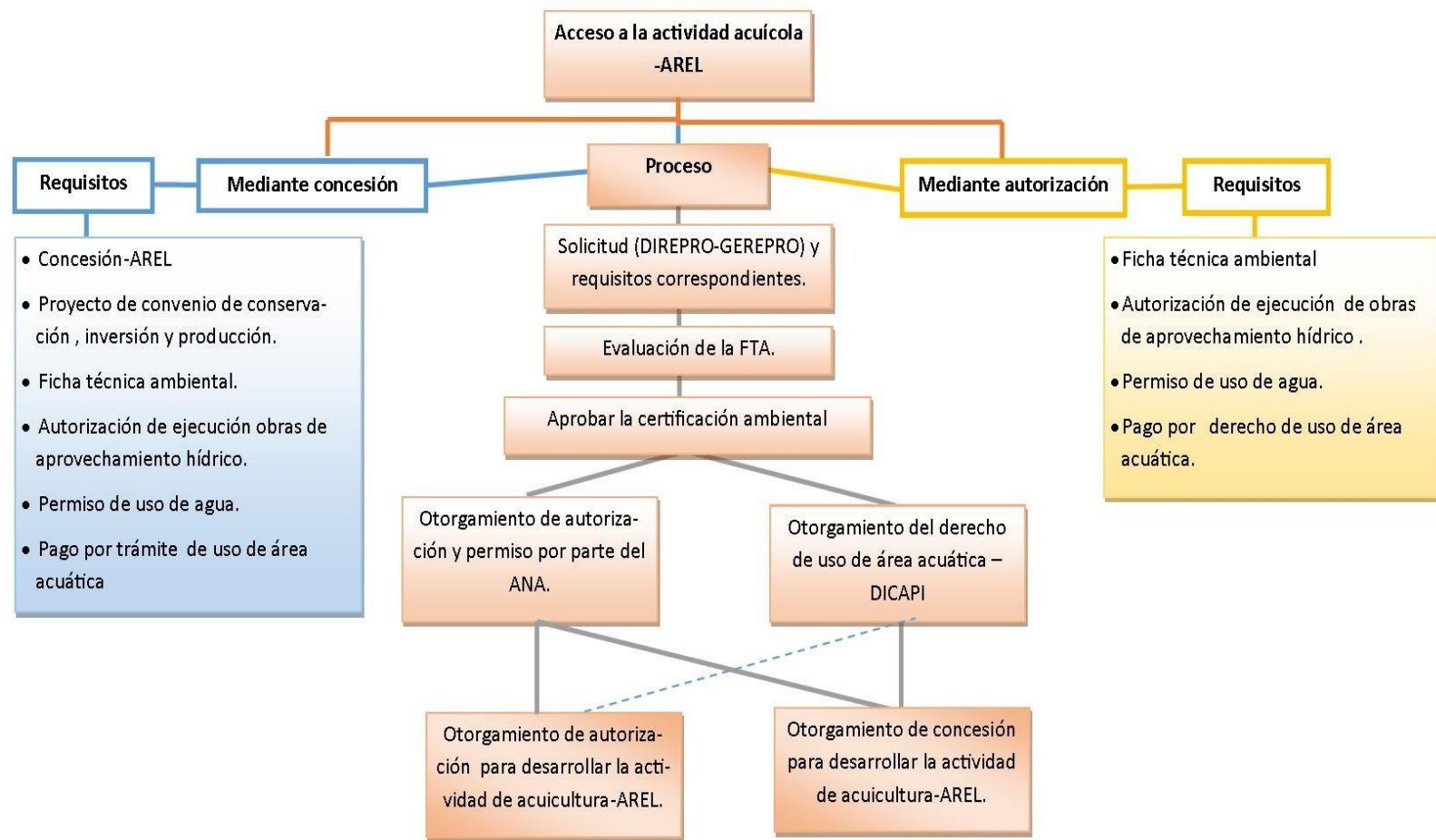


Figura 2. Acceso a la actividad acuícola de recursos limitados-AREL en el Perú. Nota: Adaptado de PRODUCE (2021).

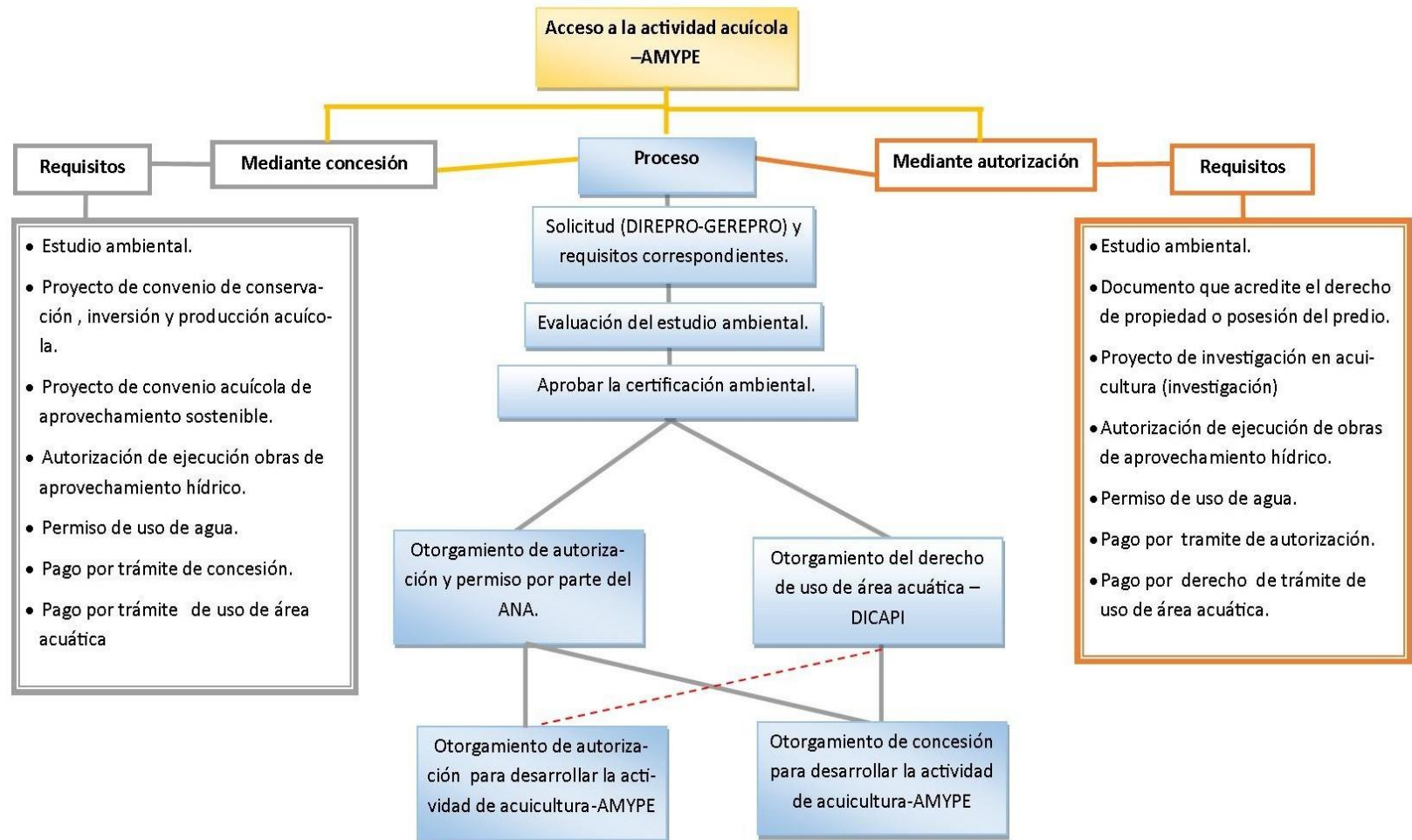


Figura 3. Acceso a la actividad acuícola de mediana y pequeña empresa-AMYPE en el Perú. Nota: Adaptado de PRODUCE (2021).

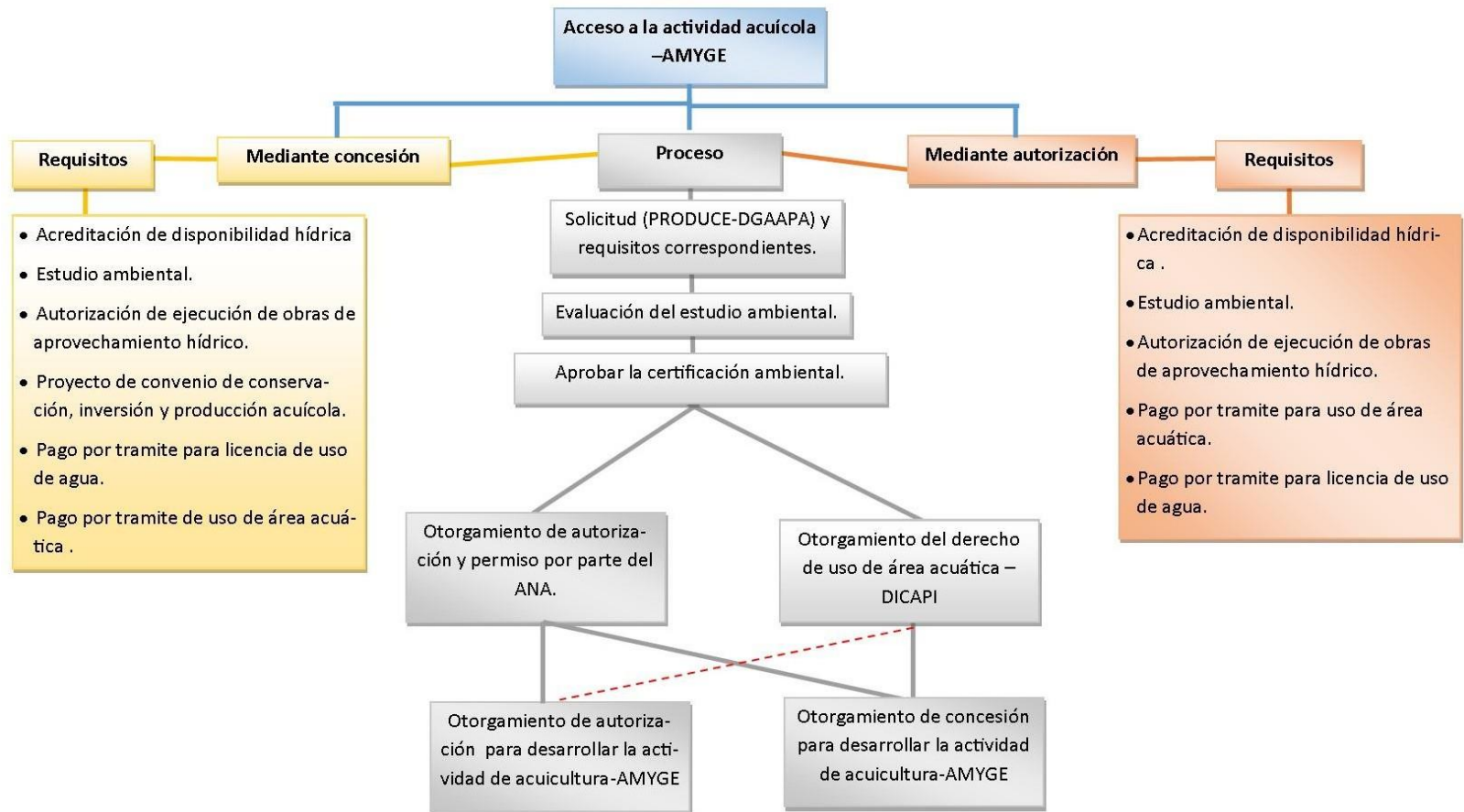


Figura 4. Acceso a la actividad acuícola de mediana y gran empresa-AMYGE en el Perú. Nota: Adaptado de PRODUCE (2021).

CAPÍTULO II: Cultivo de Peces en Jaulas y Corrales

El cultivo en jaulas y corrales y su historia

Historia del cultivo de peces en jaulas

Esta práctica acuícola surge en el sudeste de Asia, en Kampuchea específicamente hace unos 200 años, en cuerpos de aguas continentales (Gopakumar, 2009). Consistía en criar, bagres y otros peces comerciales en cestas de bambú. Este método de cultivo tradicional se practicaba desde finales del siglo pasado y posteriormente se extendió por Vietnam, Tailandia entre otros países de la antigua Indochina. La producción de peces en jaulas en el mar, se remonta a la década de 1950 en Japón, con el atún de cola amarilla, desarrollada con fines de investigación por la Universidad de Kinki; para luego encaminar su práctica de manera comercial. En Europa, este método de cultivo inició a fines de la década de 1950 en cuerpos de agua dulce, con la especie Trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y en EE. UU se adoptó en 1964 (Gopakumar, 2009).

Algo similar se practicó en el Lago de Mundung (Indonesia) al criarse alevines de *Leptobarbus heovenii* de origen natural en jaulas flotantes de bambú en 1992, luego se extendió por el sur de Sumatra (Beveridge, 1986).

Historia del cultivo de peces en corrales

En China por más de 50 años han practicado el cultivo en corrales, cercando grandes áreas de lagos y ríos con diques en dos o tres lados. Para el año 1970, se criaba carpas por lo que en 1980 este tipo de cultivo se extendió y se basaba principalmente en cultivar peces herbívoros (Chen et al., 2008).

En cuanto a los pueblos indígenas de la Amazonía brasilera este método ya era utilizado y fue modificado con la llegada de los portugueses en el año 1500 (Diegues, 2000).

Diferencia entre jaula y corral

Las jaulas por su naturaleza están cerradas por todos los lados y en ocasiones se encuentra cerrada en la parte superior, en cambio con los corrales el que delimita la parte inferior es el fondo del mismo mar o lago donde se encuentre instalado. Sin embargo, ambos recintos mantienen a los peces en cautividad con flujo constante de agua (Beveridge, 1986).

Ventajas y limitaciones del cultivo en jaulas y corrales

Como en toda producción posee sus ventajas y desventajas, y en el caso las jaulas y corrales no son la excepción (Tabla 1).

Tabla 1. Ventajas y limitaciones de jaulas y corrales

Método	Ventajas	Limitaciones
Corral	El retorno de la inversión podría ser del 200%.	Requiere de alto capital para su construcción.
	Su mantenimiento es periódico.	Es una instalación fija.
	Atrapa diferentes especies, y diversifica la producción.	Atrapa especies no deseadas traídas por la marea alta (en el caso de su instalación en mares).
	Instalados en lagos fértiles, proporcionan a los peces optimas tasas de crecimiento.	Por lo general su infraestructura posee corto tiempo de duración, entre 3-5 años.
Jaula	En aguas improductivas también proporcionan ganancias cuando se tiene alimentación suplementada.	
	Es práctica, sencilla y su construcción no es muy compleja, no demanda mucha inversión.	No es recomendada donde los cuerpos de agua son muy agitados.
	Es móvil.	La limpieza de su infraestructura es frecuente para evitas obstrucciones.
	Los peces presentan mejor conversión alimenticia.	Se debe administrar alimentos flotables.
	<u>Mayor densidad de siembra.</u>	

Se pueden observar la población de peces, la calidad es superior si a condición, apariencia y sabor se refiere.	Pueden existir interrupciones por parte de la población natural de peces.
La cosecha demanda poca mano de obra.	La infraestructura tiene menor tiempo de vida, por sus contacto con el agua.
Los peces están protegidos de depredadores y competidores.	Altas densidades pueden de población puede generar estrés y ocasionar daños al sistema inmunológico.
La alimentación y las actividades diarias son más fáciles.	Al encontrarse en lugares donde la circulación de agua no es constante el alimento no consumido y los desechos pueden conducir a la eutrofización del lugar.

Fuente: Lopez, Bernal y Longas (2001); Nguyen (2014); SAFDC, (1996); Gopakumar, (2009)

Cultivo de peces en jaulas, especies, instalación y aspectos generales

Especies de peces que se cultivan en jaulas en el Perú

Según el Ministerio de la Producción – PRODUCE (2012) en el Perú se cultivan muchas especies, entre crustáceos, moluscos y peces. Sin embargo, son algunas las especies cultivadas en jaulas, como:

- Trucha (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum 1792): la producción de esta especie se desarrolla de forma extensiva, semi-intensiva e intensiva en lagunas, estanques y jaulas, respectivamente. Actualmente en el Perú, su cultivo está distribuida en las regiones de Pasco y Junín y en los últimos años se extendió hasta Puno, con producciones de 600 t en el año 2000, 15.500 t. en el 2011 (Ríos, 2012).
- Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758): en la década de 1950's, la tilapia era utilizada como alimento para el paiche (*Arapaima gigas*). Hoy en día, su cultivo se ha expandido por la selva alta y costa norte del Perú, mediante la utilización del método de represas y jaulas (Guerrero et al.,

2014). Bajo el método de jaulas, la producción es entre 50-300 kg/m³ (Martínez, 2006).

- Gamitana (*Colossoma macropomum* Cuvier 1918): es la especie más consumida en la región Loreto, su producción se desarrolla en estanques de tierra y en jaulas. Bajo el sistema de cultivo en jaulas los peces pesan cerca de 1 kg, alimentados con 30% de proteínas. De acuerdo con Ríos (2012) su producción es de 14 t a 522 t/año (depende de factores, como manejo, ambiente, etc.). Actualmente se ha comenzado a comercializar en Lima en volúmenes mínimos. La adquisición de los alevinos es por parte de instituciones como el IIAP, FONDEPES y los gobiernos regionales debido a que su reproducción se realiza de forma inducida (Ríos, 2012).
- Paiche (*Arapaima gigas* Cuvier 1829): en su medio natural existen ejemplares de hasta 3 metros con pesos aproximados de 250 kg lo que lo convierte en el pez de agua dulce más grande, sin embargo, debido al exceso de su pesca, actualmente es poco probable encontrar esos tamaños en su ambiente natural. Su cultivo en la región amazónica se realiza en estanques de tierra y jaulas a los que se adaptaron sin problemas, su respiración mixta facilita su crianza y alimentación aceptando el peletizado, se pueden obtener ejemplares de 10 kg en un año o 15-20 kg en 18 meses. El principal problema es el abastecimiento de alevinos (Ríos, 2012).

Cultivo de peces en jaulas en el mundo

Si nos referimos a la diversidad en la producción, se calcula un aproximado de 40 familias de peces que se cultivan en el mundo, sin embargo, el 90% lo cubre cinco familias,

Salmonidae, Sparidae, Carangidae, Pangasiidae y Cichlidae, y los otros 10 % más de 70 especies. Los mayores productores acuícolas en jaulas marinas y salobres son: Noruega, Chile, Japón, Reino Unido, entre otros (Gopakumar, 2009).

Infraestructura de las jaulas

Las jaulas son construidas con una diversa variedad de materiales en diferentes formas y tamaños (Masser, 1997). No hay una infraestructura fija, están pueden variar de acuerdo a las posibilidades y necesidades del productor también a las características del cuerpo de agua donde se instalarán. Las jaulas pueden ser de tipo fijas, de superficie sumergida, individuales o modulares (López et al., 2001).

La infraestructura de las jaulas, varían de acuerdo al tipo de material utilizado para su construcción. En relación a lo mencionado, existen tres tipos jaulas, estas son fijas, flotantes y sumergibles:

- Jaulas fijas: al estar ancladas al fondo son de tipo fija con infraestructuras que carecen de flotabilidad y movilidad por ello lo más adecuado es instalarlas en cuerpos de agua tranquilos (López et al., 2001). Son muy fáciles de construir demandando una inversión de capital muy baja sin embargo una de sus desventajas es su movilidad (Figura 5).



Figura 5. *Modelo de jaula fija artesanal.* Nota: Reproducida de FAO (2015)

- Jaulas flotantes: tienen la cualidad de la movilidad, que consigue gracias a los flotadores, puede instalarse en aguas continentales profundas o también en el mismo mar. El tipo de producción definirá la cantidad de jaulas pudiendo ser individuales con material rígido o flexible sin armazón o con ella (el armazón puede ser de PVC, madera, aluminio. etc.). Por su parte, las jaulas modulares, son un grupo de jaulas sostenidas a plataformas o muelles flotantes con materiales más resistentes (Mercado y Siegert, 1995; citado en López et al., 2001).



Figura 6. Modelo de jaula flotante. Nota: Reproducida de FAO (2015)

- Jaulas sumergibles: a diferencia de las jaulas tradicionales con redes, estas son sumergidas totalmente en aguas mucho más profundas para evitar las condiciones atmosféricas que sucede en la superficie lo que pueden afectar a las jaulas comunes, además son de malla metálica (Bazurto, 2016).

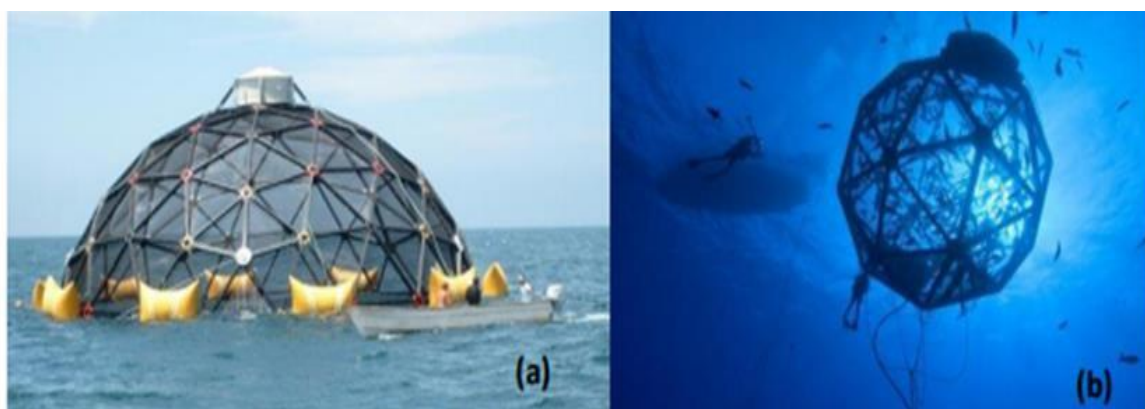


Figura 7. Modelo de jaula sumergible. Nota: Reproducida de Bazurto (2016)

Materiales para la construcción de jaulas

Jaulas tradicionales flotantes

Las jaulas flotantes están constituidas por tres partes principales, el soporte de mallas, las mallas y los flotadores.

Para la construcción del **soporte de mallas**, se puede utilizar hierro tratado con pintura anticorrosiva para elevar la durabilidad. Además de hierro se puede utilizar aluminio, PVC y bambú (López et al., 2001). Luego de tener la estructura de soporte, es necesario definir el material que será utilizado como **malla**. La más común es la red de pesca, no obstante, en el caso que no se disponga de una, tiras de bambú, listones entrelazados y mallas de plástico, son una óptima alternativa.

Las jaulas presentan un marco que será suspendido por los flotadores, y posee otro marco interno cuyo fin es lograr una completa extensión de la malla y facilitar el flujo de agua. Las jaulas pueden ser sumergidas a 1 m de profundidad y la estructura flotante puede sobresalir a 30 cm de la superficie. Además, se recomienda que las jaulas tengan una malla de cobertura, para proteger a los peces de los rayos UV y depredadores (López et al., 2001).

Los materiales para los **flotadores** pueden ser garrafas de plástico, sin embargo, antes de utilizarlos es necesario conocer su procedencia, debido a que pueden contener sustancias tóxicas, representando un problema de contaminación. El uso de tubos e isopor también son ideales como material de flotación (López et al., 2001).

Jaulas fijas

Los materiales que son utilizados para construir este tipo de recintos son malla de nylon, bambú, cuerda de hilo para amarres, en algunos casos también llevan plomo al perímetro de la red. En el fondo, se utiliza el bambú para fijar las jaulas (FAO, 2018).

Jaulas en el mar

En la maricultura se observa la práctica de esta actividad de manera intensiva y es elegida por su fácil manejo. Según Alvarado y Ruíz (2015) se componen de los elementos tales como, la estructura sustentante, estructura flotante, recinto contenedor de peces y el sistema de drenaje. A seguir, algunos detalles descritos por los autores:

- Para la fabricación de las jaulas se utiliza tubería de polietileno de alta densidad por su flexibilidad, por ser ligera y por su disposición en el mercado.
- La estructura sustentante consiste en un armazón compuesto por cabos de poliéster, que están sujetas a las asas del atado. Su objetivo es proporcionar puntos de amarres para las jaulas y permitir que las boyas floten. Este armazón está anclado al fondo del mar con cuerdas de nylon resistentes a las tensiones producidas por las corrientes marinas.
- La estructura flotante está compuesta por materiales que brindan flotabilidad a las jaulas. Además de proporcionar flotabilidad, estas estructuras tienen la función de brindar resistencia a las corrientes, olas y vientos.

- Para el recinto o contendor se utiliza redes que se cuelgan de la estructura flotante, por lo que deben ser resistentes. Se aconseja que las redes no posean nudos, para evitar que los peces sufran lesiones oculares y daños al rozar su estructura.
- En el anclaje no todos son iguales depende del fondo, de la profundidad y de las fuerzas exteriores, por lo general se construye por bloques de hormigón y anclas en el fondo marino, unidas a la estructura de las jaulas por medio de cadenas, cables y otros materiales resistentes.

Consideraciones para la construcción de una jaula artesanal

De acuerdo a la FAO (2018) para la construcción de jaulas artesanales es necesario tomar algunas consideraciones:

- El tipo de jaula a utilizar, depende del número de peces que se desea criar. Por ejemplo, si estamos iniciando con la actividad acuícola, es recomendable construir una jaula pequeña (1 m³) y posteriormente, conforme el crecimiento de la producción se aumentarían el tamaño de las mismas.
- Lo ojos de las mallas tienen que ser lo suficiente pequeñas para que los peces no puedan escapar.
- Para las jaulas fijas se puede construir plantando cuatro o más palos en el fondo del agua sujetando en su interior una red de pesca.
- Es necesario tomar en cuenta el tipo de madera a utilizar, seleccionándose una que no se pudra rápidamente en el agua.

Consideraciones para la selección del sitio y ubicación de las jaulas artesanales

Para la instalación de las jaulas se debe tener en cuenta el sitio, es muy fundamental ya que de esta elección dependerá nuestro éxito de la producción, otro aspecto a considerar son las crecientes y lo que arrastra con ella (palos, objetos flotantes e incrementar la turbidez) lo cual puede afectar nuestra infraestructura y los peces (López et al., 2001).

Tener en cuenta que el cuerpo de agua tiene que ser profunda con corrientes suaves y donde el viento no sople con mucha fuerza (FAO, 2018).

Calidad de agua

En la actividad acuícola es muy importante y fundamental la calidad de agua y su velocidad de intercambio entre la jaula y de su alrededor (Mercado y Siegert 1995 citado en López et al., 2001), por lo tanto, se deben tener en cuenta por lo menos los siguientes parámetros: la transparencia del agua, la temperatura del agua, el oxígeno disuelto, la turbidez y el amoníaco (López et al., 2001).

Vientos, corrientes y mareas

Agenciarse con los registros históricos de los parámetros que caracteriza los vientos, corrientes y mareas. Con esos datos garantizara un buen sitio para la ubicación de nuestra granja. (López et al., 2001)

Acceso para el manejo

El acceso tiene que ser fácil debido a que se realiza la alimentación del diario, al igual que la limpieza y también para la cosecha (López et al., 2001).

Mantenimiento de jaulas

El mantenimiento debe ser constante, para evitar que haya obstrucciones en las mallas y para aumentar el tiempo de vida de la estructura de las jaulas. Cada tipo de jaula tiene sus especificaciones para el mantenimiento:

- ***Jaulas flotantes artesanales:*** retirar la maleza acuática, restos de alimentos, fangos, peces muertos. Observar el nivel de agua y verificar si la estructura de la jaula presenta imperfecciones (amarres débiles, flotadores completos, entre otros). Las mallas deben estar libres de algas, para evitar que obstruyan la circulación de agua. (FAO, 2015).
- ***Jaulas flotantes en el mar:*** realizar el cambio de redes periódicamente o previa observación de deterioro ocasionada por colonización de algas (Alvarado & Ruíz, 2015). Verificar el estado de los amarres de cada jaula (Bazurto, 2016).
- ***Jaulas sumergibles:*** Al ser de una estructura de materiales muy resistentes su peso es mayor a cualquier otro tipo de jaulas, por lo que el mantenimiento y limpieza es realizado flotando la mitad. Seguido se expone al sol por unos días luego se da la vuelta y se limpia lo faltante de la jaula (Bazurto, 2016).

Cultivo de peces en corrales, especies, instalación y aspectos generales

Especie de peces que se cultivan en corrales

Según García y Correa (2007) y López (2001) en los corrales se pueden cultivar una sola especie (monocultivo) o varias especies (policultivo). En el caso que se opte por

un policultivo, es recomendable sembrar especies que permitan mantener la actividad económica, además que cada especie sembrada en el corral podría ejercer una función, como el consumo de residuos de alimento de otros peces, etc. Las especies de peces que son cultivadas en corrales en las regiones amazónicas son las siguientes:

- Boquichico (*Prochilodus nigricans*): esta especie es abundante en zonas naturales, por lo que, si se opta por el cultivo en corrales, antes de la siembra, se debe tener en cuenta la temporada de “mijano” en ríos, para evitar mayor oferta y menor precio en el mercado, consecuentemente, bajo retorno financiero. En corrales se recomienda sembrar de 10 a 15 boquichicos/m².
- Gamitana (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1918): esta especie es una de las más cultivadas en cautiverio, bajo el método de jaulas y corrales. La densidad de siembra en corrales es de 1 o 2 peces/m² (Ayarza-Rengifo et al., 2014).
- Paco (*Piaractus brachipomus* Cuvier, 1818): esta especie puede ser cultivada en corrales instaladas en lagos de 1350 msnm. Para alcanzar dos producciones por año (seis meses cada cosecha) se recomienda sembrar 1 paco/m² o 1 paco/ 5 m² (depende del tamaño del corral), con la finalidad de obtener pesos > 1 kg.
- Carachama (*Pterygoplichthys pardalis* Castelnau, 1855): especie que se encuentra en hábitad natural y se cultiva en estanques o corrales para consumo familiar o local, aun no se realiza de manera intensiva (Lezama et

al., 2021). En la Amazonía peruana se siembra 20 carachamas, en corrales de 250 m² (en la región San Martín; Pacaya, 2017).

- Tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758): se recomienda sembrar en densidades de 3 a 6 peces/m² (Bayne et al., 1976) y estanques de 1 pez/5 m² (López, 2001).

Infraestructura y materiales para la construcción de los corrales

Al igual que las jaulas, su estructura puede ser formada por diversos materiales, desde varas de madera, hasta varas metálicas y son usadas en lagos, ríos y especialmente en mares (Farias et al., 2020). La nomenclatura de los corrales varía de acuerdo al lugar, región o país. Por ejemplo, según un estudio de caracterización de Farias et al. (2020) sobre los principales corrales para peces utilizados en el litoral amazónico de Brasil, los corrales están clasificados según su forma, el **tipo “corazón”** y el **tipo “V”**.

De acuerdo a los autores, las varas, pueden ser hechas de madera o bambú (utilizadas en posición vertical y horizontal), y los pilares de sustento, son horcones cuya función es fijar y estabilizar el corral en el fondo del agua. Las varas de bambú o de madera, son utilizadas para cercar las laterales del corral, con la finalidad de direccionar a los peces hacia dentro (en el caso de la marea alta). Las mallas o red son de poliamida o polietileno.

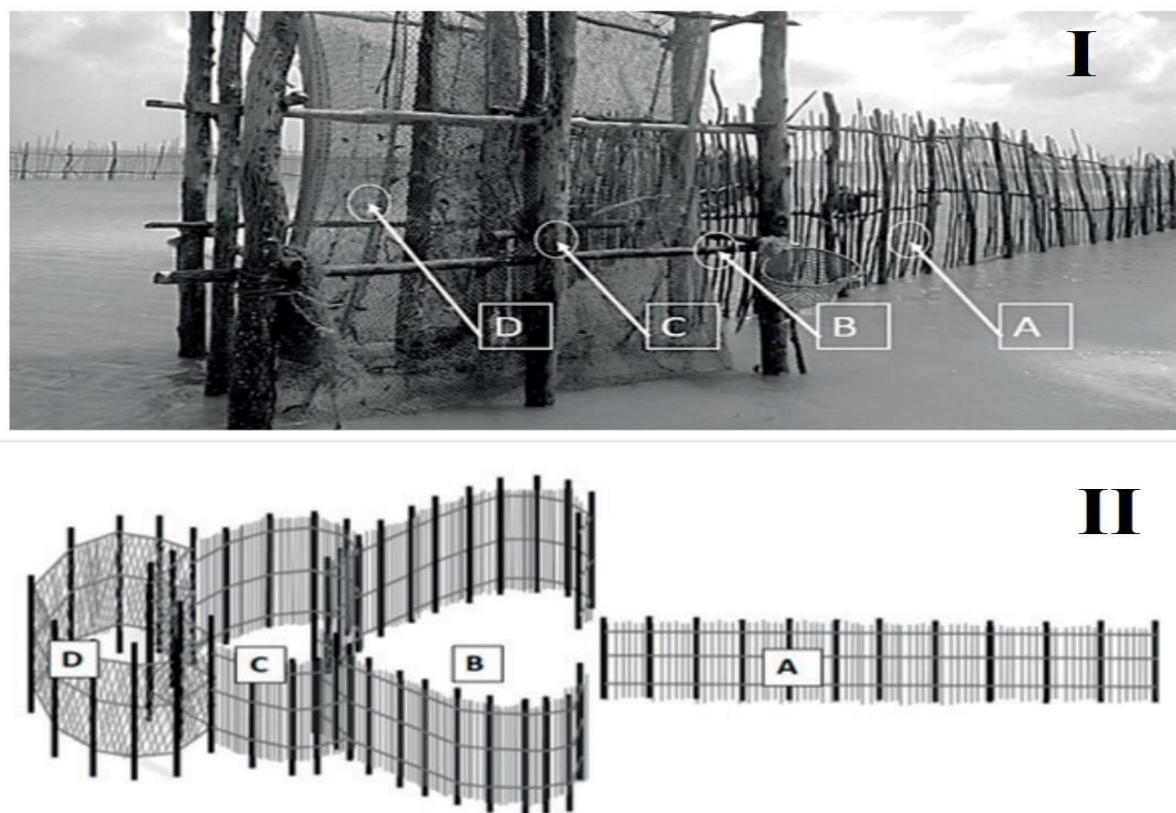


Figura 8. Caracterización de corrales en el litoral amazónico de Brasil. Nota: I: corral tipo V, II: corral tipo corazón, D: malla o red, C: horcones, B: varas horizontales, A: varas verticales. Reproducida de Farias et al., (2020).

La selección del tipo de corral está relacionada con el lugar donde el mismo será instalado, además de los recursos del productor, para su construcción. De acuerdo a Nascimento et al., (2016) menciona que los corrales (sin importar el tipo), presenta tres estructuras principales, estas son:

- El espía: es la estructura que intercepta y dirige a los peces para los otros recintos del corral.
- Sala: es el primer recinto, después de pasar por el espía.

- Depósito: es el último recinto del corral en donde los peces se quedarán alojados hasta el momento de la cosecha.

Además de los corrales tipo “corazón” y “V”, existen otros, como: el “*corral cachimbo*” que posee un espía, sala y depósito localizado en la lateral del corral; el “*corral longitudinal*” que poseen espías de 50 a 80 metros de longitud; y el “*corral corazón-longitudinal*” que es la versión mejorada del tipo corazón y tipo longitudinal. Este último tipo de corral, posee un espía, salón, sala y depósito, posee la ventaja de capturar peces en la marea baja y alta (en el caso de instalado en mares). Por presentar esas características los pescadores artesanales lo consideran como el más eficiente y productivo, a pesar de que su confección es más compleja en relación a las anteriores (Nascimento et al., 2016).

Con respecto a los materiales para su construcción, será requerido de acuerdo a la función que desempeñarán (Bragais y Matancangay, 1978). Estas son:

- Confección o compra de la net o malla: las mallas que cubren el corral están divididas en cuatro partes, es decir, la malla que cubrirá el depósito (lugar definitivo donde los peces serán atrapados y la malla debe ser de 20 mm), la sala (las mallas deben ser de 50 mm), el salón (mallas de 38 mm) y el espía (usar mallas de 152 mm y 76 mm).
- Instalación de los postes y varas: de la misma forma, luego de definir la estructura del corral, debe ser fijado los horcones del depósito y varas que formarán el depósito. La instalación de los postes y varas debe comenzar desde el depósito definitivo, dirigiéndose gradualmente hasta el espía, para facilitar el nivel.

- Instalación del net: la instalación de las mallas, también deben comenzar desde el depósito (que es el último recinto), con finalidad de capturar peces en cuanto se construye el corral.

Mantenimiento de corrales

FAO (2003) menciona que los corrales pueden dañarse fácilmente, y lo peces se pueden escapar produciendo perdidas considerables. Para evitar estas pérdidas, se recomienda realizar lo siguiente:

- Verificar si existen roturas en las mallas y si están fijas en el fondo del agua.
- Realizar limpiezas periódicas en las mallas para evitar falta de flujo de agua por obstrucciones.
- Eliminar todas las plantas que se encuentren dentro del corral y de las orillas, retirar aquellos organismos acuáticos ajenos a la producción con una malla fina.

Consideraciones para la selección del sitio y ubicación de los corrales

Además de los factores ambientales descritos en las consideraciones para jaulas en párrafos anteriores, existen otros factores que terminan el lugar para la instalación de los corrales. En Brasil, Marcelino et al. (2015) realizaron un estudio cualitativo a los pescadores de las zonas pesqueras del estado de Pará (Brasil), en donde el uso de corrales en la pesca es bastante común. Una de las variables estudiadas fue los factores que influyen en la selección del lugar para instalar los corrales, en la tabla 2 se muestran los resultados.

Tabla 2. Factores sociales que determinan la selección de lugar para la instalación de corrales.

Factor	Descripción
Tradición	Algunos pescadores prefieren instalar sus corrales en lugares pesqueros que heredaron de la familia.
Espacio	Seleccionan lugares menos productivos, debido a la falta de espacio en lugares productivos.
Distancia	Elijen lugares regularmente próximos a su residencia para evitar gastos excesivos de combustible.
Vandalismo	De preferencia cerca de la residencia y apartado de balnearios para evitar robos y destrucción de los corrales.
Productividad	El pescador debe tener conocimiento de los lugares más productivos y saber relacionar la cantidad y valor del pescado capturado.

Fuente: Marcelino et al., (2015).

Acuicultura multitrófica integrada

La actividad acuícola ha crecido a pasos agigantados en los últimos años, debido al apareamiento de nuevas técnicas de cultivo, como el uso de jaulas para su producción intensiva (FAO, 2008). En estos tipos de instalaciones entre los problemas ambientales principales provienen de los residuos, cómo el alimento no comido en su totalidad y la excreta de los organismos cultivados (Haroun et al., 2005).

Por lo que hoy en día para aprovechar mejor los recursos pesqueros, así como de los residuos generados por ellos, se ha optado por los policultivos de peces u otras especies (cultivo multitrófico), con la finalidad de minimizar los impactos ambientales y optimizar el uso de alimento. Muchas especies poseen niveles tróficos más bajos, como las algas marinas, moluscos y otros vertebrados (FAO, 2008) que aprovechan los residuos de alimento generado por las otras especies de niveles tróficos más altos.

García (2012) menciona que el cultivo multitrófico es una de las mejores alternativas hacia la sostenibilidad ambiental y viabilidad económica y, que en los últimos años ha tenido una óptima aceptación social convirtiéndolo en una nueva opción que incluye diferentes prácticas de la acuicultura, como:

- Acuicultura de alimentación: peces crustáceos, moluscos.
- Acuicultura de extracción orgánica invertebrados filtradores.
- La acuicultura de extracción macroalgas marinas.

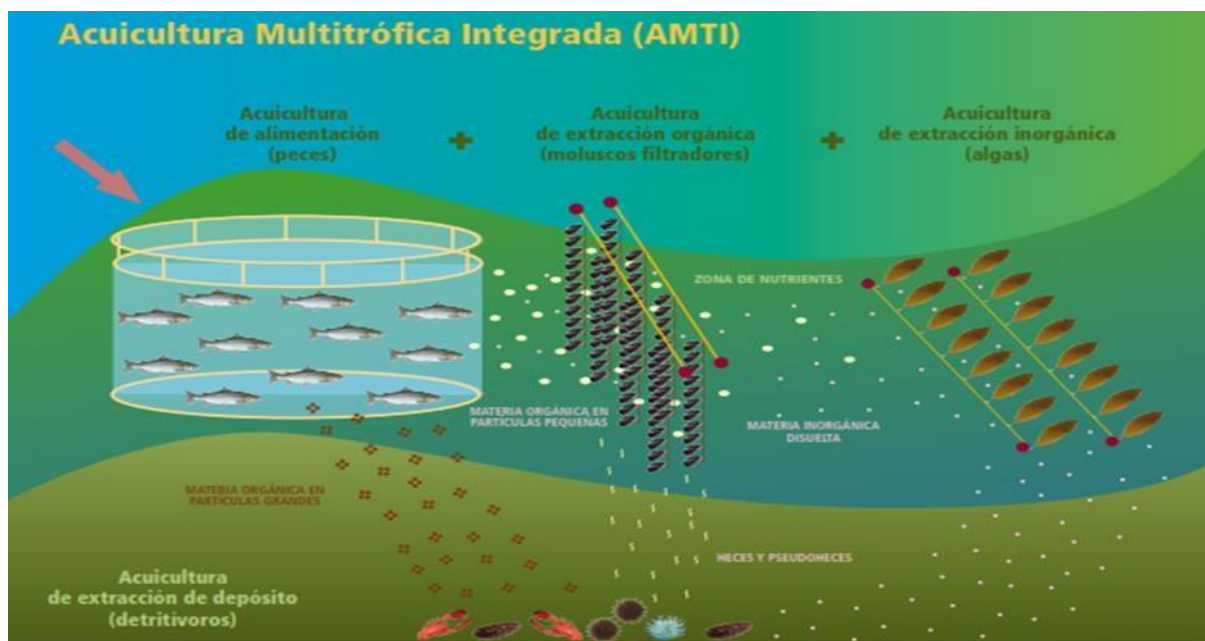


Figura 9. *Acuicultura multitrófica integrada.* Nota: Reproducida de García (2012)

Conclusiones

- En el Perú las instituciones encargadas de otorgar las autorizaciones y concesiones del cultivo de peces en recintos son el Ministerio de Producción y los gobiernos regionales, de acuerdo a la categoría de producción.
- Las primeras actividades acuícolas en jaulas flotantes fueron reportadas en el sudeste de Asia, específicamente en cuerpos de agua continentales en Kampuchea hace unos 200 años.
- Los materiales para la construcción de jaulas y corrales, así como del lugar para su instalación está relacionada, con los diferentes cuerpos de agua, con los recursos económicos del acuicultor, y de factores sociales.
- El constante mantenimiento de las jaulas y corrales prolonga el tiempo de vida de sus estructuras, evitando pérdidas económicas.
- La nomenclatura de los corrales tiene una fuerte variación de acuerdo a lugar, región o país donde se realiza la actividad acuícola.
- Existe poca información actualizada en la web sobre el uso, instalación y materiales para la construcción de corrales.
- Unas de las alternativas para reducir el impacto ambiental generado por la acuicultura en jaulas, es el cultivo multitrófico integrado, caracterizado por su sostenibilidad y viabilidad económica.

Recomendaciones

- Que el proceso administrativo para la obtención de las autorizaciones para la práctica de la acuicultura (AREL, AMYPE y AMYGE) se simplifique para ampliar el universo de piscicultores formales en el país.
- Realizar trabajos de investigación sobre el desempeño de productividad de especies de peces amazónicos en jaulas y corrales.

Referencias bibliográficas

- Alvarado, J. L., & Ruíz, W. (2015). Manual de construcción y manejo de jaulas flotantes para la maricultura del Ecuador. https://www.researchgate.net/profile/Julio-Lopez-Alvarado/publication/282979544_Manual_de_construccion_y_manejo_de_jaulas_flotantes_para_la_maricultura_del_Ecuador/links/5625392a08aed3d3f1370ec8/Manual-de-construccion-y-manejo-de-jaulas-flotantes-para-la-maricultura-del-Ecuador.pdf
- Ayarza-Rengifo, J. A., Rodríguez-Ventemilla, A., & Ramírez-Cárdenas, Y. R. C. (2014). Análisis comparativo de tres dietas comerciales del tipo extruido en el crecimiento de alevinos de gamitana (*Colossoma macropomum*) cultivados en estanques en el Centro de Investigaciones de Quistococha, Loreto, Perú. <http://revistas.iiap.gob.pe/index.php/foliaamazonica/article/download/261/330/>
- Ayroza, L. M. D. S. (2009). Criação de Tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, na usina Hidrelétrica de Chavantes, rio Paranapanema, SP/PR. https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100248/ayroza_lms_dr_jabo.pdf;sequence=1
- Bayne, D. R., Dunseth, D., & Ramirios, C. G. (1976). Supplemental feeds containing coffee pulp for rearing Tilapia in Central America. *Aquaculture*, 7(2), 133-146. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/004484867690003X>
- Bazurto, C. D. (2016). Manual de buenas prácticas ambientales para el Cultivo de Cobia (*Rachycentron canadum*) en Jaulas Marinas Flotantes (Master's thesis). <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11893>
- Berger, C. (2020). La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Perú. *South Sustainability*, 1(1), e003-e003. <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/southsustainability/article/view/585/640>
- Beveridge, M. C. M. (1986). Piscicultura en jaulas y corrales. Modelos para calcular la capacidad de carga y las repercusiones en el ambiente. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. <https://www.fao.org/3/ad021s/ad021s00.htm>
- Bragais, P. B., & Macatangay, E. A. (1978). Modified fish corral (PUNOT). *Philippine Journal of Fisheries*. http://www.nfrdi.da.gov.ph/tpjf/vol16_2/MODIFIED%20FISH%20CORRAL.pdf
- Diegues, A. C. (2000). Etnoconservação da natureza: enfoques alternativos. *Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos*, 2, 01-46. In: Nascimento, G. C. D. (2014). Pesca artesanal em "currais": um enfoque etnoecológico. <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4564>
- El Peruano, (2016). Reglamento de la ley general de acuicultura aprobada por el decreto legislativo N° 1195. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-legislativo-que-aprueba-ley-general-acuicultura>.

- FAO, (2003). Boletín de Acuicultura. <https://www.fao.org/3/y4768s/y4768s00.htm>
- Chen, J., Guang, C., Xu, H., Chen, Z., Xu, P., Yan, X., ... & Liu, J. (2008). Estudio de la acuicultura en jaulas y corrales: China. *FAO, Documento Técnico de Pesca (FAO)*. <https://www.fao.org/3/a1290s/a1290s03.pdf>
- FAO, (2008). Acuicultura en jaulas, estudios regionales y panorama mundial. *Documento técnico de pesca*.498. <https://www.fao.org/3/a1290s/a1290s00.htm>
- FAO, (2015). Acuicultura. Escuela de campo y de vida para jóvenes agricultores: guía del facilitador. <https://www.fao.org/3/i3587s/i3587s.pdf>
- FAO. (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Food & Agriculture Org. <https://www.fao.org/3/I9540ES/i9540es.pdf>
- FAO. (2022). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022*. Hacia la transformación azul. Roma, FAO. <https://www.fao.org/3/cc0461es/cc0461es.pdf>
- Farias, Q. B. J., Cordeiro, M. A. C., da Silva, E. M., Araújo, C. L., Maia, S. P. B., Mesquita, C. D., & Fonteles, F. C. A. (2020). Pesca com armadilhas fixas (currais de pesca) em um estuário no Litoral Amazônico Brasileiro. <https://downloads.editoracientifica.org/articles/210504541.pdf>
- García Vásquez, A. & Correa Da Silva, V. (2007). Criando peces en corrales de nuestra cocha. https://repositorio.iiap.gob.pe/bitstream/20.500.12921/73/1/Garc%C3%ADa_libro_2007.pdf
- García, J. (2012). Acuicultura multitrófica integrada. Una alternativa sustentable y de futuro para los cultivos marinos de Galicia, 2-58. https://libraria.xunta.gal/sites/default/files/documents/12-0237_0.pdf
- Gopakumar, G. (2009). History of cage culture, cage culture operations, advantages and disadvantages of cages and current global status of cage farming. <http://eprints.cmfri.org.in/6007/>
- Gómez, H. R., Daza, P. V., & Avila, M. C. (Eds.). (2001). Fundamentos de acuicultura continental. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA). https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/100248/ayroza_lms_dr_jabo.pdf;sequence=1
- Guerrero, P. M. B., León, J.P., & Valdivia, L. M. (2014). Producción, comercialización y perspectivas de desarrollo de la acuicultura. *Científica*, 11(2). <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/cientifica/article/download/191/215>
- Haroun, R., Vergara Martín, J. M., & González-Hernández, N. (2005). Evaluación de impacto ambiental de acuicultura en jaulas en Canarias. <https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/1701/1/5119.pdf>

- Lezama Cano, L., Balladares Merma, D., Colquehuanca Calli, A. E. Y., Colquehuanca Vilca, J., Gallegos Ramos, N. A., Mochcco Muñoz, O. J., & Chañi Paucar, L. O. (2021). Estudio del crecimiento de *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) en cautiverio alimentado con dieta comercial. <https://downloads.editoracientifica.org/articles/210102775.pdf>
- López, C. A. U. (2001). Policultivos y cultivo de peces en corrales. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/19719>
- López, C. U., Bernal, M. A., & Longas, M. D. P. (2001). Cultivo de peces en jaula (No. Doc. 20684)* CO-BAC, Bogotá). https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19718/65043_27481.pdf?sequence=1
- Masser, M. P. (1997). Cultura de jaula, construcción, colocación y aireación de jaulas. <http://agrillife.org/fisheries2/files/2013/09/SRAC-Publication-No.-162-Cage-Culture-Cage-Construction-Placement-and-Aeration.pdf>
- Marcelino, C. D. N. A. F., Ravena-Cañete, V., & Barthem, R. B. (2015). Técnica e conhecimento local na pesca de curral: um estudo comparativo sobre duas comunidades pescadoras de São Caetano de Odivelas/PA (Paper 352). *Papers do NAEA*, 24(1). [file:///C:/Users/launc/Dropbox/My%20PC%20\(DESKTOP-F9JSME8\)/Downloads/11221-37171-1-SM.pdf](file:///C:/Users/launc/Dropbox/My%20PC%20(DESKTOP-F9JSME8)/Downloads/11221-37171-1-SM.pdf)
- Martínez, S. A. M., (2006). Manejo del Cultivo de Tilapia. <https://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf>
- Nascimento, J. R. D., Dias, E. D. C. S., Souza, T. D. J. L. D., Cardoso, S. R. P., & Barboza, R. S. L. (2016). Técnicas e saberes imbricados na arte da pesca de curral em uma reserva extrativista marinha da Amazônia. *Nova Revista Amazônica*. <http://repositorio.ufpa.br/handle/2011/12269>
- Nguyen, T. H. (2014). Transformation of Fish Corrals in Nha Phu Lagoon, Vietnam: Livelihood Changes and Implications. *Australian Geographer*, 45(3), 393-406. <https://doi.org/10.1080/00049182.2014.930005>
- NOAA. (2021). What is aquaculture? National Ocean Service. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/aquaculture.html#:~:text=Aquaculture%20is%20breeding%2C%20raising%2C%20and,of%20threatened%20or%20endangered%20species.>
- Oliveira, L. D. (2000). Manual de qualidade da água para aquicultura. Florianópolis:[sn]. <https://www.embrapa.br/documents/1354377/1743436/Manual+Qualidade+%C3%81gua+Aquicultura.pdf/674c0a9a-2844-43e2-9462-04fddd387529?version=1.0>
- Pacaya, F. F. (2017). Reproducción en cautiverio de la “carachama parda” *Hypostomus hemicochliodon* (Loricariidae), en el Centro de Investigaciones “Carlos Miguel Castañeda Ruíz”. IIAP. San Martín. *SUNEDU*. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5357/Fidel_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- PRODUCE, Ministerio de la Producción. (2021). Manual de operaciones de la ventanilla única de la acuicultura.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2333099/ANEXO%20R.M.%20N%C2%B0%20338-2021-PRODUCE.pdf.pdf>
- PRODUCE, Ministerio de la Producción. (2012). Especies Cultivadas en el Perú.
<http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/boletines/FICHAS%20PRINCIPALES%20ESPECIES.pdf>
- Ríos, L. R. (2012). Estado de la acuicultura en el Perú. Revista AquaTIC, (37).
<http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/149/138>
- SAFDC, Southeast Asian Fisheries Development Center. (1996). Culture systems compared: Sea cages vs fishpens.
https://repository.seafdec.org.ph/bitstream/handle/10862/2536/AFNv12n05_pp14-15.pdf;jsessionid=590F38FFA48E33F7F1563272E3C62A82?sequence=1
- SENAR, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. (2017). Piscicultura: Fundamentos da Produção de Peixes. p.1-38. <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/195-PISCICULTURA.pdf>