

Manual básico de Piscicultura en estanques



Dirección Nacional de Recursos Acuáticos - Departamento de Acuicultura
Proyecto FAO UTF/URU/025/URU
Noviembre 2010



Puede solicitar un ejemplar de este documento a:
Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
Dirección Nacional de Recursos Acuáticos - DINARA

Constituyente 1497, CP 11200, Montevideo Uruguay.
Tel: (598) 2400 4689
direccion@dinara.gub.uy; biblioteca@dinara.gub.uy

Se autoriza la reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio, siempre que se cite la fuente.

Uruguay. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Departamento de Acuicultura. Manual básico de piscicultura en estanques / Uruguay. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. Departamento de Acuicultura. Montevideo: MGAP-DINARA-FAO, 2010. 50 p. ISBN: 9974-563-69-8 /PISCICULTURA/ /ACUICULTURA/ /URUGUAY/ AGRIS E20 CDD 658

Catalogación en la fuente: Lic. Aída Sogaray - Centro de Documentación y Biblioteca de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos.

Este documento debe citarse:
URUGUAY. Dirección Nacional de Recursos Acuáticos. 2010. Manual básico de Piscicultura en estanques. Montevideo, DINARA-FAO, 50 p.

Otras Publicaciones de Acuicultura: (disponibles en Sección Publicaciones, Página Web de DINARA: www.dinara.gub.uy)

- Proyecto Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura
- Estrategia General para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en la República Oriental del Uruguay
- Estudio de Factibilidad y Economía Acuícola
- Plan de Negocios (Business Plan) para el establecimiento de una empresa acuícola
- Análisis de las oportunidades de cultivo de especies acuáticas en Uruguay

Equipo de Redacción:

Mónica Spinetti, Rosanna Foti, Laura Ares y Martina Viera.

Imprenta Gráfica Mosca. Depósito Legal: 354.157

Autoridades

Ing. Agr. Tabaré Aguerre
Ministro de Ganadería, Agricultura y Pesca

Ing. Agr. Daniel Garín
Sub Secretario Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca

Dr. Daniel Gilardoni
Director Nacional de Recursos Acuáticos

Prólogo

La acuicultura es la actividad zootécnica de más rápido crecimiento a escala global, con tasas de expansión que se han sostenido en 6,9% en promedio, entre 1970 y 2006. El crecimiento exponencial de esta actividad en los últimos 50 años permitió pasar de menos de un millón de toneladas en 1950 a 51.7 millones de toneladas en 2006 y contribuye actualmente con el 50% de los productos acuáticos que se consumen mundialmente.

Hoy la acuicultura ha trascendido a sus orígenes asiáticos y se ha expandido a todos los continentes. Más de 440 especies de ambientes dulceacuícolas, salobres y marinos han sido cultivadas en el mundo entre 1950 y 2006, con un valor comercial en este último año, de aproximadamente 91.200 millones de dólares según los datos de FAO. La tasa de crecimiento más acelerado de la actividad en los últimos años corresponde a América Latina, con una expansión superior a 22% anual y aunque hay 35 países en la región que reportan producción acuícola, sólo cuatro de ellos contribuyen con el 85% de la producción (Chile, Brasil, Ecuador y México).

En Uruguay la acuicultura se encuentra en una etapa primaria de desarrollo, no obstante en los últimos años se han generado sinergias entre el Estado y el sector privado que apuntan, debido a la potencialidad de sus recursos naturales, al desarrollo sustentable de la actividad.

Por otra parte el apoyo del gobierno a través de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos y el apoyo de la FAO han permitido mediante proyectos conjuntos dar un importante impulso a partir del año 2006. Estos proyectos han permitido que el país cuente con instrumentos de base para encauzar el desarrollo de la actividad, en virtud de haberse diseñado la Política y Estrategia Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura.

En el período 2007 - 2008 la DINARA cubrió alrededor de 300 solicitudes de siembra (fundamentalmente Bagre negro, Carpa común y herbívora) en los 19 Departamentos del país, en general para pequeños espejos de agua aunque también se ha verificado un creciente interés de tenedores de embalses para riego. Si bien aún no se ha determinado el impacto generado económica y socialmente por la incorporación de esta actividad, sí se observa una creciente demanda de conocimiento de instrumentos y prácticas de gestión para la inserción de la acuicultura en pequeña escala, que permita a poblaciones periurbanas y rurales integrar esta práctica productiva.

En este marco se inscribe la publicación del "Manual Básico de Piscicultura en Estanques", en el entendido de que viene a cubrir un vacío en la información nacional y que toca temas de consulta frecuente a las instituciones especializadas.

En él se abordan temas que van desde los primeros pasos a tener en cuenta para un emprendimiento acuícola, el diseño, la construcción, la fertilización y el manejo de los cultivos en estanques. También incluye dos ejemplos para nuestro país, con especies autóctonas y con tecnologías de cultivo desarrolladas localmente, que sin duda permitirán contar con información imprescindible para los interesados en emprender la actividad y para aquellos que ya han comenzado y requieren respuestas técnicas sobre problemas concretos que se le presentan en el día a día.

Por último, agradecemos el esfuerzo realizado por los autores y los felicitamos por el resultado, en el convencimiento de que esta publicación, que continúa la línea de otras eminentemente prácticas como el "Plan de Negocios para el Establecimiento de una Empresa Acuícola" y el "Estudio de Factibilidad y Economía Acuícola", entre otras, y será de verdadera utilidad para todos los interesados en desarrollar la actividad.

Dr. Daniel Gilardoni
Director Nacional de Recursos Acuáticos

Tabla de contenido

1. Antecedentes	9
2. Definición	10
3. Ventajas de la acuicultura como actividad productiva	11
4. Clasificaciones de la acuicultura	13
5. Primeros pasos para la realización de un emprendimiento de acuicultura	15
5.1. Elementos necesarios para el éxito del emprendimiento	16
5.2. Elementos que contribuyen para la definición de la especie	20
6. Alteraciones ambientales de los cultivos	21
7. Dónde cultivar	22
7.1. Diseño y construcción de estanques	22
7.1.1 Pasos de la construcción	24
7.1.2 Recomendaciones generales sobre la construcción de estanques	26
7.1.3 Cálculos de utilidad en la construcción de estanques	26
7.2. Acondicionamiento del sitio elegido para sembrar	26
7.2.1 Llenado y fertilización	27
8. Manejo	30
8.1. Siembra	30
8.2. Alimentación	31
8.3. Control básico del cultivo	34
8.4. Elementos fundamentales de observación diaria	38
8.5. Bioseguridad	38
8.6. Cosecha	40
8.6.1. Maniobras en la cosecha	40
9. Ejemplos en Uruguay	42
9.1. Pejerrey: Módulo básico de producción de carne	42
9.2. Bagre negro: Módulo básico de producción de carne	44
10. Glosario	47
11. Bibliografía	51

1. Antecedentes

La acuicultura abarca el cultivo de especies de animales y vegetales que cumplen todo o parte de su ciclo vital en el agua. Es una actividad que se practica desde hace más de 2000 años, los primeros registros datan del año 500 A.C. en China donde Fan-Li elaboró el primer tratado de piscicultura basado en el cultivo de la carpa, mientras que los romanos lo hicieron en cultivos de ostras extrayendo ejemplares de pequeña talla de la naturaleza para su engorde.

En el siglo XIV, monjes franceses desarrollaron el cultivo de la trucha arco-iris. A fines del siglo XVIII se logró fecundar huevos de trucha y de salmón artificialmente, a partir del desarrollo de una técnica que un siglo más tarde contribuyó a la repoblación con alevines de estas especies. En el siglo XX, hacia fines de la década del '40, los países de la región del Indo-Pacífico Taiwán y Filipinas, practicaban la acuicultura de numerosas especies como carpas, tilapias y moluscos bivalvos en forma intensiva, con tecnologías más avanzadas, permitiendo la comercialización masiva de la producción, cubriendo la demanda de proteína en sus mercados locales.

La piscicultura (cultivo de peces) fue y sigue siendo la actividad más significativa dentro del volumen de la producción acuícola. Su auge se alcanza a partir de las décadas de 1960 y 1970, años en los cuales se imprimió un gran desarrollo científico y tecnológico.

Según datos de la FAO (2008), la producción acuícola aumentó de 3.9% (producción total en peso) en 1970, a 32.4% en 2004. Los datos señalan un crecimiento general mundial, a una tasa promedio anual del 8.8% entre 1970 y 2004. La producción total en 2004 fue de 59.9 millones de toneladas, ascendiendo en 2006 a 66.7 millones de toneladas, con un valor de 78.800 millones de dólares. Este crecimiento es más rápido que el de cualquier otro sector de producción de alimentos de origen animal. Ello se debió, entre otros, al empleo de mayores densidades de siembra de individuos bajo cultivo, a dietas formuladas especialmente, al desarrollo de tecnologías, principalmente de cultivo en jaulas suspendidas, así como a la incorporación y aumento de la difusión de la actividad a nivel mundial.

Asia es el continente con mayor contribución a la producción acuícola mundial, sin embargo, Latino América y el Caribe experimentaron el crecimiento más acelerado de la actividad en los últimos años, con una expansión mayor al 20% anual (FAO, 2008) lo que contribuye con un 2.3% de la producción acuícola global. Los países que aportan la mayor producción en la región son Chile, Brasil, México y Ecuador respectivamente.

En Uruguay la acuicultura se encuentra en una etapa primaria de desarrollo. No obstante, en los últimos años se han generado sinergias entre el Estado y el sector privado que apuntan, debido a la potencialidad de sus recursos naturales, al desarrollo sustentable de la actividad.

Actualmente el país cuenta con una Política Nacional, su Estrategia y un Plan Nacional de Desarrollo que permitirán impulsar y ordenar al sector. Dichos instrumentos posibilitarán mejorar el aprovechamiento y manejo de los recursos acuícolas y pesqueros, ya que los mismos apuntan a la producción alimentos, generación de empleo, brindar beneficios económicos, así como mantener la productividad biológica de un sistema determinado.

La acuicultura para su desarrollo precisa de la intervención de varias disciplinas, esta condición la convierte en un sector al cual convergen un sinnúmero de actividades, presentándola como un polo generador de desarrollo en las regiones que se implanta.

2. Definición

La FAO (2003) define acuicultura como: Cultivo de organismos acuáticos en áreas continentales o costeras, que implica por un lado la intervención en el proceso de crianza para mejorar la producción y por el otro la propiedad individual o empresarial del stock cultivado.

En forma global el término acuicultura reúne a todas aquellas acciones que tienen por objeto la producción, el crecimiento y comercialización de organismos acuáticos animales o vegetales de aguas dulces, salobres o saladas. Implica el control de las diferentes etapas de desarrollo hasta la cosecha, proporcionando a los organismos los medios adecuados para su crecimiento y engorde (López, M, 2003).

3. Ventajas de la acuicultura como actividad productiva

La acuicultura brinda grandes posibilidades de explotación debido a la existencia en todo el mundo de cientos de millones de hectáreas de aguas aptas para su desarrollo, de las cuales utilizando sólo un 10% se obtendría el doble de la captura por pesca que se extrae actualmente.

Mejoramiento de la calidad de la alimentación. La carne de pescado es una fuente de proteína de alta calidad, similar al pollo y superior a la de la carne roja. Las proteínas del pescado contienen todos los aminoácidos esenciales y al igual que las proteínas de la leche, los huevos y la carne de mamíferos tienen un valor biológico muy alto (Tabla 1).

Tabla 1. Aminoácidos esenciales (porcentaje) de varias proteínas

Aminoácido	Pescado	Leche	Carne Vacuna	Huevos
Lisina	8,8	8,1	9,3	6,8
Triptófano	1,0	1,6	1,1	1,9
Histidina	2,0	2,6	3,8	2,2
Fenilalanina	3,9	5,3	4,5	5,4
Leucina	8,4	10,2	8,2	8,4
Isoleucina	6,0	7,2	5,2	7,1
Treonina	4,6	4,4	4,2	5,5
Metionina-cisteína	4,0	4,3	2,9	3,3
Valina	6,0	7,6	5,0	8,1

Fuente: Braekkan, 1976; Moustard, 1957 (en FAO, 1999)

El pescado eviscerado contiene cerca de un 30% menos de grasa que las carnes rojas. Estudios científicos han demostrado que las dietas a base de pescado en el hombre reducen los niveles de colesterol en la sangre. Esto se debe a que los lípidos de los peces difieren de los de los mamíferos, la principal diferencia radica en que están compuestos por ácidos grasos de cadena larga, con un alto grado de insaturación (Stansby y Hall, 1967, en FAO, 1999).

En la actualidad está claramente establecido que el incremento en el consumo de pescado se encuentra asociado a una disminución de la mortalidad y la morbilidad ocasionadas por enfermedades cardiovasculares y problemas coronarios. Esto es debido al efecto beneficioso sobre la salud humana de los ácidos grasos altamente insaturados (n-3 HUFA), de los que los peces son una importante fuente para consumo, sobre todo los marinos.

Integración y aumento de la productividad agropecuaria. Otra ventaja que presenta la acuicultura es la simultaneidad con otras producciones dentro de un mismo establecimiento.

Puede utilizarse el agua de los estanques para limpieza de corrales así como para el riego de plantaciones, las que a su vez podrán ser utilizadas como alimento de los animales de granja. Por otra parte el limo acumulado en el fondo de los estanques constituye un excelente abono para la huerta. Esta actividad permite diversificar el uso de los espejos de agua y la utilización de tierras no aptas para la agricultura, etc. Un buen ejemplo es el cultivo integrado de arroz y peces. Este sistema se utiliza ampliamente en países asiáticos y se ha extendido a otros continentes. Se basa generalmente en el cultivo extensivo de diferentes especies de peces entre las que se destaca la carpa (*Cyprinus carpio*) y la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) en los canales de irrigación (FAO, 2006).

Aumento de la rentabilidad. Unido al punto anterior se debe considerar que en general los peces, moluscos y crustáceos presentan índices o valores de conversión más elevados que los animales terrestres. Esta cualidad se debe principalmente al bajo consumo de energía para el mantenimiento de sus funciones vitales (respiración, locomoción y excreción entre otras) lo que permite destinar un mayor porcentaje del alimento consumido al crecimiento, significando una mayor producción de carne.

Generación de oportunidades de empleo. Tanto las pequeñas unidades acuícolas productivas como los emprendimientos mayores requieren de actividades que pueden involucrar la participación del núcleo familiar, o bien la incorporación de personal externo para todas o cada una de las etapas del proceso productivo. Cabe resaltar el rol destacado que puede llegar a desempeñar la mujer en la planificación y seguimiento de los cultivos.

Desarrollo de la comunidad. En la medida que las unidades de producción se van consolidando, se forja un escenario que mejora la calidad de vida de la comunidad. Cualquier emprendimiento exige contar con determinados servicios, por lo tanto la actividad generará progresos en la zona (caminería, luz eléctrica, etc.)

4. Clasificaciones de la acuicultura

Según el Medio en donde se instalen los cultivos:

Aguas interiores o continentales. Se desarrolla en cuerpos de agua interiores (ríos, lagos, embalses) y en cuerpos de agua artificiales (estanques, tajamares, piletas, etc.).

Marina (maricultura). Se refiere a los cultivos realizados en agua marina o salobre, en estructuras costeras, ultramar o en ambientes artificiales en tierra.

Según la Escala Productiva:

Acuicultura comercial. Puede diferenciarse en, pequeña, mediana empresa o industrial. Es aquella que realiza un manejo productivo del cultivo partiendo de una inversión inicial. De la magnitud de esta última, dependerá la escala productiva del emprendimiento.

Acuicultura de recursos limitados. Hace referencia a la práctica de la acuicultura definida en la actualidad como la unidad de producción en pequeña escala autogestionada, con el fin de comercialización propia o en sociedad con otras unidades de indole similar. La escala de producción es baja y el manejo es simple.

Según el Manejo del Proceso Productivo:

Acuicultura extensiva. Este tipo de cultivo se basa en alcanzar una producción donde el manejo del medio acuático y de los peces sea mínimo. Su característica más relevante es el no aporte de alimento suplementario, por lo que los animales para su crecimiento dependen en un 100 % de la productividad que alcance el medio. Esta modalidad requiere trabajar a muy bajas densidades de siembra. Según la FAO (2008) la producción puede alcanzar hasta los 500 kg/Há/año.

Acuicultura semi-intensiva. Esta modalidad, si bien permite alcanzar un rendimiento mayor que en el caso anterior, requiere desde su inicio más inversión tanto para el manejo de los peces como del medio acuático. Se trata de incrementar la productividad del medio enriqueciendo la calidad del agua a partir de la utilización de fertilizantes orgánicos o inorgánicos, y aportando alimento balanceado a los peces. En este caso la densidad de siembra puede ser más alta, permitiendo un aumento de la producción, la que puede alcanzar hasta 20 ton/Há/año. Cabe destacar que esta escala de cultivo requiere mayor asistencia técnica y control durante todo el proceso a fin de asegurar el éxito del cultivo.

Acuicultura intensiva. Con este sistema se alcanza la mayor producción por unidad de área. La FAO (2008) reporta producciones de hasta 200 ton/Há/año. Los animales se alimentan con raciones balanceadas dependiendo en un 100% del aporte externo. Se manejan y controlan permanentemente las variables ambientales, como ser, oxígeno disuelto en el agua, temperatura, pH, entre otras. Esta modalidad de cultivo es tecnificada, exige mayores inversiones y asistencia técnica.

5. Primeros pasos para la realización de un emprendimiento de acuicultura

Los primeros pasos para la realización de un emprendimiento acuícola (Cuadro 1) requieren de la definición de un objetivo preciso. Para esto ha de tenerse en cuenta la viabilidad de las especies a cultivar (incluyendo aspectos biológicos, ambientales, sanitarios y económicos), la posibilidad de mercado para lo producido, la infraestructura necesaria, y particularmente la normativa vigente en relación a la regulación de la actividad respecto a la localización del emprendimiento, elección de la especie, etc.

Cuadro 1. Primeros pasos para la realización de un emprendimiento acuícola



Como segundo paso se ha de planificar el proyecto (Cuadro 2), esto involucra la estimación de la inversión inicial, costos operativos y análisis de la rentabilidad. Es fundamental el armado de un cronograma de trabajo, con una identificación de etapas a cumplir. Una vez cumplidos los pasos precedentes se estará en condiciones de ejecutar el proyecto.

El proceso de producción acuícola está determinado por la interacción de cinco factores que pueden ser manipulados en función del objetivo y la escala. Estos factores son el medio ambiente, las instalaciones, la disponibilidad de insumos, las especies de cultivo y la habilidad de los productores de balancear estos componentes en un proyecto rentable.

Cuadro 2. Planificación del proyecto



5.1. Elementos necesarios para el éxito del emprendimiento

De acuerdo a las consideraciones expuestas anteriormente, el productor ha de tener en cuenta la infraestructura necesaria, el lugar donde se pretende llevar a cabo la actividad (idealmente insertada en áreas con aptitud acuícola preestablecidas para la especie objeto de producción), no perdiendo de vista los requisitos de las especies seleccionadas para cultivar.

Los principales elementos para la localización apropiada de los cultivos son:

La fuente de agua. La cantidad y calidad del agua son factores limitantes para el éxito del emprendimiento, esto implica el disponer de fuentes de agua cercanas, superficiales o profundas, de las que previamente se deberán conocer las características físico-químicas, origen y disponibilidad.

Es necesario que la fuente de agua esté libre de pesticidas y tóxicos. El agua de pozo es adecuada para acuicultura por mantener características estables, aunque deberá ser oxigenada previo al ingreso al sistema de cultivo. Puede utilizarse agua de abastecimiento superficial tomada de cursos naturales (ríos, arroyos, cañadas, reservorios, etc.) colocando filtros que minimicen la entrada de organismos no amigables con el cultivo. Una ventaja de este suministro es que puede ingresar al sistema por gravedad, disminuyendo los costos de operación (perforación y/o bombeo). Es deseable contar con antecedentes históricos de disponibilidad de agua de la cuenca o región.

La cantidad de agua deberá ser bien planificada, incluyendo en el cálculo el abastecimiento inicial, recambio diario y reposición post cosecha. Otro aspecto a tener en cuenta son las pérdidas por evaporación (en los períodos cálidos) y por filtración según la constitución del terreno. El agua deberá ser previamente analizada antes de emprender un cultivo, una buena producción acuícola estará asociada a la calidad de agua empleada.

Existen parámetros generales de calidad del agua para piscicultura, no obstante cada especie posee rangos óptimos para su desarrollo (Tabla 2). Si la calidad del agua se aparta del rango establecido se deberán aplicar medidas que permitan mejorar y ajustar a las condiciones óptimas.

Tabla 2. Parámetros generales de la calidad de agua para cultivo de peces

Item	Límite inferior	Límite superior
Temperatura	depende de la especie	
Oxígeno disuelto (ppm)	4.0	10.0**
Alcalinidad (ppm)	50.0	300.0
Dureza (ppm)	20.0	300.0
pH	7.0	9.5
Amonio total (ppm)	0.0	1.0
Amonio no ionizado (ppm)	0.0	0.1
Nitrito (ppm)	0.0	0.05
Dióxido de C (ppm)	0.0	20.0

** Los estanques pueden exceder los 10 ppm en horas de la tarde. ppm = partes por millón.

Extraído: Revista Gestión Técnica N° 14. Fuente SAGYP (2002).

Características del suelo. Previo a la construcción de estanques es conveniente conocer la composición del suelo y grado de permeabilidad del terreno (porcentaje de arcilla) ya que se pueden presentar diferencias dentro del mismo predio. Suelos arcillosos son mejores para la retención del agua, el porcentaje adecuado está entre un 30% y 40% de arcilla. En el caso de no poseer las características apropiadas deberán adoptarse medidas para mitigar la merma de agua, como contar con una fuente de agua permanente para reponer la pérdida por filtración, compactar el piso del estanque con una capa de arcilla, cubrir el fondo del mismo con polietileno de alta densidad, etc.

La topografía del terreno es importante, si es uniforme es posible construir estanques semi-excavados, de menor costo de construcción. Si presenta irregularidades, se podrán construir estanques tipo embalsado, en cadena, en terrazas, etc.

Aspectos biológicos del ambiente de cultivo. Observar la productividad natural del ecosistema, los posibles depredadores y/o competidores, posibles parásitos, etc., y si su presencia puede afectar al cultivo (ver 8.3 y 8.5).

Actividad de los predios vecinos. Es importante conocer la actividad de los predios vecinos e informarles acerca de la labor que se está realizando. De esta manera se podrá minimizar o evitar el ingreso de posibles contaminantes o de nutrientes en los cuerpos de agua donde se realizan los cultivos, así como si la fuente de agua se comparte o transcurre por predios ajenos al emprendimiento.

Disponibilidad de la especie a cultivar. En el caso de no trabajar a ciclo completo, el sistema de producción será dependiente del abastecimiento de semilla o juveniles. Para ello se necesitará contar con información de proveedores nacionales o extranjeros, períodos de venta y costos.

En la actualidad, el Centro de Acuicultura e Investigaciones Pesqueras de la DINARA produce para la venta alevinos de Bagre negro (*Rhamdia quelen*), Pejerrey (*Odonthestes bonariensis*), Carpa común (*Cyprinus Carpio*) y Carpa herbívora (*Ctenopharingodon idella*). Eventualmente se pueden domesticar otras especies autóctonas para su uso en acuicultura o aquellas con potencialidad para ser cultivadas como peces ornamentales (Carnevia, 2008) siempre y cuando se conozcan su biología y técnicas de producción. Asimismo, obteniendo el permiso de importación otorgado por el Poder Ejecutivo se podrán introducir al país, en cualquier fase de desarrollo, otras especies de organismos acuáticos.

Análisis de mercado y planificación del negocio. Previo a la planificación del emprendimiento se deberá contar con información sobre posibles mercados en los que el producto pueda ingresar, así como precios de colocación y formas de presentación. Esta información permitirá estudiar en profundidad aspectos tales como inversión inicial, riesgos, punto de equilibrio y rentabilidad.

Accesos y seguridad del sitio de cultivo. Es deseable contar con caminería que permita un fácil acceso al lugar de cultivo, así como el desplazamiento interno dentro del emprendimiento. Deben preverse áreas separadas y ubicadas de manera tal que se minimice el riesgo de contaminación química y/o biológica entre las diferentes instalaciones. Es recomendable la instalación de sistemas de desinfección para los vehículos y pies en los accesos al emprendimiento.

Insumos. El rápido acceso a los insumos facilita la labor del productor. Deberá conocer la disponibilidad a nivel nacional o el requerimiento de importación de maquinaria, productos o insumos.

Legislación en Uruguay. Es importante que el productor esté en conocimiento de la legislación y de la normativa que regula la actividad para establecer a priori las limitaciones o prerrogativas para alcanzar los objetivos trazados.

El país cuenta con un proyecto de Ley de Pesca Responsable y Fomento de la Acuicultura ya ingresado en el Parlamento, sujeto a sanción y posterior reglamentación. Sin embargo, existen Leyes y Decretos en el ámbito de la competencia de la Dirección Nacional de Recursos Acuáticos (DINARA) - MGAP que atienden diferentes aspectos de la actividad, como ser:

- Ley 13.833 del 23 de diciembre de 1969, Art. 14, el cual señala la prohibición de la exportación de especies vivas en cualquier estado de desarrollo, así como la importación e introducción de especies exóticas en aguas interiores, salvo autorización especial otorgada por el Poder Ejecutivo.
- Ley 14.484 del 18 de diciembre de 1975, Art. 3, G, refiere al estudio y la promoción de la acuicultura en todas sus formas.
- Decreto 259/996 de 26 de junio de 1996. Declara de Interés Nacional la Acuicultura en todas sus etapas.
- Decreto 149/997 de 7 de mayo de 1997, Art. 3, ap) considera organismos acuáticos exóticos aquellos ingresados al país desde el exterior, así como los que se introducen en un ecosistema trayéndolos desde otro, aún dentro del propio país. Art. 3, aj) define "Proyecto" al conjunto de especificaciones técnicas con los requisitos que para cada caso indique la DINARA y que deberá ser presentado ante el mismo para su aprobación. Art. 31, Establece que la DINARA es el organismo oficial competente en ejercer el control sanitario de especies acuáticas vivas, cualquiera sea su etapa de desarrollo, que ingresen o salgan del país y el único habilitado para expedir los certificados requeridos a nivel internacional. Art. 34, h) la DINARA llevará el Registro General de Acuicultura.

En materia ambiental, la Dirección Nacional de Medio Ambiente, (DINAMA) MVOTMA, mediante la Ley 16.466, del 19 de enero de 1994, declara la protección del Medio Ambiente y el Decreto 349/005 de 21 de setiembre de 2005 aprueba el "Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental para actividades diversas".

5.2. Elementos que contribuyen para la definición de la especie

El Artículo 9.2 del “Código de Conducta para la Pesca Responsable” de la FAO se establece que la selección de especies destinadas a la acuicultura y a la pesca basada en el cultivo, deberá tener en cuenta los factores biológicos, ambientales y socioeconómicos considerando los recursos, las oportunidades y las necesidades locales. Por consiguiente el productor al llevar a cabo la selección de una o varias especies para cultivo tendrá que analizar los siguientes aspectos:

Mercado. Para la fácil comercialización del producto es deseable que cuente con antecedentes de mercado. En caso contrario demandará un proceso de inserción que implicará mayor costo y tiempo.

Bajos costos de producción. Los costos de alimentación deben acompañar la rentabilidad del cultivo, es conveniente que las especies a cultivar posean altas tasas de conversión alimenticia y un rápido crecimiento. Las especies de bajo nivel trófico (herbívoras y omnívoras), serían aconsejables en este sentido.

Fácil de criar. Se recomienda contar con especies fáciles de reproducir en cautiverio, que presenten alta tasa de fecundidad y sobrevivencia así como baja agresividad inter-específica y aceptabilidad de alimento artificial.

Autóctona. Es recomendable el cultivo de especies autóctonas ya que se conocen las tolerancias ambientales y se puede disponer de semilla y de reproductores en la naturaleza en caso de ser necesario.

Conocimientos de la tecnología de producción. Ello minimiza tiempo y riesgos en el proceso productivo y facilita el manejo.

Disponibilidad de semillas. Para trabajar con especies autóctonas y exóticas se deberá tener información de los lugares de producción (proveedores), costos y disponibilidad durante el año.

Tolerancia a condiciones ambientales. Es deseable que las especies cultivadas sean capaces de sobrevivir y crecer con las variaciones térmicas del país.

6. Alteraciones ambientales de los cultivos

La acuicultura como cualquier emprendimiento antrópico, generará en los cuerpos de agua modificaciones de sus características originales. Algunas de éstas han sido descritas como contaminación de aguas con materia orgánica o con productos químicos y la sustitución de ambientes naturales por artificiales, entre otras. A fin de reducir el impacto ecológico producido por la actividad acuícola, es fundamental estimar la capacidad de carga de los ecosistemas. Este indicador ecológico-productivo sirve para dimensionar y proyectar el crecimiento del sector acuícola (FAO/TCP-URU/3101, 2008).

Uno de los temas más controversiales en el desarrollo de la acuicultura a nivel global, es el de los impactos negativos generados por la introducción de especies exóticas, que pueden ocasionar alteraciones de los ecosistemas naturales como por ejemplo la introducción de agentes infecciosos que afecten a las especies autóctonas.

La base de datos sobre la introducción de especies exóticas de la FAO, en diversos sistemas acuáticos, revela que la mayor parte de los efectos biológicos producidos por especies introducidas han sido negativos, mientras que los impactos socioeconómicos a corto y mediano plazo han sido positivos (Carnevia, 2008).

Entre las líneas estratégicas del Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura en Uruguay, se recomienda evaluar el riesgo ecológico de las especies introducidas y contar con el estudio previo de impacto ambiental, así como el seguimiento de los emprendimientos en operación (FAO/TCP-URU/3101, 2008).

Por otra parte, entre los principios rectores de la Política Nacional diseñada en el año 2008 se identifica el de Responsabilidad Ambiental, donde se expresa “la industria acuícola nacional deberá desarrollarse en armonía con la naturaleza, evitando conflictos por el uso de recursos y territorio, minimizando impactos severos o acumulativos sobre el entorno, a través de prácticas responsables y con un enfoque de manejo precautorio para el uso inteligente de los recursos en el tiempo”. (FAO/TCP-URU/3101, 2008).

7. Dónde cultivar

7.1. Diseño y Construcción de estanques

Es de importancia considerar el diseño de los estanques (Figura 1) al momento de definir su ubicación y posterior construcción ya que se deberá tener en cuenta las características del terreno para la mejor organización de las futuras operaciones de cultivo, producción y cosecha. El tamaño dependerá del objetivo del cultivo. Sus dimensiones podrán oscilar desde pocos metros cuadrados (100 a 300) cuando aspekte a todo el ciclo de producción y servirán para las etapas iniciales (larvicultura y alevinaje), hasta estanques de 0,5 a 1 hectárea destinados a engorde final. Los mejores estanques son de forma rectangular, orientados con su eje mayor hacia los vientos predominantes de la zona, permitiendo un mayor intercambio de oxígeno en la interfase aire-agua.

Un estanque para piscicultura (Foto 1) consiste en un recinto cerrado por diques que debe reunir algunas condiciones básicas:

- Una entrada de agua regulable ubicada en el extremo longitudinal menos profundo y colocada a una altura de más de 50 cm sobre el nivel de agua del estanque, de modo que el agua al caer se mezcle con el aire y se oxigene. Para impedir la entrada de depredadores deberá colocarse una rejilla en el caño.
- Una salida de agua por rebosamiento situada en el extremo opuesto a la entrada (Figuras 2 y 3) que puede transformarse en salida desde el fondo, permitiendo así un vaciado total del estanque. El declive del fondo debe orientarse en sentido del caño de drenaje. Para poder vaciarlo completamente, se recomienda el uso de un caño de PVC cuyo diámetro estará en función del tamaño del estanque. Dicho caño se ubicará en la parte más profunda con una pendiente del 5% atravesando el dique principal. Contará además con un codo con rosca unido a un caño vertical que permitirá manejar el nivel de agua.
- Existen otras alternativas para vaciar un estanque, por medio de una compuerta de descarga o utilizando un monje. La primera consiste en una abertura en el dique del estanque que se puede cerrar con tablonces de madera para regular el nivel del agua. Se protege la salida con una malla para evitar el escape de los peces. El monje es uno de los sistemas más antiguos de vaciado y consiste en una columna vertical cerrada con tablonces de madera para regular el nivel del agua.
- La profundidad mínima más adecuada debe oscilar entre 0.7 a 1 metro para evitar el desarrollo de plantas acuáticas y algas filamentosas que perjudican la cosecha y ocasionan problemas de calidad de agua.

- La profundidad máxima recomendada es de 2 metros, ya que profundidades mayores imponen el uso de tecnologías mayores para el manejo y cosecha así como trabajar con mayores profundidades favorece la estratificación térmica promoviendo la formación de zonas anaerobias (sin oxígeno) en el fondo.

Estas características facilitan que el sistema pueda ser vaciado para la cosecha y posterior limpieza y mantenimiento. Asimismo puede ser llenado en pocos días, sembrado con peces pequeños y permitir la cosecha de la totalidad de los peces. En este tipo de recintos se pueden aplicar sistemas de cultivo extensivo, semi-intensivos e intensivos.

Figura 1. Esquema de la construcción de un estanque tipo

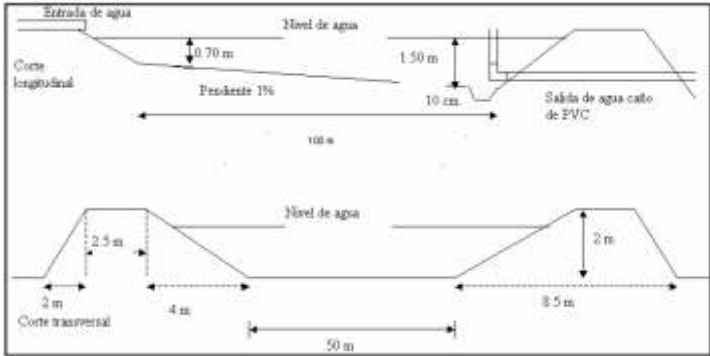


Figura 2. Salida del agua por rebosemiente desde dentro del estanque

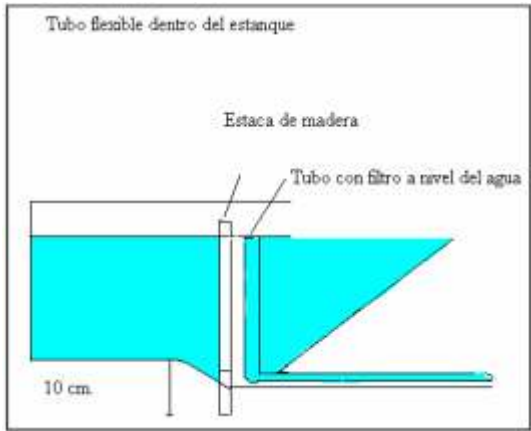


Figura 3. Salida del agua por reboseamiento por fuera del estanque

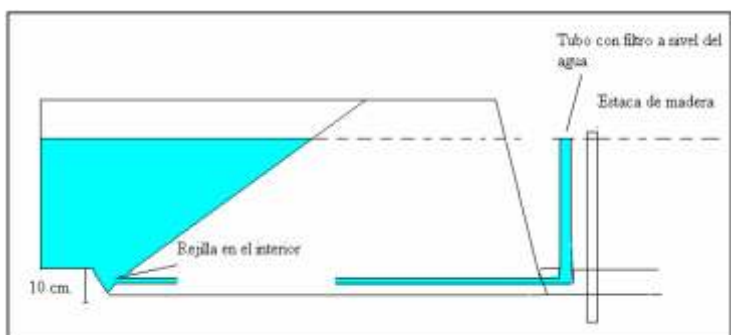


Foto 1.
Estanque
de tierra

7.1.1. Pasos de la construcción

Desmalezar y limpiar el área. Es necesario limpiar completamente el área de trabajo. Remover los árboles con sus troncos y raíces y la capa superficial del suelo (20 cm). Esta cubierta vegetal puede ser utilizada sobre la corona del dique una vez finalizada la construcción a efectos de asentar y afirmar la superficie.

Estudio topográfico. Una vez preparado el terreno se establecen los desniveles, calculando la altura de relleno que llevará cada dique.

Fijar área de construcción. Mediante el uso de estacas se indica la altura de cada dique, el ancho de su corona y base.

Instalación de la tubería de drenaje. Antes de formar el dique, es necesario instalar la tubería del drenaje. Estos caños atravesarán todo el ancho de la base del dique. Lo importante es usar un caño resistente y fuerte, que sea de un diámetro proporcional al volumen de agua a mover.

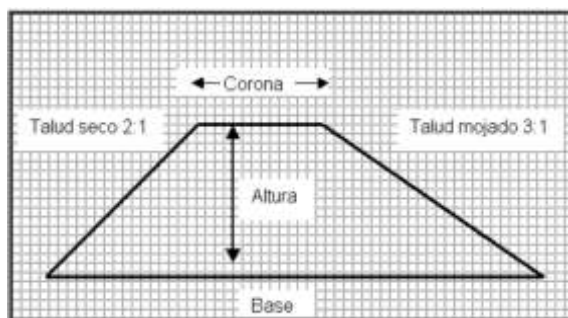
Construcción de los diques. Por medio de cálculos de geometría básica (ver 7.1.3), se puede estimar el volumen total de tierra necesaria para formar los diques. Se debe agregar un 10% adicional al volumen calculado, por el efecto de la compactación.

Inclinación de los taludes. El lado mojado del dique (talud interior) debe tener una inclinación de 3:1 con respecto a su altura (por cada metro de altura se proyecta 3 m en la base), esto facilita la cosecha, evita el desmoronamiento y la erosión por efecto del oleaje. El lado seco (talud exterior) puede tener una inclinación de 2:1. (Figura 4).

El ancho de la corona (o cresta) será de 2.5 metros como mínimo.

Al formar los diques, hay que compactar cada capa de 20 cm de suelo con un tractor de oruga o manualmente. Es recomendable construir los estanques durante la época seca del año, e ir aplicando agua durante la formación de los diques y la compactación del suelo, según ésta sea necesaria.

Figura 4. Anatomía de la sección de un dique



Extraído: "Construcción de estanques". Mayer, D. 2003

Siembra de césped sobre la corona y talud seco. Es conveniente sembrar césped sobre la corona y el lado seco del dique (talud exterior). La vegetación ayudará a evitar la erosión del suelo.

7.1.2. Recomendaciones generales sobre la construcción de estanques

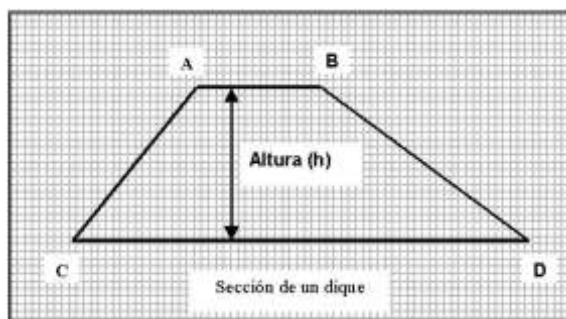
- Se recomiendan profundidades de entre 0.70 y 1.50 m en un estanque destinado para la piscicultura.
- Respecto al diseño y ubicación se sugiere, si el terreno lo permite, que todos presenten una alineación y dimensiones similares a efectos de lograr un mejor aprovechamiento de los canales y sistemas de ingreso y evacuación del agua.
- Mantener controlado el crecimiento de la vegetación alrededor de cada estanque facilitará los trabajos rutinarios en el manejo del cultivo.

7.1.3. Cálculos de utilidad en la construcción de estanques

Para calcular el área seccional de un dique, como se muestra en la Figura 5, se aplicará la fórmula del trapecio:

$$(AB + CD)/2 (h) = m^2 \text{ de área}$$

Figura 5. Cálculo del área seccional de un dique



Extraído: "Construcción de estanques". Mayer, D. 2003.

Para estimar el volumen de relleno necesario para formar un dique, se multiplica su largo por su área seccional.

$$\text{Volumen de relleno} = (\text{área seccional}) \times \text{largo} = m^3 \text{ de relleno}$$

Se recomienda agregar un 10% adicional al cálculo del relleno por el efecto de la compactación del suelo al formar los diques.

7.2. Acondicionamiento del sitio elegido para sembrar

Previo a la siembra se debe acondicionar el sitio de cultivo. Si se trata de estanques en uso, se procederá al vaciado completo para posibilitar la exposición del fondo a los rayos solares asegurando el secado total y la eliminación de posibles agente patógenos.

Aplicación de cal. La adición de cal permite mejorar la productividad y desinfección del sistema de cultivo. Tanto en recintos nuevos como en usados se realizará el encalado, eliminando la posibilidad de aparición de hongos, bacterias, etc. Este procedimiento además permite corregir los niveles de pH del suelo en caso de terrenos ácidos. La cantidad de cal dependerá del pH del fondo del estanque debiendo adicionar lo necesario a efectos de aproximarse a un valor de pH cercano al neutro (pH entre 7 y 8).

Las dosis iniciales se aplican sobre el fondo del estanque y en seco. De ser necesaria una dosis correctiva durante el cultivo, se efectuará otra aplicación (a excepción de la cal viva), la que se colocará esparcida en varios sectores del estanque o puede también sumergirse dentro de bolsas de arpillera para su gradual dilución.

En la Tabla 3 se enumeran los compuestos más usados y sus proporciones de acuerdo a la superficie a tratar.

Pueden utilizarse tres variantes de cal:

- *Cal agrícola (caliza).* Compuesta por carbonato de calcio y/o carbonato de magnesio. Produce un leve incremento del pH (tornando al medio alcalino).
- *Cal apagada (hidróxido de calcio).* Es la más utilizada y tiene un efecto rápido en el aumento del pH.
- *Cal viva (óxido de calcio).* Se restringe su uso para eliminar parásitos, peces predadores u otros organismos indeseables. Debe utilizarse con mucha precaución.

Tabla 3. Cantidad de cal a suministrar a un estanque de acuerdo a su tipo

pH	cal agrícola	cal apagada	cal viva
5-7	300kg/1000m ²	75-200 kg/1000m ²	55 -180 kg/1000m ²

Aplicación de cal viva:

- 1) Esparcir sobre el fondo y las paredes la cal viva en polvo a razón de 500 kg/Há y esperar una semana.
- 2) Llenar el estanque con agua muy lentamente de manera que cubra la cal (10 cm) y mantenerla por un período de dos días.
- 3) Retirar el agua con la cal y enjuagar, esta agua es muy cáustica por lo que hay que tener cuidado en su manejo y desecho.

Tabla 4. Cantidad de cal apagada a suministrar a un estanque de 1 Há de acuerdo al pH del suelo

pH del suelo	Tipo de suelo	Dosis de cal (Kg/Ha)
4.0-5.0	Acidez elevada	2000
5.0-6.0	Acidez moderada	1200
6.0-6.5	Ligeramente ácido	1000
6.5-7.5	Neutro	400

Extraído de: Nogales y Santos, 1994 (en: Revista electrónica de veterinaria, 2006)

7.2.1. Llenado y fertilización

En un ambiente carente de comunidades de peces, previo a la siembra se recomienda que el cuerpo de agua sea fertilizado. La cantidad y tipo de fertilizante a utilizar dependerá de la cantidad de nutrientes (productividad) de la fuente de agua que abastece al cultivo, y de la composición del suelo del estanque.

La fertilización podrá realizarse de preferencia con abonos orgánicos (estiércol de ganado y/o aves) a razón de 2000 kg/Há, o bien inorgánicos (NP 15:15) en una proporción de 100 kg/Há. La aplicación inicial de fertilizante se hace directamente, distribuyéndolo en toda el área, se inundan unos 40 cm. Se deja durante 15 días, momento en que se completa el llenado. Al cabo de una semana el agua deberá presentar una coloración marrón-verdosa, indicando la presencia de microalgas. Las mismas serán las productoras del oxígeno necesario para mantener el ecosistema en equilibrio. Una prueba sencilla para comprobar si la fertilización es suficiente, es introducir el brazo hasta el codo y no lograr ver la punta de los dedos, o bien mediante el Disco de Secchi (ver 8.3). En caso de ser necesario incorporar mayor cantidad, el fertilizante se coloca en bolsas de plastillera sumergidas en el agua, las que se removerán diariamente a fin de promover la suspensión del contenido.

Dado que la fertilización permite el enriquecimiento del agua con nutrientes, será deseable mantener el medio de cultivo con la concentración adecuada de éstos.

En caso de observar la presencia de insectos, una semana previa a la siembra podrá aplicarse el insecticida Dipterex 500 SL (nombre comercial). El compuesto activo es un organofosforado, Triclorfón, el que será administrado a razón de 1 g/m^3 .

8. Manejo

El manejo de un estanque implica el control sobre la densidad de siembra, cantidad y calidad del alimento y la calidad del agua.

8.1. Siembra

La misma consiste en la liberación de larvas o alevines al medio de cultivo (Foto 2), considerando la adaptación paulatina de los ejemplares al nuevo ambiente. Por lo tanto se realizará tomando ciertos recaudos:

- No se debe proceder a la liberación sin antes corregir las temperaturas entre el ambiente en que se transportan y el medio receptor. Las bolsas de transporte se sumergen cerradas y luego de unos minutos se abren sin liberar los peces de forma de permitir el ingreso de aire hasta que las temperaturas del agua de la bolsa y del estanque se hayan igualado. (15 minutos aproximadamente) evitando la posibilidad de muerte por choque térmico.
- Luego se procede a permitir en forma lenta el ingreso de agua del estanque dentro de la/s bolsas plásticas.
- Finalmente se liberan al medio dejando que salgan por sí solos.



Foto 2.
Procedimiento
de siembra

La densidad de siembra hace referencia a la cantidad de ejemplares por unidad de área que integraremos al estanque, dependiendo este número del sistema de cultivo.

Tabla 5. Ejemplo de densidad de siembra

Especie	Sitio de cultivo	Tipo de cultivo	Densidad de siembra
Bagre negro	estanque	semi- intensivo	1 ejemplar/m. ²
Bagre negro	estanque	extensivo	0.5 ejemplar/m. ²

8.2. Alimentación

La acuicultura se basa en un proceso que involucra el crecimiento y la supervivencia de los organismos acuáticos durante un determinado período de tiempo, siendo un requerimiento indispensable el suministro de alimento para su desarrollo. Por ello, es necesario el conocimiento de los requerimientos nutricionales de las especies en cultivo, así como de las fuentes de dichos nutrientes, tanto para el caso de dietas naturales, como para las de formulación artificial.

La fuente de alimento para los peces cultivados en estanques de tierra puede ser de diverso origen:

Natural. En un estanque de tierra, a través de la fertilización, es posible promover el alimento natural. El agua rica en nutrientes favorece la proliferación de fitoplancton (microalgas), base de la cadena trófica del sistema. De estas células se alimentará el zooplancton (pequeños invertebrados) que junto con las primeras, constituirán el alimento de las primeras fases de desarrollo de los peces y de otros organismos presentes en el medio. Este ciclo es de particular importancia en la acuicultura extensiva, cuando intentamos producir sin aporte de alimento externo, con baja densidad de peces por área y menores rendimientos.

La productividad del medio será de gran utilidad ya que el alimento disponible actuará en forma directa con el crecimiento en peso de los peces sembrados (Huet, 1973).

Natural más abono. Cuando se llena el estanque con agua, normalmente se realiza un primer abonado. Como consecuencia de ello aparece una población de microorganismos que rápidamente se encargan de descomponer la materia orgánica. Las sustancias minerales producidas por este efecto son almacenadas en el fondo, siendo liberadas poco a poco en forma de nutrientes que son captados por los productores primarios (plantas acuáticas y fitoplancton) para su proliferación.

Natural más abono más alimento artificial. Es el mismo caso anterior, pero en esta ocasión los microorganismos también actúan sobre el resto del alimento.

Los requerimientos nutritivos de los peces han sido bien estudiados, estableciéndose que el porcentaje de proteínas debiera estar comprendido entre un 20% y 45% aproximadamente, dependiendo de los requerimientos de la especie, etapa de desarrollo del pez, sistema de cultivo y época del año. Por tanto, una ración balanceada tendrá los porcentajes mencionados de proteínas, lípidos, carbohidratos, fibras, vitaminas y minerales. Si no se dispone de una ración específica para peces, se puede suplementar con raciones de composición proteica con valores dentro de los rangos mencionados. En cuanto a la cantidad de alimento, ésta deberá ser ajustada a medida que los peces se desarrollan. En general se estima conveniente, para peces de clima sub-tropical templado, proporcionar el 1,5% del peso vivo de los mismos (biomasa) durante los meses de frío, pudiendo alcanzar el 4% en los meses cálidos, época de mayor ganancia en peso.

Raciones. En el caso de aporte externo de alimento (ración) debe ser de buena calidad y suministrado sólo en cantidad necesaria. Es conveniente llevar a cabo esta tarea durante las primeras horas de la mañana o últimas de la tarde, así como proporcionar el alimento en el mismo lugar y en la parte menos profunda del estanque con el fin de observar si la cantidad de alimento es el adecuado y evitar excesos.

Clases de raciones para peces:

- Pellets- el proceso de pelletización consiste en tomar materias primas finamente divididas, que a través del calor, humedad y presión mecánica se transforman en partículas más grandes y de naturaleza estable.
- Extrusado- en este caso las materias primas ingresan al extrusor donde son sometidas a un intenso proceso de fricción mecánica del que resulta una elevación de la presión y temperatura. La ración adquiere mayor digestibilidad y flotabilidad.

Es recomendable realizar muestreos periódicos de los peces para ajustar la cantidad de ración a proporcionar, preferentemente cada 15 días. Se deberá llevar una planilla de registro (Figura 6), donde quede constancia del peso y la longitud individual de los ejemplares, así como de sus condiciones sanitarias generales como: coloración, estado de las aletas, presencia de parásitos, lesiones en la piel, etc.

Figura 6. Planilla de registro de muestreo

Fecha	N° de estanque	Peso	Longitud	Observaciones

El mejor método para saber cuanto alimento se debe suministrar diariamente es mediante el muestreo de una parte de la población, que posteriormente será reintegrada al estanque. El mismo consiste en capturar un número de ejemplares que sean representativos del cultivo (entre el 10% y el 15%). Con la información obtenida, se calcula el peso medio individual que, multiplicado por el número total de animales del estanque se obtiene el valor de biomasa. Esto nos permite ajustar la ración diaria a suministrar según el porcentaje que corresponda.

Ejemplo:

Peso promedio = 60 g

Número de peces en el estanque = 1.000

$60 \times 1.000 = 60.000 \text{ g}$

La biomasa total en el estanque es de 60.000 gramos. Para calcular el porcentaje de alimento a proporcionar, se deberá considerar el peso medio de los ejemplares según la Tabla 5.

Tabla 6. Porcentaje (%) de ajuste de ración establecido según peso promedio, basado en una temperatura media del agua de 20°C

Peso promedio en gramos	% de ración	Época del año
< 5	8	primavera
5 - 20	6	primavera
20 - 50	5	primavera - verano
50 - 100	4	verano
100 - 200	3.5	verano
200 - 500	3	verano
> 500	2	otoño
> 500	1.5	invierno

Extraído de Luchini L. y G. Wicki, 1992. Experiencias de Engorde para Producción de Catfish Sudamericano *Rhamdia* sapo, con variación de Fórmula Alimentaria.

Entonces $60.000 \text{ g de biomasa} \times 4\% \text{ (según tabla)} = 2.400 \text{ g}$

Por lo tanto la cantidad de ración a distribuir en el día será de 2.400 g

En los primeros estadios el alimento debe ser proporcionado varias veces al día. En la etapa larval y luego de reabsorbido el saco vitelino, se deberá suministrar cada dos horas los primeros cuatro días. Posteriormente se podrá reducir a cinco veces por día. Se recomienda que el alimento suministrado en esta etapa posea un porcentaje elevado de proteína bruta (entre 28-56%), conjuntamente con fibras, vitaminas y minerales, cuya granulometría sea adecuada para el tamaño de la boca del pez.

En la etapa de alevín se suministra hasta tres veces al día, y de juvenil-adulto la ingesta será una vez al día, durante seis días a la semana. Aún en los casos de emprender un cultivo extensivo, si se desea acelerar y mejorar el crecimiento de los animales, se puede complementar la alimentación natural con alimento artificial.

8.3. Control básico del cultivo

Lo recomendable para todo tipo de cultivo es llevar a cabo la medición diaria de ciertas variables ambientales como: temperatura, oxígeno y transparencia del agua, y pH y dureza del agua semanalmente, manteniendo registros de las mismas en planillas.

Figura 7. Planilla de registro de variables ambientales

Fecha	N° de estanque	T°	pH	Oxígeno	Secchi	Observaciones

Temperatura. Los peces son organismos poiquiloterms cuya temperatura corporal depende del medio en que viven. Por lo tanto la temperatura es la variable más importante y determinante para el cultivo, y a su vez la más difícil de controlar. Cada especie posee un rango óptimo para crecer y desarrollarse. Conocer las variaciones de la temperatura a lo largo del día, así como de una estación a otra, permitirá decidir la especie a cultivar y determinar el tipo de manejo a realizar.

La temperatura se mide utilizando un termómetro, existen variedades de éstos que registran la máxima y la mínima diaria.

Oxígeno disuelto. La cantidad de oxígeno disuelto en el agua es limitante para la sobrevivencia de los peces. Los encargados de producir oxígeno en un estanque son el fitoplancton y las plantas acuáticas. Esta producción tiene variantes a lo largo del día, siendo alta durante las horas de luz solar y mínima antes del amanecer. Cada especie tiene sus requerimientos óptimos de oxígeno, sin embargo, de forma general se recomienda que los valores permanezcan por encima del 75 al 80% de saturación. La concentración de oxígeno en el agua está en estrecha relación con la temperatura, cuanto más elevada es ésta, menos oxígeno hay en el agua. De igual forma, el contenido del oxígeno puede disminuir si la cantidad de materia orgánica y vegetación acuática sumergida es muy abundante. Cuando el oxígeno disminuye a valores críticos, generalmente se observa a los peces en la superficie intentando aspirar aire (boquean).

Para medir el oxígeno disuelto en el agua se usa un oxímetro. Éstos pueden concomitantemente medir otras variables, como temperatura, pH, etc.

Para restablecer un buen nivel de oxígeno se aconseja:

- Recambiar al menos un cuarto del volumen de agua del estanque
- Verter el agua que llega al estanque sobre una rejilla para que caiga en forma de lluvia (aumentar la superficie aire/agua)
- Agitar el agua del estanque ayudado con ramas, recipientes o aireadores de paletas, aspersores, difusores, etc.
- Aplicar fertilizantes para aumentar la biomasa fitoplanctónica (salvo que la baja de oxígeno se deba al exceso de materia orgánica en descomposición)
- Reducir el número de peces, desdoblado la población en cultivo
- Mantener limpio el estanque de vegetación flotante o enraizada

pH. El pH se expresa a través de una escala que va de 0 a 14. El valor 7 corresponde a un agua neutra, si su pH es inferior a este valor es ácida, y de ser superior es alcalina. Es importante que se conozca no sólo el valor de pH, sino la estabilidad o inestabilidad del mismo, ya que cambios bruscos de pH son perjudiciales para las especies presentes en el cultivo.

La mejor agua para piscicultura es la que tiene un valor ligeramente alcalino (6.5-8.5). Si los valores son demasiado alcalinos, para compensar la situación se pueden utilizar elementos que ayudan a acidificar el agua (bajar el pH):

- ramas o troncos de pino, de eucaliptos
- turba
- resaca de río

Si por el contrario son ácidos, se puede aplicar en el estanque cal apagada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), la cual eleva rápidamente el nivel de pH, o cal agrícola (CaCO_3) la que produce un leve incremento.

El carbonato de calcio funciona como amortiguador de las variaciones amplias de pH, por este motivo mientras el agua lo contenga en cantidad suficiente, el pH tenderá a mantenerse en límites estrechos de variación. Para medir el pH se utiliza un pH-metro o tiras de papel tornasol, éstas cambian de color de acuerdo al valor de pH.

Dureza. La dureza o alcalinidad total mide el contenido de carbonato de calcio en el agua. Esta variable está ligada a la geología de la región. Se consideran aguas "duras" las que poseen más de 150 mg/l de óxido de calcio, mientras que las aguas "blandas" son la que mantienen niveles de 65 mg/l. Las aguas duras cuyo rango se encuentra entre 150 y 200 mg/l son las de mayor productividad y garantizan la permanencia del pH entre valores de 7 y 8.

La dureza se mide habitualmente mediante una valoración con AEDT (compuesto de ácido tetraprótico). Comercialmente existen "Kits" con soluciones ya preparadas que se utilizan para obtener valores de dureza.

Turbidez y coloración. La turbidez del agua depende de la cantidad y tamaño de las partículas suspendidas. El color y la turbidez (o transparencia) son indicadores de la calidad del agua y mediante su observación se puede inferir la escasez de oxígeno y disponibilidad de nutrientes. Cuando el material en suspensión impide el paso de la luz, existe una disminución de la fotosíntesis y por tanto una merma de oxígeno. El color es el resultado de la relación existente entre la luz incidente y el material disuelto en el agua. Si la coloración del agua es verdosa, ello indica una cantidad suficiente de fitoplancton productor de oxígeno. En caso de que el agua presente coloración marrón o rojiza estará indicando la escasa presencia de fitoplancton y por tanto bajos niveles de oxígeno disuelto.

Para medir la transparencia del agua se utiliza el disco de Secchi (Foto 3) que señala la penetración de la luz. Se considera que la visibilidad ideal para estanques no deberá ser superior a 45 cm (si excediera esta profundidad deberá aplicarse fertilizante), ni inferior a 20-25 cm, en cuyo caso se recomienda un recambio del agua hasta lograr la transparencia adecuada.



Foto 3.
Medición de la
transparencia del agua
con disco de Secchi

Control de predadores. Diversos son los depredadores que pueden procurar alimentarse de los peces en el estanque.

Depredadores frecuentes y medidas de protección:

Aves (Martín pescador grande y chico, biguá, benteveo, garzas, etc.)

- líneas longitudinales de alambre liso sobre la superficie del estanque (50 a 70 cm entre líneas)
- globos inflables (globos rojos simulando ojos de halcones o lechuzas, alejan a los biguás)
- espantapájaros
- mallas o redes
- banderines (movimiento de éstos con el viento)

Reptiles (víbora de agua y tortuga morrocoyo)

- mantener libre de maleza tanto al área circundante como a los taludes, de esta manera se puede avistar y así evitar su aproximación al estanque
- pesca

Mamíferos (lobito de río)

- presencia de perros

Peces (tarariras, anguilas, etc.)

- filtros en la entrada de agua
- pesca

Insectos (ninfas de Odonata, chinches de agua, etc.)

- filtros en la entrada de agua
- derivados del petróleo
- agrotóxicos en muy bajas concentraciones antes de sembrar

Para el control de los insectos y crustáceos acuáticos, previo a la siembra de larvas y/o alevines, se utilizan diferentes productos que conforman una película sobre la interfase aire-agua, impidiendo la respiración de los organismos aerobios. Se aplica un éster de ácido fosfórico (tipo Dipterex, a una dosis de 1 ppm) y una mezcla de aceite-gasoil (1:20) o sólo gasoil en cantidad de 20 a 40 l/Há dos veces por semana (FAO, 1982).

8.4. Elementos fundamentales de observación diaria

Es importante que el productor se habitúe a observar diariamente (Cuadro 3) el ambiente de cultivo, para de esta manera detectar cualquier problema y poder actuar en consecuencia.

Cuadro 3. Observaciones útiles a realizar

Peces	Agua	Vegetación	Estructura	Depredadores
Nado (no debe ser en espiral, errático, ni de lado) Ubicación en la columna de agua (boqueo en superficie no es normal) Días nublados y luego de lluvias intensas prestar mayor atención a la disminución de oxígeno Presencia de alimento no consumido Aumento de talla y peso de los ejemplares Signos de lesiones en cuerpo y en aletas (opacidad de la piel, enrojecimiento de algunas zonas, úlceras, aletas rotas)	Coloración indicada marrón-verdoso (medir la transparencia del agua de espalda al sol) Olor y aspecto general del agua Nivel del agua en el estanque (si es necesario reponer o controlar exceso)	Control de crecimiento de macrófitas y microalgas	Mantenimiento de limpieza de filtros de ingreso y salida del agua	Vigilar presencia y ahuyentar depredadores (aves sobrevolando el estanque pueden indicar la presencia de animales enfermos)

8.5. Bioseguridad

Las buenas prácticas de manejo incluyen un conjunto de medidas para mantener la salud de los organismos acuáticos bajo cultivo. El fin consiste

en evitar la aparición de enfermedades manteniendo el sistema inmunológico de los organismos en buenas condiciones.

Medidas de prevención. Impedir la introducción de patógenos al sistema de cultivo. Las medidas a tomar recaen sobre las vías posibles de contaminación:

- Higiene de las instalaciones y del personal, así como de los materiales y equipos (en caso de utilizar el mismo equipo en todos los estanques, se recomienda antes de cada operación realizar una correcta desinfección a efectos de no diseminar agentes nocivos en todo el cultivo).
- Control de plagas y de la fauna tanto silvestre como doméstica, así como de los efluentes factibles de contaminación.
- Establecer cuarentenas previas al sembrado definitivo.

Medidas de protección. Todas aquellas que sirven para mantener a los organismos con un sistema inmunológico resistente a los agentes patógenos. Se han determinado por diagnóstico clínico y etiológico varias afecciones que involucran principalmente bacterias, parásitos y hongos en peces de cultivo en Uruguay.

Un ejemplo de las afecciones más comunes encontradas, es la Ictioftiriasis, causada por el parásito *Ichthyophthirius multifiliis* comúnmente conocida como la enfermedad del Punto blanco. Las enfermedades diagnosticadas en organismos acuáticos de cultivo en nuestro país han sido mencionadas en el "Manual de prevención de enfermedades en organismos acuáticos de cultivo" de Carnevia et al (2009).

Las principales medidas de manejo deben orientarse a minimizar el estrés de los animales ya que éste inevitablemente predispone la aparición de enfermedades.

- Agua de calidad suficiente que garantice el bienestar de los peces
- Alimento capaz de cubrir las necesidades en cuanto a la cantidad y calidad (almacenar el alimento en lugares secos y con buena aireación, nunca sobre el suelo directamente)
- Evitar manipulaciones innecesarias de los ejemplares, cambios bruscos de las variables ambientales, altas densidades de siembra, etc.

8.6. Cosecha

Esta actividad se realiza por diversas razones:

- cuando los peces han alcanzado el tamaño y peso esperado por el productor, según los requerimientos del mercado
- para autoconsumo

Para reducir e incluso suprimir las pérdidas ocasionadas en la cosecha, selección y demás manipulaciones posteriores, se deberán tener las siguientes precauciones:

- suprimir la alimentación uno o dos días antes de la cosecha
- realizar la cosecha preferentemente en horas tempranas de la mañana, aprovechando la temperatura más baja, excepto cuando el tiempo está nublado o lluvioso
- disponer de instalaciones adecuadas para la selección y mantenimiento de los peces cosechados para evitar que se lesionen
- lavarlos con abundante agua limpia antes de introducirlos en los recipientes de transporte

De acuerdo a las perspectivas de producción y colocación del producto se pueden realizar dos tipos de cosecha, total o parcial.

Total. Consiste en extraer todos los peces del estanque. Este se vacía totalmente o se baja el nivel de agua y se los extrae con una red de arrastre. El estanque puede tener una pileta o pozo de cosecha. El vaciado debe ser lento de manera que todos los peces acompañen el descenso del agua (se aconseja utilizar aireador para aportar oxígeno a los peces). La duración del procedimiento puede durar desde horas a días dependiendo del tamaño de los mismos. Es importante colocar una red en el tubo de desagüe para evitar escapes.

Parcial. Se extraen únicamente los peces deseados en calidad y cantidad. También se utiliza la red de arrastre procurando que el tamaño de malla sea lo suficientemente grande como para no capturar a los peces pequeños.

8.6.1. Maniobras en la cosecha

Las maniobras de operación para efectuar la cosecha de los peces, involucran diferentes artes de captura.

Red de arrastre. La red está montada entre la relinga superior con flotadores y una relinga inferior con plomos, de manera que durante la maniobras de pesca esta última se asiente sobre el fondo. El tamaño de la red debe ser como máximo entre una, a una vez y media el ancho del estanque.

- Cosecha sin vaciado- En caso de no disponer de agua para reposición, se deberá efectuar la cosecha sin vaciar el estanque. Se utiliza una red de arrastre con una luz de malla de entre 3 a 3.5 cm, ésta retendrá a los peces grandes y los chicos lograrán escapar. La maniobra de pesca comienza en la parte más profunda del estanque y culmina en la zona de menor profundidad, evitando lesiones en los peces.
- Cosecha con vaciado parcial- De disponer de poca agua, vaciar medio estanque y realizar la cosecha con red de arrastre de menos de 1 cm de luz de malla.

Nasas. Son artes rígidas, suelen tener una forma cilíndrica-truncocónica, su interior está provisto de uno o dos golletes truncocónicos que hacen de embudos e impiden la fuga de los peces que han entrado, la abertura interior tiene un diámetro cercano a las dimensiones de los peces que se quieren cosechar.

Atarraya. Es una red cónica que se lanza desde la orilla, desde una embarcación o dentro del agua si ésta es poco profunda. Al abrirse la red forma una especie de velo circular que aprisiona a los peces. Dicho velo va rodeado de un ancho dobladillo provisto de plomos que hacen cerrar la red.

9. Ejemplos en Uruguay

9.1. Pejerrey: módulo básico de producción de carne

El pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) (Foto 4) es una especie originaria de la cuenca del río de La Plata, río Paraná no más allá de Corrientes, aguas bonaerenses vinculadas a la cuenca del Salado y sur de Brasil.



Foto 4.
Pejerrey

Durante las primeras etapas la alimentación es planctívora con predilección por zooplancton (Cladóceros y Copépodos), a partir de entonces se observa un cambio hacia la piscivoría, pudiendo llegar al canibalismo. Se registran como rubros importantes entre las preferencias del pejerrey, camarones de agua dulce (*Palaemonetes argentinus*) y pequeños caracoles (*Littoridina*), así como restos de vegetales e insectos (Reartes, 1995).

El principal período de reproducción se produce entre agosto y noviembre, existiendo un pulso de puesta menor en marzo. La puesta (nº de huevos) varía en función del peso, una hembra de 150 g, puede producir un promedio de 1.200 huevos y una de 500 g alrededor de 13.000 (Carnevia, 2008).

Históricamente ha sido una especie de valor deportivo favoreciendo el turismo y por las características de la calidad de su carne (buena palatividad, inodora y gusto suave) le confieren a la especie importancia económica. Estas propiedades han potenciado la inquietud de su producción, a pesar de su poca rusticidad para el manejo, al poseer muy buena aceptación en el mercado.

El emprendimiento se plantea con una duración total de 18 meses transcurridos al momento de la cosecha, partiendo de la siembra de alevinos. Se desarrollará en un sistema sin circulación de agua, reponiéndose únicamente el volumen perdido por evaporación y filtración.

Los alevinos de pejerrey, se sembrarán a una densidad que oscilará entre 2.000 alevinos/Há, en caso de emprender una producción extensiva, a 20.000 alevinos/Há en un sistema intensivo.

Principales requerimientos del agua de cultivo:

Temperatura del agua: óptimo entre 10 y 25 °C

Oxígeno disuelto (O₂): mínimo 5 mg/l

pH: 7-8.5

Dureza total del agua: 90 - 205 mg/l CaCO₃

Nitrógeno amonio: 0.2 - 1.5 mg/l

Transparencia del agua (Secchi): 30 - 45 cm

1era Etapa. Alevinaje. Duración 60 días.

En el presente modelo se desarrollará la producción de carne de pejerrey en media hectárea (5.000 m²). Las dimensiones del estanque serán de 100 m x 50 m, con una profundidad máxima de 1.50 m y mínima de 0.70 m. El inicio de las actividades se plantea a mediados de agosto con la fertilización, aplicando 100 kg de abono orgánico y 40 cm de agua durante dos semanas. Se incluirá insecticida (Triclorfon) a razón de 1 g por m³ (200 g). Una semana previa a la siembra se completará el nivel de agua hasta alcanzar aproximadamente 70 cm.

Para las dimensiones del estanque propuesto, se estima una densidad de siembra de 1 alevín/m², lo que insumirá un total de 5.000 ejemplares asumiendo que al momento de la siembra tienen un tamaño aproximado de 25 mm de longitud y 0.11 g de peso promedio, en caso de provenir de un centro de producción de alevinos. Existe también la posibilidad de capturar la semilla de la naturaleza, debiendo prever que difícilmente se pueda coleccionar la cantidad deseada y que sean del mismo tamaño.

Luego de efectuada la siembra y a partir del día siguiente, se comenzará a suplementar con ración balanceada (50% de proteína) en polvo distribuida en 3 dosis diarias.

Semanalmente, mediante la captura de algunos ejemplares (aproximadamente el 10% de la población inicial), se realizarán muestreos (medición de largo y peso) lo que permitirá ajustar la cantidad de alimento de acuerdo al crecimiento de los peces. Esta tarea deberá efectuarse preferentemente en horas de la mañana, con precaución y rapidez para devolver los peces al estanque, a efectos de evitar el estrés y muerte de los animales.

La información obtenida y registrada en planillas (Figura 6) permitirá realizar los ajustes de alimento como fuera indicado anteriormente. Asimismo se deberá realizar el seguimiento diario de las variables ambientales como temperatura y Secchi (Figura 7).

2º Etapa. Engorde. Duración 16 meses.

Finalizada la etapa de alevinaje, para la que se estiman 60 días, se aumentará el nivel de agua, permitiendo a los peces distribuirse en la totalidad de la columna de agua. Se considera que si se ha realizado un buen manejo de los peces, la mortalidad en ambas etapas, apenas superará el 20%. El ajuste de alimento en este período se debe realizar cada 15 días y variará entre el 1% y 2% del peso de acuerdo a la temperatura del agua en relación directa. Se calcula una conversión promedio de 1.37:1 (kg alimento/kg pez). En esta etapa del cultivo se utiliza una ración estrusada, con pellets entre 4 y 5 mm de largo y con un 38% de Proteína Bruta.

3º Etapa. Cosecha.

Se procederá al vaciado del estanque, estimándose una cosecha de 540 kg de pejerrey, con un peso individual medio de 135 g, considerándose éste un peso apropiado para el ingreso al mercado. Estas cifras extrapoladas a 1 Há, darán un rendimiento de aproximadamente 1.080 kg.

En la Tabla 7 se plantea un cronograma de actividades que incluye las diferentes etapas de producción.

Tabla 7. Cronograma de operaciones para la producción de pejerrey en estanques.

	AÑO I															AÑO II					
	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	
Preparación del estanque	■	■																			
Siembra			■	■	■																
Alevinaje			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Engorde					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Cosecha																					■

9.2. Bagre negro: módulo básico de producción de carne

El Bagre negro (*Rhamdia quelen*) (Foto 5) habita en ríos, arroyos y lagos de la región central de Argentina, la región sudeste de Brasil y en todo el Uruguay. Es muy común en ríos y arroyos de poca corriente así como en lagunas, ya sea de fondo lodoso o firme, encontrándose en toda la columna de agua fundamentalmente en el fondo y en las orillas debido a sus hábitos alimenticios. En estado natural las hembras ovígeras se encuentran entre setiembre y diciembre, pudiendo desovar más de 100.000 huevos por kilo de peso, que luego son fecundados por el macho. Es una especie omnívora (alimentación variada), con clara tendencia carnívora, alimentándose de peces pequeños, crustáceos y otros animales bentónicos. Presenta muy buena calidad de carne, contando con un mercado regional en Argentina y Brasil.



Foto 5.
Bagre negro

El emprendimiento se plantea con una duración total de 18 meses transcurridos al momento de la cosecha, partiendo de la siembra de alevinos. Se desarrollará en un sistema sin circulación de agua, reponiéndose únicamente el volumen perdido por evaporación y filtración. Los alevinos de bagre se sembrarán a una densidad que oscilará entre 0.5 y 0.7 peces por m².

Principales requerimientos del agua de cultivo:

Temperatura del agua: óptimo entre 15 - 23° C

Oxígeno disuelto en el agua: mínimo 5 mg/l

pH: 7.5

Alcalinidad total: > 10 ppm

Dureza del agua: 50-100 mg/l CaCO₃

Nitrógeno amonio: < 0.5 1 mg/l

Transparencia del agua (Secchi): 30 - 40 cm

1era Etapa. Alevinaje. Duración 60 días.

Se plantea el cultivo en un área correspondiente a 1 há donde se dispone de 4 estanques de tierra de 60 m x 40 m (2400 m²) cada uno y una profundidad máxima de 1.5 m y mínima de 0.7 m. En esta etapa se utilizarán 2 de los 4 estanques previstos. El inicio de las actividades será a mediados de octubre (o bien en cuanto se disponga de la semilla durante la primavera). El número estimado de individuos para la siembra será entre 5.000 y 7.000 alevinos de 25 mm de longitud y entre 2 y 3 g de peso promedio. A partir del segundo día de la siembra se comenzará a ofrecer ración balanceada, con un porcentaje de proteína del 50%, a razón del 6% de la biomasa inicial distribuida en 3 dosis diarias.

Semanalmente se ajustará la cantidad de alimento de acuerdo al crecimiento de los peces. Se deberá realizar un seguimiento de las variables ambientales ya descritas.

2º Etapa. Engorde. Duración 16 meses.

Finalizada la etapa 1, se procederá a distribuir la población en los 4 estanques manteniendo las mismas condiciones. En esta etapa durante los meses de mayor temperatura se prevé un ajuste del alimento cada 15 días.

A partir del descenso de la misma (otoño invierno) el ajuste del alimento se realizará mensualmente, llevándolo al 1% diario de la biomasa existente en cada recinto. La conversión promedio se estima en 1.4:1 (kg alimento/ kg pez) (Salhi, 2004). El alimento balanceado a suministrar consiste en una ración de similares características a las descriptas en la especie anterior.

3º Etapa Cosecha.

Alcanzado el período estimado de 18 meses y según el objetivo planteado, podrá procederse a la cosecha parcial o total de los ejemplares mediante la disminución del volumen o vaciado total del agua de los estanques. Transcurrido dicho período se estima que los animales podrían promediar 800 g de peso. En esta etapa hay que considerar que el crecimiento tanto en longitud como en peso de los ejemplares en cultivo no es igual entre sí, por lo que también podría realizarse la cosecha de los individuos que alcanzaron el peso previsto y dejar la población remante hasta alcanzar el tamaño deseado. Con un manejo adecuado y transcurridas las etapas 1 y 2 se estima una mortalidad total aproximadamente del 20% de la población inicial. Por tanto se prevé una producción final entre 3.200 y 4.500 kg/Há.

En la Tabla 8 se plantea un cronograma de actividades que incluye las diferentes etapas de producción.

Tabla 8. Cronograma de operaciones para la producción de bagre negro en estanques

	AÑO I												AÑO II							
	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr
Preparación del estanque	■																			
Siembr		■																		
Alevinaje			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Engorde				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Cosecha																			■	■

Las semillas de pejerrey y bagre negro, así como de otras especies para cultivo pueden ser adquiridas en la estación de la DINARA localizada en Villa Constitución, Salto. Tel: 4764 2014

Página Web DINARA: <http://www.dinara.gub.uy>

10. Glosario de palabras claves en Acuicultura

El desarrollo exitoso de la Acuicultura depende de la implementación de tecnologías apropiadas así como de una constructiva interacción entre los acuicultores, las autoridades gubernamentales y las instituciones de investigación, empleando un lenguaje común y una adecuada terminología técnica (FAO, 2008).

Abiótico: Factor físico que influye en el desarrollo y/o la sobrevivencia de un organismo vivo.

Aclimatar: Ajuste de un organismo a nuevas condiciones ambientales.

Ácido: Sustancias capaces de reaccionar con bases en agua para formar sales. Se caracteriza por la liberación de iones hidrógenos en agua y su pH se localiza por debajo de 7.

Adulto: Cualquier animal que sea sexualmente maduro y haya alcanzado su crecimiento máximo.

Aireador: Equipo usado para introducir aire en el agua. Los aireadores pueden ser sistemas mecánicos, gravitacionales y de difusión.

Aeróbico: Condición o proceso donde está presente el oxígeno gaseoso.

Alcalino: Que tiene un pH mayor a 7.

Alevín: Estadio de desarrollo que comprende entre 3 y 5 cm de longitud total.

Anaeróbico: Condición o proceso donde no está presente el oxígeno gaseoso.

Artemia salina: Organismo del zooplancton ampliamente utilizado como alimento de larvas y alevines por sus amplias cualidades nutritivas.

Autóctono: Una especie nativa, especie indígena o autóctona es una especie que pertenece a una región o ecosistema determinados. Su presencia en esa región es el resultado de fenómenos naturales sin intervención humana.

Biomasa: Suma total de la materia de los seres que viven en un ecosistema determinado, expresada habitualmente en peso estimado por unidad de área o de volumen.

Bioseguridad: La bioseguridad pretende asegurar que el mantenimiento ecológico de tanto plantas como animales sea preservado. Esto engloba hábitats naturales, actividades empresariales (en especial la agricultura).

Biótico: Los factores bióticos de un ecosistema son aquellos que representan a los seres vivos del mismo, y se dividen en flora y fauna.

Bivalvos: Nombre para clase de moluscos acuáticos caracterizados por dos valvas calcáreas unidas por un ligamento flexible, incluye varias especies comestibles y cultivadas en acuicultura como mejillones, ostras, almejas, etc.

Bomba aireadora: Motor eléctrico sumergible cuyo eje se conecta con un propulsor el cual toma agua que es lanzada a manera de chorros, permitiendo el ingreso de aire.

Conversión de alimento: La conversión del alimento es el parámetro técnico que más se usa en la crianza de engorde para evaluar sus resultados. La sigla utilizada es CA (Conversión del alimento), es la relación entre la cantidad de alimento en kilos o en libras, que se necesita para producir un kilo o libra de carne, es convertir o transformar el alimento en carne.

Cultivo: Producción de animales o plantas.

Cultivos continentales: Cultivos que se desarrollan en ríos, lagos, embalses o cualquier cuerpo de agua dulce.

Cultivos marinos: Se desarrollan en el mar o en zonas en comunicación directa con éste (bahías, ensenadas, lagunas, rías, bocas de ríos), en agua salada o salobre.

Depredador: Se dice de un animal que caza otro para su alimentación.

Detritos: Residuos, generalmente sólidos, que provienen de la descomposición de fuentes orgánicas y minerales. Es materia orgánica putrefacta de la que seres vivos se alimentan. Generalmente viven en agua estancada, pantanos y se denominan saprófagos o saprófitos.

Disco de Secchi: Disco dividido en cuatro partes, blanco y negro, alternadas, que se utiliza para medir la claridad del agua midiendo la profundidad a la que ya no es visible desde la superficie.

Dormante / Latencia: Cualquier período/estadio durante el cual un organismo o algunos de sus órganos permanecen inactivos o su actividad se ve fuertemente reducida.

Eclosión: Acto o acción de abrirse un huevo en el que está integrado un nuevo ser vivo.

Ecosistema: Es una unidad donde se producen interacciones complejas entre sus componentes: biotopo (sustrato más características físicas y químicas) y biocenosis (todos los organismos).

Engorde: Cebar dar mucho de comer para lograr un peso determinado.

Especie exótica: Especie que no pertenece a la zona donde se pretende cultivar.

Especie invasora: Especie que logró asentarse y prosperar en un lugar que no es su hábitat original.

Eutrofización: Enriquecimiento natural o artificialmente acelerado de nutrientes en un cuerpo de agua, que conlleva a la reducción de oxígeno disuelto.

Fertilización: Preparación mediante el añadido de las sustancias apropiadas para que sea fértil el medio.

Fitoplancton: Pequeños organismos (microalgas) con capacidad de realizar fotosíntesis (productores primarios) con poca o nula capacidad de controlar su posición en la columna de agua.

Gameto: Célula sexual madura (óvulo o espermatozoide) haploide que se une con otro gameto del sexo opuesto para formar un cigoto diploide, esta unión es esencial para la reproducción sexual.

Gónadas: Órganos sexuales primarios, testículos y ovarios.

Hábitat: Lugar específico ocupado por un organismo con condiciones ambientales determinadas que satisfacen los requerimientos de ese organismo, una población o una comunidad.

Heces: Residuos de comida no digeridos, junto con residuos de secreciones, bacterias etc., que se expulsan del canal alimentario a través de la cloaca o ano.

Ictiófago: Que se alimenta de peces.

Jaula: Estructura utilizada para la cría, cerrada en el fondo y a los costados por un entramado de madera, malla o red. Permite el intercambio natural de agua a través de las paredes laterales y por el fondo de la jaula (definición de FAO)

Larva: Estado de peces desde la eclosión hasta el final de la dependencia de vitelo como fuente nutricional.

Nutrientes: Que proveen aquello necesario para el desarrollo, de origen orgánico como inorgánico.

Parásito: Que vive a costa de otro organismo de distinta especie.

Patógeno: Cualquier organismo que viviendo sobre o dentro de otro organismo le cause enfermedad.

Piscicultura: Cultivo de peces.

Plancton: Organismos de tamaños muy reducidos cuyo movimiento es errante en la columna de agua, su desplazamiento viene dado por los propios movimientos de esta.

Poiquilotermo: Individuo incapaz de regular la temperatura del cuerpo independientemente de la temperatura ambiental.

Productividad: Capacidad de producción por unidad de trabajo.

Productividad primaria: Cantidad total de materia orgánica que está formada en cierto tiempo por la actividad fotosintética de las plantas.

Ración extrusada: Tipo de ración elaborada mediante un proceso llamado de "extrusión" en el que las materias primas son sometidas a altas temperaturas, humedad y presión.

Reproductores: Organismos adultos maduros sexualmente, con capacidad de reproducirse.

Saco vitelino: Anexo embrionario que produce, transporta nutrientes y oxígeno hacia el embrión.

Semilla: Plantel de individuos a sembrar, generalmente se refiere a alevines.

Siembra: Liberación de los organismos (larvas o alevines) al medio de cultivo para su crecimiento y engorde.

Stripping: Técnica que consiste en realizar un masaje abdominal sobre individuos maduros sexualmente con la finalidad de extraer los gametos.

Stock de reproducción: Cantidad de peces maduros sexualmente, con capacidad de reproducirse en un determinado plantel.

Vaso de Chasse: Vasija de vidrio o acrílico utilizada para la incubación de huevos libres.

11. Bibliografía

CARNEVIA, D., Perretta, A. Letamendía, M., Delgado, G. 2009. "Manual de prevención de enfermedades en organismos acuáticos de cultivo". Facultad de Veterinaria (UDELAR)- DINARA- Proyecto FAO UTF/URU/025/URU. v. 200, p. 62.

CARNEVIA, Daniel. 2008. "Análisis de las oportunidades de cultivo de especies acuáticas en Uruguay". Proyecto Plan nacional de desarrollo de la acuicultura TCP/URU/3101. FAO-DINARA- MGAP.

FAO, 2008. "El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008". Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. ISBN 978-92-5-306029-0.

FAO, 2006. "Cultivo de peces en campos de arroz". Departamento de Pesca de la FAO. ISBN 978-92-5-305 605-7.

FAO, 1982. Informe de viaje de estudio (study tour) sobre acuicultura a: Argentina, Bolivia, Chile, Paraguay y Uruguay 12 de Noviembre - 20 de Diciembre de 1982. Departamento de Pesca de la FAO. 140 pg.

FAO Fisheries Department (2003) World Fisheries and Aquaculture Atlas. CD-ROM. Rome, FAO. 2nd ed. Información adicional en:
<http://www.fao.org/docrep/003/w4493s/w4493s00.htm>

HUET, Marcel, 1973. "Tratado de Piscicultura". ISBN: 84-7114-036-5.

LÓPEZ, Marta, Mallorquín, P. y Vega, M., 2003. "Genómica de especies piscícolas". Ed. Genoma España. Ref. Gen-Eso 3003. ISBN: 84-607-9254-4.

MEYER, Daniel. 2003. "Construcción de estanques". Manual Técnico. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
http://www.acuicultura.org/production/estanques_mas_info.htm

LUCHINI, L. y GUSTAVO WICKI. 1992. Experiencias de Engorde de Producción de Catfish Sudamericano *Rhamdia sapo*, con Variación de Fórmula Alimentaria. II Encuentro Venezolano Sobre Acuicultura. Pág. 173 180.

REARTES, J. L. 1995. "El Pejerrey (*Odonthestes bonariensis*): Métodos de cría y cultivo masivo". COPESCAL Documento Ocasional. No. 9. Roma. 1995. 35p

Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. ISSN 1695-7504
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>. Vol. VII, Nº 11, Noviembre/2006
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106.html>

Revista Gestión Técnica Nº 14. Fuente SAGYP 2002:
http://www.a-campo.com.ar/espanol/gest_tec/ges_tec14.htm

SALHI, M.; BESSONART, M.; CHEDIAK, G.; BELLAGAMBA, M.; CARNEVIA, D. 2004. Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen*, fry fed diets containing different protein and energy Aquaculture, v. 231 , p. 435-444, 2004.

