



Manual Básico de Piscicultura para Paraguay



Coordinación y Elaboración:

Dr. Edgar Daniel Balbuena Rivarola, *Consultor Nacional*

Equipo Técnico de apoyo Viceministerio de Ganadería:

Dra. Viviana María Ríos Morinigo

Colaboración:

Dr. Alejandro Flores Nava, *Oficial Principal de Acuicultura y Pesca para América Latina y el Caribe, FAO*

Jorge Meza, *Representante FAO Paraguay*

Angela Galeano, *Oficial de programas, FAO Paraguay*



PRÓLOGO

Desde el Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), institución del Poder Ejecutivo, como rectora de establecer políticas de desarrollo sostenible (ley 81/92) e Impulsar las políticas de estado relacionadas al ámbito agrario, en su afán de buscar alternativas de diversificación económica y el mejoramiento de la calidad de vida de la población, ha promulgado la Ley 3556/8 “Ley de pesca y acuicultura”.

En ese contexto el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), a través del Viceministerio de Ganadería, ha solicitado la asistencia técnica de la FAO, por la elaboración del “Plan Nacional de Desarrollo Sostenible de la Acuicultura en el Paraguay”, posteriormente se promulga la Ley 4050/10 “De Desarrollo Sostenible de la Acuicultura”. Gracias al mencionado Plan y siempre con el apoyo de la FAO se ha logrado formular el Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en el Paraguay, el cual se compone del Diagnóstico Acuícola del País, la Política Acuícola, las Estrategias y la Zonificación Acuícola Nacional. Asimismo el referido documento, permitió hacer visible la rápida expansión del sector acuícola de pequeña escala, y la urgente necesidad de contar con marcos institucionales y regulatorios que guíen un crecimiento ordenado, armónico y responsable de la actividad acuícola. La Política Acuícola Nacional, en reconocimiento de la importancia de la participación ciudadana en las decisiones que atañen al sector y a los recursos naturales en que se basa la producción, procesamiento y comercialización de productos acuícolas, promoverá, con el liderazgo del Viceministerio de Ganadería, la creación del Consejo Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible. El Objetivo general de la Política Nacional de Acuicultura es desarrollar la acuicultura aprovechando los Recursos Naturales en forma sostenible; integrando las actividades económico-productivas para optimizar el uso de los factores de la producción a fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de todos los sectores de la sociedad paraguaya.

Consecuentemente la producción natural de los cuerpos de agua en Paraguay ha llegado en el año 1997 en su máxima producción, visualizándose en los sucesivos años una tendencia decreciente en las extracciones. La producción acuícola reportada oficialmente hasta el 2007, presenta un incremento importante, pasando de menos de 100 toneladas en el 2000, hasta alcanzar más de 2000 toneladas en los años 2005 a 2007 (FAO, 2008).

En ese contexto, en Acuicultura podemos mencionar que por primera vez en el Censo Agropecuario Nacional (CAN) de 2008, se tuvo en cuenta a la producción acuícola, en el que se registraron 2.816 acuicultores y 6.660.340 mts² de espejo de agua explotados para la acuicultura la producción estimada es de 2099,95 toneladas/año (2004), un promedio de 8.000 kg/ha representado un valor global de 2.100.000 US\$, reportándose en zonas como el departamento de Caaguazú, según censo acuícola realizado en el 2010 por el Viceministerio de Ganadería, se pudo constatar un incremento en la producción del 100% con relación a los últimos datos oficiales. Se estima que se utiliza apenas un 10% de los recursos naturales existentes, con demandas insatisfechas en ambos mercados: interno y externo.

Cabe resaltar que la acuicultura de pequeña escala, es una actividad de rápida expansión en el país, pues tiene la característica de ser utilizada como herramienta importante para la seguridad alimentaria; y en este punto la mujer cumple un rol fundamental, atendiendo a que ella es la encargada de la alimentación, cosecha, procesamiento y comercialización de los productos, además de la preparación para el consumo familiar. La producción acuícola es extensiva, generalmente integrada (85%) y la semi-intensiva (15%), además se resalta que el 98% de los acuicultores son de pequeña escala, siendo la mayoría de ellos de seguridad alimentaria y solo 2% de mediano y gran porte. Las principales especies cultivadas son: 80% tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), el restante 20% distribuidos entre el pacú (*Piaractus mesopotamicus*), boga (*Leporinus spp*), sábalo (*Prochilodus scrofa*) y carpa (*Ciprinus carpio*) según el Diagnóstico del Sector Acuícola del Paraguay del año 2009.

Por lo expuesto precedentemente, y por los buenos resultados que se ha obtenido en un corto tiempo, se ha solicitado una vez más el apoyo de la FAO; para la elaboración del presente material, y que estamos seguros constituirá otra importante herramienta y por ende un aliado ideal para el afianzamiento del desarrollo del sector productivo; como también para los técnicos extensionista y de todas aquellas personas que quieran acceder a información técnica básica del Sector Acuícola en el Paraguay.

Dr. ARMIN E. HAMANN B.
Vice Ministro de Ganadería

ABG. ENZO CARDOZO JIMENEZ
Ministro de Agricultura y Ganadería

INDICE

Contenido	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	8
2. PORQUE IMPULSAR LA PISCICULTURA?	8
3. COMPONENTES BÁSICOS DE LA PISCICULTURA	9
3.1. Fuente de agua	9
3.2. Suelo	10
3.3. Topografía	11
3.4. Especies de Peces	11
3.5. Capital	14
3.6. Acceso a mercado	14
3.7. Acceso a servicios	15
4. SELECCIÓN DE SITIO DEL EMPRENDIMIENTO ACUICOLA	16
5. ASPECTOS INSTITUCIONALES Y NORMATIVOS	18
6. TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN	19
6.1. Producción extensiva	19
6.2. Producción semi-intensiva	20
6.3. Producción intensiva	20
6.4. Producción superintensiva	21
7. INFRAESTRUCTURA DE CULTIVO	21
8. PRUEBAS DE HABILITACIÓN DE ESTANQUES	25
8.1. Manejo de estanques	25
8.2. Manejo del agua	26
8.3. Manejo de peces	28
9. CALIDAD DE AGUA	33
9.1. Parámetros indicadores	33
9.2. Mediciones y control	36
10. ALIMENTACIÓN	38
10.1. Tipos de alimentos	38
10.2. Métodos de ofrecimiento de alimento	39
10.3. Cantidad y frecuencia de alimentación	40
11. ELABORACIÓN DE ALIMENTOS	42
11.1. Principios para elaborar dietas sencillas	42
11.2. Elaboración artesanal	43

12. SANIDAD DE LOS PECES	44
12.1. Prevención	44
12.2. Enfermedades más comunes	45
12.3. Otras causas de mortandades masivas	45
13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
14. ACRÓNIMOS	47
15. GLOSARIO	47
FOTOGRAFÍAS, TABLAS Y GRÁFICOS	
Foto N° 1. Canal alimentador de agua para una granja piscícola	9
Foto N° 2. Pacú (<i>Piaractus mesopotamicus</i>)	11
Foto N° 3. Surubí pintado (<i>Pseudoplatystoma coruscans</i>)	12
Foto N° 4. Surubí atigrado (<i>Pseudoplatystoma fasciatum</i>)	12
Foto N° 5. Carimbatá (<i>Prochilodus lineatus</i>)	12
Foto N° 6. Boga (<i>Leporinus obtusidens</i>)	12
Foto N° 7. Dorado (<i>Salminus brasiliensis</i>)	13
Foto N° 8. Tilapia nilótica (<i>Oreochromis spp</i>)	13
Foto N° 9. Inicio de la excavación de un estanque piscícola	18
Foto N° 10. Piscicultura extensiva	19
Foto N° 11. Vista de estanques destinados a producción semi-intensiva,	20
Foto N° 12. Vista de estanque destinado a producción intensiva de peces	20
Foto N° 13. Producción superintensiva en invernadero	13
Foto N° 14. Estanque construido con material de mampostería	22
Foto N° 15. Estanque construido de Mampostería o piedra.	22
Foto N° 16. Estanque construido de concreto	22
Foto N° 17. Estanque construido en suelo arcilloso.	23
Foto N° 18. Estanque impermeabilizado con material plástico.	23
Foto N° 19. Estanque impermeabilizado con suelo-cemento.	24
Foto N° 20. Estanque construido con fibra de vidrio.	24
Foto N° 21. Momento de llenado de estanque.	25
Foto N° 22. Estanque de piedra vacío, facilitado por el sistema de drenaje para el manejo del agua (Monje) para el vaciamiento del estanque	25
Foto N° 23. Estanque con reposición de arcilla en el fondo, para su mantenimiento.	26
Foto N° 24. Momento de aplicación de cal en un estanque.	27
Foto N° 25. Incorporación de abono orgánico diluido.	27
Foto N° 26. Proceso de aclimatación y siembra de alevines	28
Foto N° 27. Control visual durante la alimentación.	29
Foto N° 28. Captura para inspección visual.	29
Foto N° 29. Traslado de peces acuícola de un estanque a otro.	30
Foto N° 30. Cosecha parcial en un estanque.	31
Foto N° 31. Alevines embasados en bolsas plásticas para transporte	31
Foto N° 32. Transporte de peces en tanques abiertos.	32
Foto N° 33. Momento de la medición de la transparencia con el disco de secchi.	35
Foto N° 34. Kit de calidad de agua	36

Foto N° 35. Elaboración artesanal de alimento para peces.	38
Foto N° 36. Diferentes formas de presentación de alimento elaborado.	39
Foto N° 37. Suministro de alimento en forma manual	39
Foto N° 38. Suministro del alimento en comedero.	39
Foto N° 39. Ingredientes localmente disponibles para elaborar alimentos para peces.	42
Foto N° 40. Mezcla de alimentos	43
Foto N° 41. Pasta húmeda	43
Fotos N° 42-43. Molino de carne manual y bandejas de criba para secar	43
Foto N° 44. Examen visual de un ejemplar en el momento de su captura	44
Foto N° 45. Lesiones patológicas observadas en los peces.	45

Tabla N° 1. Intervalos deseados de los parámetros indicadores de la calidad de agua para la producción de peces de las especies producidos en piscicultura en nuestro medio.	10
Tabla N° 2. Impermeabilidad y tamaño de los diferentes tipos de partículas de suelo	11
Tabla N° 3. Consideraciones a tener en cuenta para la selección de las especies a cultivar	13
Tabla N° 4. Zonificación Acuícola Nacional de Paraguay (FAO-Viceministerio de Ganadería, 2009).	17
Tabla N° 5. Resumen de Zonificación por región/hectáreas	17
Tabla N° 6. Dosis aproximada de incorporación de abonos en estanques de producción de peces.	28
Tabla N° 7. Síntomas observados en peces en estanques de cultivo, probables causas y sugerencia de medidas correctivas de manejo.	37
Tabla N° 8. Ejemplo de una tabla de alimentación para tilapia sugerida por el Centro Regional de Acuicultura del Centro-Norte de Estados Unidos (Modificado de NCRAC www.ncrac.org)	41

Figura N° 1. Mapa de Zonificación Acuícola Nacional (información MAG/VMG – FAO)	16
Figura N° 2. Perfil de un estanque para la producción de peces en cautiverio.	24

1. Introducción

La producción animal y en particular la producción de organismos acuáticos ha formado parte del proceso de culturización humana, habiendo la interacción del hombre con el agua evolucionado hasta convertirse en tecnologías de manejo y generación de alimentos. En este sentido, la producción de biomasa en sistemas acuáticos, sea animal o vegetal y en agua marina o dulce, se denomina acuicultura. La producción acuícola lentamente está reemplazando a la pesca de captura en la provisión de alimento de origen acuático a nivel mundial.

La piscicultura, o producción de peces en medios hídricos naturales o artificiales controlados, ha evolucionado y adquirido importancia en el Paraguay, ubicándose en la actualidad dentro de las prioridades de los gobiernos Central, Departamental y Distrital, por lo que varios municipios han incluido dentro de su programa de asistencia a pequeños productores, el rubro piscicultura.

El incremento del interés por la piscicultura en el Paraguay se basa en:

1. Abundancia de recursos naturales existentes en el país.
2. Disminución significativa de las capturas en las pesquerías comerciales.
3. Incremento nacional en el consumo de pescado con mercado interno insatisfecho.
4. Posibilidad de obtener la mayoría de los insumos de producción a nivel local.

Con el apoyo de la FAO (2009) se han identificado y cuantificado las zonas apropiadas para la producción acuícola del país. Los datos generados indican que existen aproximadamente 19 millones de hectáreas aprovechables para la acuicultura en el Paraguay.

2. Porque impulsar la Piscicultura?

La producción controlada de organismos acuáticos ofrece diversas ventajas, como las que se señalan a continuación:

Beneficio Social: Los asentamientos humanos en la ribera de los ríos y lagos han permitido desde la antigüedad el desarrollo de las comunidades dependiendo del consumo y comercialización de los peces. En el mismo sentido, la acuicultura practicada en el sector rural evita el éxodo de la población local hacia grandes ciudades, siendo generadora de mano de obra local que requiere poco entrenamiento.

La piscicultura ocupa mano de obra para prácticamente todos los integrantes de la familia, en donde la mujer y los jóvenes se tornan económicamente activos, y los ancianos pueden participar en tareas sencillas contribuyendo a la integración familiar. La piscicultura también contribuye sustancialmente a la seguridad alimentaria y nutricional en las zonas rurales, además de ofrecer oportunidades de recreación y turismo.

Beneficio Económico: El ciclo corto de producción de la mayoría de las especies de peces tropicales, aunado a la facilidad del escalonamiento productivo y precios competitivos que alcanzan los productos acuícolas en los mercados locales e internacionales, permiten un rápido retorno del capital invertido; más aún cuando se considera la diversificación del cultivo, como

por ejemplo la producción de alevines para su venta, o el engorde de pre adultos hasta la talla de mercado. Así también, la acuicultura puede practicarse en terrenos no aptos para otras actividades agropecuarias, posibilitando alto rendimiento por unidad de superficie.

La acuicultura es una actividad fácilmente integrable a los sistemas agrícolas tradicionales con múltiples ventajas económicas y ambientales.

Las especies de peces utilizadas en la producción, en su mayoría son de eficiente conversión alimenticia y fisiológicamente tienen la capacidad de aprovechar subproductos y residuos agroindustriales y convertirlos en carne. Dichos aspectos son muy importantes pues contribuyen a reducir los costos de producción.

Beneficio Ambiental: La producción masiva de alevines a través de la piscicultura de repoblación, se utiliza como medida de mitigación de impactos generados por el hombre en cuerpos de agua naturales. Del mismo modo las granjas piscícolas al ofrecer al mercado pescado a precio competitivo, ayudan a disminuir la presión de pesca sobre las especies de alto valor económico en los ríos y lagos. En otro ámbito, los cuerpos de agua creados artificialmente con fines acuícolas, contribuyen a mantener la humedad en suelos adyacentes y en el ambiente con los beneficios asociados para flora y fauna en las zonas de influencia.

3. Componentes Básicos de una Piscigranja

3.1. FUENTE DE AGUA

La acuicultura debe desarrollarse en ambientes cuyas condiciones deben ser compatibles con las exigencias fisiológicas de la especie que se desea producir. Aunque parezca que todas las aguas son útiles para la acuicultura, en ciertos casos no reúnen los requisitos para los peces, lo cual se manifiesta en menor crecimiento o sobrevivencia.

En líneas generales las fuentes de abasto de agua deben reunir las condiciones mínimas de calidad para que los peces puedan desarrollarse y expresar un óptimo crecimiento, lo cual se traducirá en un alto rendimiento por unidad de superficie cultivada. Los orígenes del agua pueden ser superficial o subterránea, siendo los más comunes: surgente o manantial, arroyo, río, laguna, lago, tajamar y represa.



Foto N° 1. Canal alimentador de agua para una granja piscícola, proveniente de una fuente lejana.

a) Cantidad de agua requerida.

La cantidad de agua requerida depende de la envergadura del emprendimiento. Es importante cuantificar adecuadamente las necesidades de agua en función de: número y volumen de cada estanque; evaporación; captación de agua pluvial; filtraciones de los estanques y recambio de agua necesarios para mantener los estanques en condiciones adecuadas.

b) Indicadores de la calidad de agua para la producción de peces.

En cuanto a la calidad del agua, los indicadores deben estar dentro de los niveles apropiados para los peces, para garantizar la respuesta biológica de las especies de peces que se desea producir.

Tabla N° 1. Intervalos deseados de los parámetros indicadores de la calidad de agua para la producción de peces de las especies producidos en piscicultura en nuestro medio.

PARAMETROS	NIVELES DESEABLES
Temperatura	20 a 28 °C
Oxígeno disuelto	3 a 8 mg/l
CO ₂	5 a 10 mg/l
pH	6.5 a 8.5
Amonio no ionizado (NH ₃)	<0.1 mg/l
Nitrito	0.1 a 0.3 mg/l
Dureza	20 a 30 mg CaCO ₃ /l
Transparencia	20 a 55 cm

3.2. SUELO

El recinto acuático para la producción de peces debe ser impermeable al agua para mantener niveles adecuados durante el ciclo de producción. La selección del suelo para la construcción de la piscigranja, que reúnan las características de retención del agua, es un factor indispensable para abaratar los costos de producción, debido a los gastos en que el productor incurrirá si utiliza otros materiales impermeabilizantes. Los suelos que reúnen las características apropiadas para retener el agua son los arcillosos o arcillo – limosos.

El suelo es una estructura compleja compuesta por una mezcla de partículas de diferentes orígenes, agua y aire. Teniendo en cuenta la enorme complejidad de esta estructura, lo práctico es simplificar el estudio sobre el componente que determina la impermeabilidad al agua del suelo.

La capacidad de retención hídrica del suelo depende del tamaño de las partículas que lo componen. Las arcillas, el limo y la arena son los suelos finos que en la naturaleza se encuentran mezclados y de acuerdo a su proporción harán que el suelo tenga mayor o menor capacidad de retención de agua.

Tabla N° 2. Impermeabilidad y tamaño de los diferentes tipos de partículas de suelo

Tipo de suelo	Tamaño de partícula	Capacidad de retención de agua
Arena	Entre 0,05 a 2 mm	Está constituido por partículas gruesas, muy permeable al agua y su retención de humedad es escasa
Limo	Entre 0,005 a 0,05 mm	Están constituidas por partículas más pequeñas que la arena y dependiendo de su composición pueden ser más o menos permeables y retener cantidades de humedad variable.
Arcilla	Menores a 0,005 mm	Estas son la partículas más finas del suelo, tienen orígenes inorgánicos, son muy impermeable y se endurecen notablemente cuando se secan

3.3. TOPOGRAFÍA

La recomendación es que el terreno presente una leve pendiente (2 a 4%) para facilitar el manejo de agua por gravedad dentro de la instalación piscícola. En este sentido, el desnivel del terreno permitirá que el agua entre y se discurra del recinto acuático por gravedad.

3.4. ESPECIES DE PECES

En la actualidad la acuicultura se practica con un amplio número de especies de peces domesticadas y con buena respuesta en medios acuáticos controlados. En el Paraguay, se consideran de importancia acuícola a dos grupos:

a) Especies Autóctonas: Son aquellas que originariamente habitan los cuerpos de agua naturales del país; algunos ejemplos se ilustran a continuación:



Foto N° 2. Pacú (*Piaractus mesopotamicus*)



Foto N° 3. Surubí pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*)



Foto N° 4. Surubí atigrado (*Pseudoplatystoma fasciatum*)



Foto N° 5. Carimbatá (*Prochilodus lineatus*)



Foto N° 6. Boga (*Leporinus obtusidens*)



Foto N° 7. Dorado (*Salminus brasiliensis*)

b) Exóticas: Son especies procedentes de otras cuencas hídricas o regiones, que han sido deliberadamente introducidas por el hombre al país:



Foto N° 8. Tilapia nilótica (*Oreochromis spp*)

Tabla N° 3. Consideraciones a tener en cuenta para la selección de las especies a cultivar

Especies	Selección de especies para el cultivo en estanques	
	Atributos	Limitaciones
Pacú (autóctona)	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnología de cultivo dominada. - Adaptación al cultivo en cautiverio. - Rápido crecimiento. - Acepta alimento artificial (omnívora). - Soporta densidades altas de cultivo. - Buen sabor. - Existencia de una cultura de consumo. - Buen precio del producto. - Factibilidad de producir en policultivos. - Posibilidad de realizar en cultivos integrados en la finca. - Aceptación en mercados regionales e internacionales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Poca disponibilidad comercial de alevines. Precio de los alevines elevado. - Cultura de consumo de pacú en el país con tallas mayores a los 1,5 kg. - Falta de conocimiento de presentaciones alternativas de carne de pacú. - Poca disponibilidad de balanceados específicos para el pacú.

Especies	Selección de especies para el cultivo en estanques	
	Atributos	Limitaciones
Tilapia (exótica)	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnología de cultivo dominada incluida la reproducción - Rápido crecimiento - Adaptación a cultivo en cautiverio en nuestro medio - Acepta alimentos artificiales - Soporta densidades altas - Existe mercado interno - Factibilidad de producir en policultivo - Posibilidad de realizar en cultivos integrados en la finca - Posibilidades para la exportación 	<ul style="list-style-type: none"> - Precio elevado de los alevines - Alta competencia en precio y calidad del producto en el mercado, mas aun en el internacional
Boga, carimbatá, surubi (autóctonas)	<ul style="list-style-type: none"> - Tecnología de cultivo en desarrollo - Alta aceptación en el mercado local - Acepta alimentos artificiales 	<ul style="list-style-type: none"> - Escasa disponibilidad de alevines en el mercado nacional - Precio de alevines elevada - No se dispone de balanceado acorde a los requerimiento de los peces

3.5. CAPITAL

La acuicultura, al igual que otras zootécnicas requiere de un plan financiero ajustable a los fines que se persigue y la tecnología deseada. Se deben considerar los recursos necesarios para emprender la unidad de producción que se pretende. Los mayores costos comprenden:

- Terreno.
- Infraestructura de abastecimiento de agua.
- Construcción de estanques.
- Equipo y red de energía.
- Equipo de operación y de transporte.
- Capital de trabajo (Adquisición de alevines Alimento, mano de obra).

La implementación de la producción se facilita cuando se dispone de algunos de los recursos mencionados, más aun cuando el terreno con fuente de agua es propio.

3.6. ACCESO A MERCADO

En nuestro país la disminución de la producción natural de peces en ríos, arroyos y lagos, como así también, los altos costos de la carne bovina en los mercados, ha generado la tendencia al consumo de la carne de peces, lo cual, ha abierto oportunidad para nuevos mercados al producto.

El mercado a nivel nacional está dado por supermercados, restaurantes, “pesque y pague”, el “agroshopping” y consumidores de la población de los centros urbanos especialmente en el departamento Central, Alto Paraná e Itapúa. En la región, los principales compradores son Brasil y Argentina; mientras que a nivel global, entre los grandes compradores se encuentran EE.UU., España, China, Canadá y Taiwán.

El mercado del pescado presenta grandes perspectivas de crecimiento a nivel nacional,

teniendo en cuenta el consumo per cápita de la población 5 kg/hab/año (consumo total 30.000 toneladas/año aproximadamente) y la producción de solamente 18.000 toneladas/año de las explotaciones acuícola y pesquera nacionales.

Así también, el mercado internacional está abierto para la venta del producto, como en el caso de España, cuyos inversionistas están financiando una parte de la producción en fincas paraguayas, facilitando al productor alevines y balanceado, con la condición de la venta del producto a los mismos, para su exportación en dicho mercado.

Los peces se ofrecen en el mercado en diferentes presentaciones, pero las más aceptadas son el entero eviscerado y el filete (carne sin hueso), tanto fresco como congelado. Así también los consumidores aprecian la presentación en rodajas. Además, la venta de los peces vivos para "pescue y pague" ha tomado un interesante aumento recientemente, siendo una opción más de mercado a los productores.

3.7. ACCESO A SERVICIOS

El interés que ha demostrado el Gobierno Nacional por el rubro, llevando adelante el Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible, despertó el interés de la población y de inversionistas e instituciones Gubernamentales, no gubernamentales y organismos de cooperación, para iniciar un proceso de instalación de servicios básicos para el desarrollo del sector.

En este sentido, se cuenta en la actualidad de instalaciones de alevinaje en los siguientes Departamentos:

- | | |
|---------------|--|
| - Central | Facultad de Ciencias Veterinarias /UNA. |
| - Concepción | Facultad de Ciencias Veterinarias Cede Concepción /UNA. |
| - Cordillera | Centro de alevinaje del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Construido por el Gobierno de Taiwán. |
| - Ñeembucú | Universidad de Pilar. |
| - Caaguazú | Empresa Hildebran. |
| - Misiones | Entidad Binacional Yacyretá. |
| - Alto Paraná | Entidad Binacional Itaipú. |
| - Paraguari | Empresa Eco Pez. |

Así también, la provisión de alimentos acuícolas en el país es aun limitada pues solo se dispone en la actualidad de una empresa proveedora. No obstante, se cuenta con productos importados del Brasil que se está utilizando en algunos sectores del país, especialmente Alto Paraná e Itapúa.

El auge de la piscicultura en nuestro país generó la creación de empresas dedicadas a la construcción de estanques e instalaciones Piscícolas. Además, de empresas dedicadas a la importación de equipos y materiales de Piscicultura

Los exámenes ictiopatólogicos y de calidad de agua los realiza la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Asunción, siendo hasta la actualidad la única Institución que efectúa dicho servicio. Así también, dicha Casa de Estudios contempla en su plan curricular la asignatura Piscicultura y gradúa anualmente un número importante de profesionales que el inversionista puede contratar para el desarrollo del rubro.

4. Selección de Sitio para el Emprendimiento Acuícola

El éxito en la producción acuícola depende en mucho de la elección correcta del sitio del emprendimiento. Para seleccionar el área o terreno es importante disponer de la mayor cantidad posible de informaciones acerca de la zona donde se ubicarían las instalaciones. Considerar la disponibilidad de agua, tipo de suelo, topografía del terreno, acceso, mano de obra local, servicios básicos (agua, electricidad, comunicación) y tipo de prácticas agrícolas.

Zonificación: En consecuencia del auge de la acuicultura y el interés de las autoridades departamentales y distritales, el Viceministerio de Ganadería ha realizado los estudios pertinentes y definido los territorios adecuados para la práctica de la producción de organismos acuáticos. De acuerdo a las potencialidades observadas de cada lugar, se caracterizó los predios y agrupados para forman parte de lo denominado Zonificación Acuícola Nacional (Figura N° 1)

Figura N°1: Mapa de Zonificación Acuícola Nacional (información MAG/VMG – FAO)

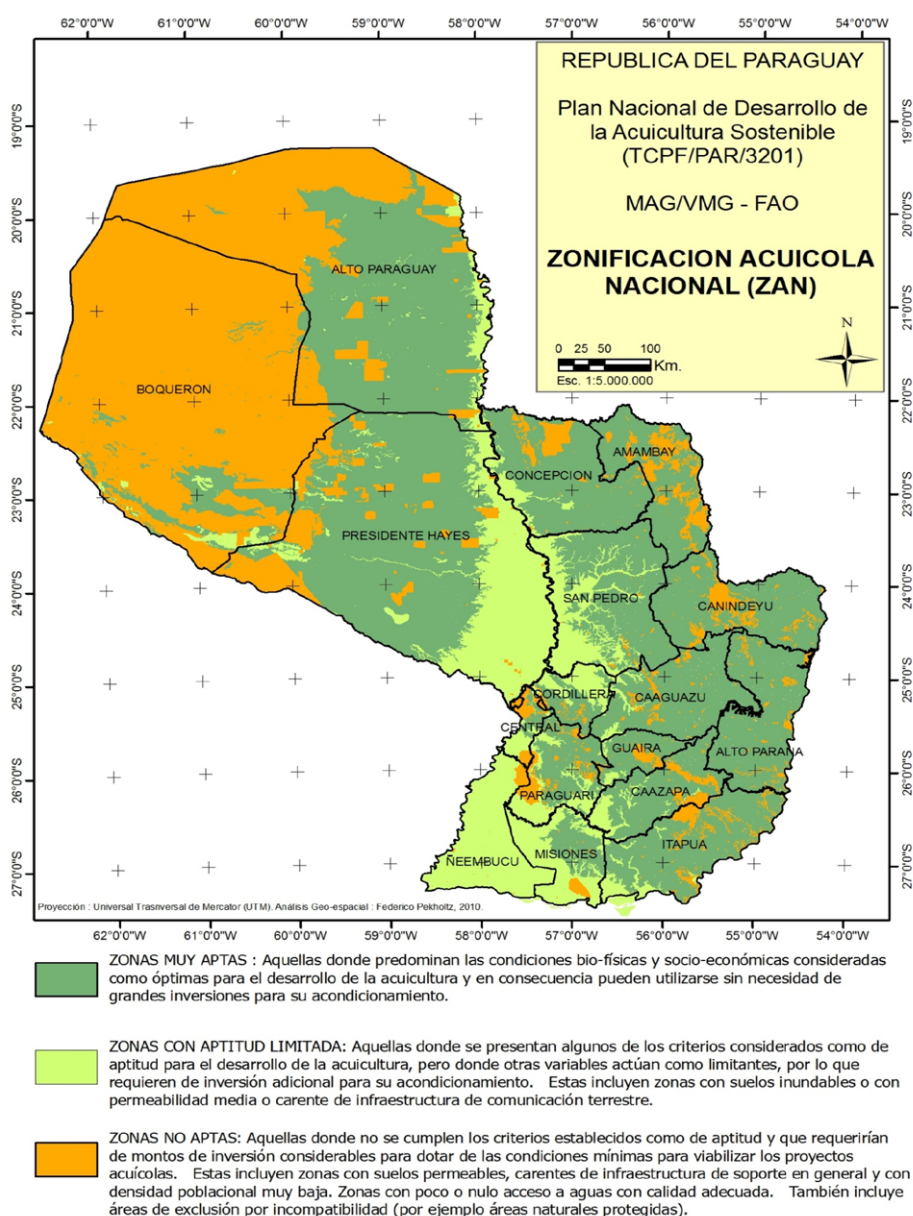


Tabla N° 4. Zonificación Acuícola Nacional de Paraguay
(FAO-Viceministerio de Ganadería, 2009).

Departamentos	Clases de Aptitud (hectáreas)					
	Muy Aptas	%	Aptitud Limitada	%	No Aptas	%
Concepción	1.507.379	7,5	151.952	2,6	176.648	1,3
San Pedro	1.338.359	6,7	687.463	11,9	22.326	0,2
Cordillera	220.028	1,1	220.053	3,8	30.965	0,2
Guairá	309.979	1,5	32.318	0,6	53.405	0,4
Caaguazú	1.157.006	5,8	64.189	1,1	70.121	0,5
Caazapá	696.754	3,5	134.790	2,3	104.179	0,8
Itapúa	1.186.283	5,9	97.494	1,7	186.656	1,3
Misiones	267.329	1,3	525.862	9,1	37.368	0,3
Paraguarí	470.923	2,4	264.274	4,6	132.261	1,0
Alto Paraná	1.289.809	6,4	88	0,0	95.664	0,7
Central	63.122	0,3	95.361	1,7	83.379	0,6
Ñeembucú	-	-	1.106.245	19,2	36.442	0,3
Amambay	937.691	4,7	1.019	0,0	326.400	2,3
Canindeyú	1.286.657	6,4	8	0,0	221.294	1,6
Presidente Hayes	4.509.246	22,5	1.999.887	34,6	839.154	6,0
Alto Paraguay	772.709	3,9	135.269	2,3	8.001.464	57,6
Boquerón	3.994.354	20,0	257.282	4,5	3.471.973	25,0

Análisis Geo-Espacial: F. Pekholtz. 2010.

Tabla N° 5. Resumen de Zonificación por región/hectáreas

Paraguay	Zonificación						Total País
	Muy Aptas (ha)	%	Aptitud Limitada (ha)	%	No Aptas (ha)	%	
Región Oriental	10.731.312	68,4	3.381.115	21,6	1.577.105	10,1	15.689.533
Región Occidental	9.276.308	38,7	2.392.437	10,0	12.312.591	51,3	23.981.335,5
TOTAL	19.787.593	50,5	5.553.498	14,2	13.858.732	35,4	39.199.822,8

En la selección de sitio es muy importante considerar el acceso permanente al sitio del proyecto, así como el acceso a servicios de soporte para provisión de electricidad e insumos, como así también que la topografía permita el manejo de agua por gravedad (pendiente de 2 a 4 %) y compatibilidad con las otras producciones o uso de tierra.



Foto Nº 9. Inicio de la excavación de un estanque piscícola. Nótese el suelo negro característico de alta presencia de materia orgánica.

5. Aspectos Institucionales y Normativos

La producción de animales acuáticos y en especial la piscicultura es hoy regida por normativas claras que facilitan su implementación. Son el Viceministerio de Ganadería del Ministerio de Agricultura y Ganadería, SENACSA y la SEAM las entidades responsables de fomentar y regular la actividad acuícola y la pesca. Además, en la generación de conocimientos y capacidades, intervienen las universidades, y en particular la Universidad Nacional de Asunción a través de la Facultad de Ciencias Veterinarias.

En el ámbito particular y de acuerdo a la ley 3556/2008 y su reglamentación:

El Viceministerio de Ganadería a través del Departamento de Pesca y Acuicultura fija las políticas de pesca y acuicultura en el Paraguay. En el contexto promueve la investigación, extensión, desarrollo y mejoramiento de la producción acuícola. También es responsable de la difusión y adopción de los conocimientos tecnológicos generados y de apoyar la implementación de proyectos productivos. Además la Ley 4050/2010 faculta al Viceministerio a impulsar el desarrollo sostenible de la acuicultura.

El Servicio Nacional de Salud y Calidad Animal (SENACSA), acorde con el mandato y disposiciones de la ley tiene competencias para establecer la política de la sanidad animal, calidad e inocuidad de la fauna íctica, de la acuicultura y sus actividades conexas. Tiene atribuciones de prevenir, controlar y erradicar enfermedades de la fauna ictícola, controlar y certificar la sanidad de las especies ictícolas; la calidad e inocuidad de los productos acuícolas, inspeccionar, registrar y fiscalizar establecimientos de procesamiento; almacenamiento y comercialización de productos pesqueros y de la acuicultura, entre otros de organización laboratorial y autorizaciones de importación y exportación de productos de acuicultura y pesca.

La Secretaría del Ambiente (SEAM) interviene en las áreas de su competencia institucional según su creación y de la ley de Pesca y Acuicultura. Está facultada para establecer mecanismos de protección de los hábitats para los peces, llevar el registro general de pescadores y disponer

de medidas de protección de las especies en peligro de extinción, entre otras de índole pesquero.

La articulación interinstitucional, los mecanismos de trabajos juntos y la disponibilidad de técnicos confiables son fundamentales para garantizar una productividad predecible y la consecuente sostenibilidad de las unidades productivas acuícolas en el país. En dicho aspecto, se considera importante el accionar vinculante del Viceministerio de Ganadería, SENACSA, SEAM y las instituciones académicas y de investigación.

El productor debe tener en cuenta que acorde a la reglamentación de la ley N° 3356, no se requiere de evaluación de impacto; ni cuestionario ambiental básico para iniciar una producción piscícola hasta 5 hectárea de cuerpo de agua.

6. Tecnología de Producción

La producción acuícola puede ser implementada en una amplia diversidad de sistemas y niveles de tecnología. Esto es, la acuicultura, por su nivel de intensificación (a su vez dada por la escala tecnológica), puede ser extensiva, semi-intensiva e intensiva. Sus características se presentan a continuación:

6.1. PRODUCCIÓN EXTENSIVA

La densidad de siembra (cantidad de organismos sembrados por unidad de superficie o volumen) es baja a muy baja, entre 0,1 y 0,3 organismos por m² (1 a 3 por cada 10 m²) lo que puede variar dependiendo del nivel de productividad natural (cantidad de alimento natural presente). En estos sistemas no se realizan grandes adecuaciones a la infraestructura (Foto N° 10) y el manejo que recibe el agua y los peces es mínimo. En esta práctica, básicamente se siembra los peces, los cuales se alimentan de lo generado en el ambiente natural, se aguarda el tiempo requerido para que alcancen su talla de mercado y luego se cosecha. En la mayoría de los casos, las granjas extensivas dependen del suministro de semilla (alevines o juveniles) de fuentes externas.



Foto N° 10 Vista parcial de un estanque (5 ha.) utilizado en piscicultura extensiva.

6.2. PRODUCCIÓN SEMI-INTENSIVA

La densidad de siembra es superior, siendo de 2 peces/m² en estanques, dependiendo del nivel de productividad natural y del acceso a alimento suplementario, pudiendo llegar a 4 organismos/m². La dependencia del pez por el alimento balanceado en estos sistemas es mayor, alcanzando un 80% del alimento consumido, mientras que el 20% restante es obtenida de forma natural (fertilización directa o indirecta). Estos sistemas requieren de un mayor manejo hidráulico, con la necesidad de recambiar el agua en los estanques por bombeo o gravedad, con tasas diarias o semanales, dependiendo de la especie cultivada, de entre 2 y 20% requieren de un mayor control de la calidad del agua y, en algunos casos, incluyen aireación mecánica o eléctrica (Foto N° 11).



Foto N° 11. Vista de estanques destinados a producción semi-intensiva,

6.3. PRODUCCIÓN INTENSIVA

Las densidades de siembra y engorda son muy elevadas, pudiendo superar las decenas de kilos por metro cuadrado. Los peces en cultivo son dependientes en un 100% de alimento suplementario (balanceados de alto tenor proteico) y el ambiente es monitoreado y equilibrado artificialmente con aireación mecánica o eléctrica permanente y altos niveles de recambio hidráulico (Foto N° 12). El rendimiento por unidad de área o volumen es muy superior y los costos de producción son relativamente elevados.



Foto N° 12 Vista de estanque destinado a producción intensiva de peces.

6.4. PRODUCCIÓN SUPERINTENSIVA

La acuicultura se realiza en ambiente físico controlado, en densidades que superan 100 kg/m^3 complementado por instalaciones complejas y se trabaja con especies bien adaptadas al desarrollo en cautiverio (Foto N° 13). El nivel de manejo es exigente, control permanente de la calidad de agua con suministro de oxígeno líquido o alta aireación y la provisión de alimento es completo de acuerdo a la exigencia de la especie.



Foto N° 13. Producción superintensiva en invernadero.

7. Infraestructura de Cultivo

1. ESTANQUES

El estanque es un recinto acuático poco profundo (1.0-2.5m) con entrada y salida de agua controladas, construido para cultivar organismos acuáticos. Se lo confunde comúnmente con piscina, laguna y tajamar. En cuanto a la forma, la mayoría de los cuerpos de agua pueden ser útiles para acuicultura si las condiciones ambientales son las adecuadas, pero los cuerpos de agua rectangulares ofrecen varias ventajas, principalmente para el manejo hidráulico y de la cosecha.

Los estanques pueden ser construidos de diferentes materiales, los cuales están relacionados con el tipo de suelo local y la disponibilidad de elementos de construcción al alcance del productor. A continuación se presentan ejemplos de estanques construidos en Paraguay con diversos materiales disponibles en el país:

a) Material cocido: Recintos con paredes y fondo construidos con ladrillo y revestido con arena, cal y cemento. En ciertos casos el fondo es impermeabilizado con arcilla (Foto N° 14)



Foto N° 14. Estanque construido con material de mampostería

b) Mampostería: Paredes construidas con piedra colocada y revestida con arena, cal y cemento. Por lo general en este tipo de estanque, el fondo está compuesto de arcilla compactada (Foto N° 15).



Foto N° 15. Estanque construido de Mampostería o piedra.

c) Concreto: Paredes y fondo hecho con arena, cemento, cal y varilla (Foto N° 16)



Foto N° 16. Estanque construido de concreto.

d) Arcilla: Taludes y fondo de arcilla, generalmente se aprovecha suelos arcillosos o las arcillas acopiadas y transportadas en los sitios de construcción (Foto N° 17).



Foto N° 17. Estanque construido en suelo arcilloso.

e) Excavaciones revestidas con plásticos o geomembranas: En sitios arenosos o muy permeables, las paredes y fondo se revisten con material plástico o geo-textiles comercialmente disponibles con diferentes densidades y espesor (Foto N° 18).



Foto N° 18. Estanque impermeabilizado con material plástico.

f) Excavaciones revestida con suelo-cemento: En sitios con suelo permeable pero firme (de alta compactación), pueden perfilarse estanques y revestirse con suelo cemento (mezcla de suelo local con cemento y cal para producir un efecto cementante e impermeable) que ocasionalmente es reforzado con alambre tejido (Foto N° 19).



Foto N° 19. Estanque impermeabilizado con suelo-cemento.

g) Fibra de vidrio: Construidos principalmente para piscinas, compuesto de fibra de vidrio moldeado, lijado y pintado. Recinto pequeño pero útil en piscicultura (Foto N° 20).

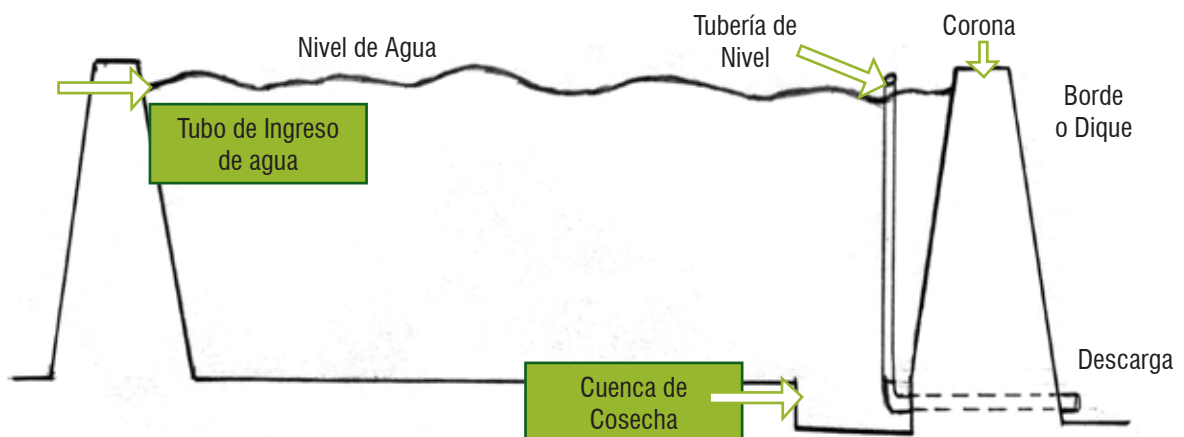


Foto N° 20. Estanque construido con fibra de vidrio.

En el enfoque de producción familiar y comercial el material más utilizado es la arcilla, para ello se elige los lugares con suelo arcilloso. Los estanques de arcilla son económicos y ofrecen la ventaja de simular el ambiente natural para los peces.

En la construcción de estanques, independientemente del material que se utilice, deben considerarse los elementos que se esquematizan en la siguiente figura:

Figura N° 2. Perfil de un estanque para la producción de peces en cautiverio.



8. Pruebas de Habilitación de Estanques

8.1. MANEJO DE ESTANQUES

Los recintos acuáticos proyectados para su uso en acuicultura deben ser probados en su funcionalidad y resistencia:

a) Prueba de impermeabilidad: Es la acción mediante la cual se prueba la resistencia del material y su impermeabilidad, a través del llenado del estanque justo después del tiempo de fraguado (variable de acuerdo con el material utilizado). Los estanques de material cocido o concreto requieren tiempos cortos, en cambio los periodos de ajuste para la arcilla puede alcanzar hasta tres meses. El periodo de prueba culmina cuando el estanque no exhibe ninguna pérdida o ésta es mínima y controlable, excluida la evaporación.

b) Llenado: La incorporación de agua en los recintos no debe ser con tanta presión como para socavar el lugar de caída, ni tampoco tan lento que su llenado se haga muy prolongado. Esto depende del tamaño del estanque, del diámetro del tubo de alimentación y del equipo de bombeo, en su caso (Foto N° 21). Como regla general, por cada pulgada de diámetro de entrada, debe haber al menos 2 pulgadas de salida para facilitar el vaciado y evitar el deterioro de los peces en la cosecha. .



Foto N° 21. Momento de llenado de estanque.



c) Vaciado: La descarga del agua que se realiza se facilita por tipo de desagües construidos en los cuerpos de agua. Los sistemas de monje y tubo móvil son los mejores para controlar el nivel deseado (Foto N° 22).

Foto N° 22. Estanque de piedra vacío, facilitado por el sistema de drenaje para el manejo del agua (Monje) para el vaciamiento del estanque

d) Mantenimiento: Los estanques pueden alcanzar vida útil por más de veinte años, dependiendo de los mantenimientos realizados. Los cuidados a realizar son principalmente dos: Reparación de taludes y retiro de material sedimento del fondo. Dichas operaciones se deben ejecutar por lo menos una vez al año, dependiendo de la firmeza de la arcilla del lugar y de la intensidad del cultivo (Foto N° 23).



Foto N° 23. Estanque con reposición de arcilla en el fondo, para su mantenimiento.

e) Desinfección: El estanque, después de la cosecha y vaciado, contiene componentes biológicos no deseados (bacterias, hongos, insectos, , etc.) que requieren ser eliminados para iniciar un nuevo ciclo. En la práctica, la utilización de cal viva (100 a 200 g/m²) es lo más útil y económico. Una alternativa efectiva es el secado total de diques y fondo, por exposición al sol por lo menos por una semana y la remoción de residuos (lodo orgánico) del fondo.

8.2. MANEJO DE AGUA

El agua destinada a la acuicultura debe mantener la concentración adecuada de nutrientes para promover la productividad primaria (alimento natural basado en fitoplancton) al mismo tiempo debe ser apta para que los peces se desarrollen adecuadamente. Dos formas prácticas de promover la productividad primaria, son el encalado y el abonado o fertilización.

a) Encalado: Los estanques construidos en suelos ácidos o bajos en alcalinidad (concentración de carbonatos en el agua), generan aguas con características que no favorecen el florecimiento del fitoplancton, al tiempo que pueden inducir stress ácido a los organismos en cultivo. Teniendo en cuenta este aspecto, se requiere de la incorporación de cal en los estanques de acuicultura. Por dicho motivo se considera importante analizar el agua para determinar el nivel de dureza y alcalinidad para decidir si es conveniente la incorporación de cal al cuerpo de agua.

En los estanques nuevos y aquellos en uso que están vacíos, la aplicación de cal puede realizarse antes del llenado, a manera de corregir el pH del agua al momento de cargado (Foto N° 24). Los estanques con peces pueden también recibir cal apagada o agrícola para estabilizar las variaciones de niveles ácidos que se pudieran presentarse.

La dosis recomendada oscila entre 20 a 50 g por metro cuadrado de estanque y aplicado en forma diluida y distribuyendo uniformemente en todo el estanque (ver anexo A).



Foto N° 24. Momento de aplicación de cal en un estanque.

b) Abonado o fertilización: El abonado consiste en incorporar nutrientes en el medio acuático para favorecer la producción biológica y potenciar la cadena alimenticia en los estanques. En acuicultura se utilizan dos tipos de abono, el orgánico y el químico. Cuando se utiliza el orgánico (estiércol de aves, cerdos, bovinos) la adición de carbono, fosfatos y nitratos que se liberan de los estiércoles, incrementan la disponibilidad de nutrientes necesarios para la fotosíntesis y el incremento de alimento natural para los peces.

El abonado es el proceso más fácil y económico para aumentar la producción de alimento natural en el medio acuático. Su aplicación es sencilla, el abono orgánico o químico debe ser bien disuelto en un recipiente, dejarlo destapado en contacto con el aire por lo menos 8 horas, agitando la mezcla periódicamente para que la oxidación de la materia orgánica se produzca antes y no en el estanque (pues lo anterior podría abatir drásticamente los niveles de oxígeno en el agua) y luego esparcir el sobrante (la parte líquida) por todo el estanque lo más uniforme posible (Foto N° 25).



Foto N° 25. Incorporación de abono orgánico diluido.

Tabla N° 6. Dosis aproximada de incorporación de abonos en estanques de producción de peces.

Tipo de fertilizante	Origen/fuente	Dosis diaria (gr. x m ²)
Abono orgánico	Estiércol de vaca	9.5 a 20
	Estiércol de gallina ponedora	4.5 a 8.5
	Estiércol de cerdo	4.5 a 15
Abono químico	Sulfato de amonio	7.5 a 9.5
	Super fosfato triple	15 a 25
	Nitrato de amonio	0.5 a 2.5

8.3. MANEJO DE PECES

a) Siembra: En la producción de peces la liberación de los alevines en los estanques de producción, es la actividad de manejo mas critica. Esto es debido a que los peces no regulan su temperatura corporal (son poiquilotermos), por dicho motivo la influencia del ambiente externo es determinante en su fisiología, pudiendo causar la muerte si no se toman las precauciones debidas.

La liberación correcta de los alevines conlleva la aclimatación de los mismos al nuevo ambiente donde serán incorporados, esta adaptación se debe enfocar a la nivelación de la temperatura del agua del recipiente de traslado, con el del estanque en forma gradual (foto N° 26) .



Foto N° 26. Proceso de aclimatación y siembra de alevines.

b) Inspección visual diaria: La observación diaria de la conducta de los peces, principalmente durante la alimentación, es importante para detectar situaciones anormales en la población del estanque. Los peces domesticados presentan patrones de movimientos en el agua que indican situaciones que ponen en peligro la sobrevivencia o disminución en la respuesta biológica deseada.

Lo ideal y recomendable es recorrer y observar los estanques a primera hora de la

mañana antes de la salida del sol y en los horarios de alimentación. Para ello se considera fundamental disponer de alimento, pues los peces vendrán en la superficie para tomarlo (Foto N° 27).



Foto N° 27. Control visual durante la alimentación.

c) Capturas para control: En los estanques de alevinaje y engorde se recomienda realizar capturas de control y registros biométricos cada mes. Dicha práctica favorece para realizar los ajustes de alimentación, lo cual permitirá ofrecer la cantidad adecuada de alimento acorde a la biomasa estimada para cada cuerpo de agua (Foto N° 28).

Otro aspecto incluido es el control sanitario. En los momentos de captura, el profesional o técnico tiene la posibilidad de observar detenidamente a una muestra de peces y detectar casos patológicos que podrían poner en riesgo la vida de todos los peces en el estanque. En esta práctica, las parasitosis externa, lesiones bacterianas y presencia de hongos se pueden observar a simple vista y aquellas sospechosas de otras enfermedades se pueden remitir al laboratorio.



Foto N° 28. Captura para inspección visual.

d) Traslado: Mover los peces de un estanque a otro cuando sea necesario (separación por tallas o lotes, por ejemplo), es un manejo rutinario en un centro piscícola. El traslado se puede realizar utilizando camillas, tanques, baldes o bolsas plásticas (Foto N° 29). Al movilizar los individuos, sin importar el tamaño, debe evitarse la manipulación excesiva e innecesaria, siendo ideal disponer de un guante de algodón o toalla para manipular los ejemplares.

Los animales acuáticos son muy sensibles a la manipulación por la cubierta mucosa que tienen y les sirve de defensa, de tal forma que al ocasionar lesiones sobre ella, se predispone a la entrada de gérmenes patógenos. Por eso se debe trasladar los peces solo cuando realmente es necesario.

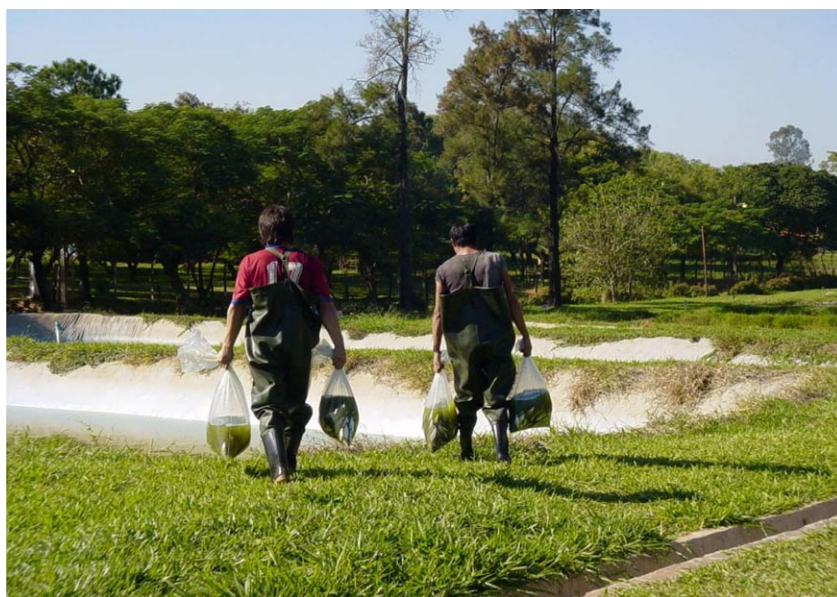


Foto N° 29. Traslado de peces dentro del emprendimiento acuícola de un estanque a otro.

e) Cosecha: En un centro piscícola, los peces se cosechan cuando han alcanzado el tamaño deseado por el productor. En una granja productora de alevines, la colecta se realiza cuando los pececillos han alcanzado el tamaño de siembra para la siguiente fase productiva (entre 3 y 10 cm, dependiendo de la especie), en cambio los peces de engorde se capturan cuando han alcanzado el tamaño comercial y son destinados a la faena.

La cosecha la puede ejecutar el productor de dos formas:

Cosecha total: Consiste en retirar todos los peces que se encuentran en el estanque. Dicha práctica se realiza para: Consumir, comercializar y manejo o traslado preventivo por invasión de especies no deseadas o predatoras. La cosecha total generalmente se acompaña con el vaciado y secado del estanque.

Cosecha parcial: La captura de una parte de la cantidad de ejemplares del recinto se considera cosecha parcial. Esta se efectúa para consumo periódico, monitoreo y evaluación, traslado para alivianar la carga poblacional, ventas parciales, ajustes de ración, selección de reproductores, etc. La pesca parcial puede realizarse con atarrayas o redes de arrastre y generalmente no se requiere bajar el nivel del agua del estanque (Foto N° 30).



Foto N° 30. Cosecha parcial en un estanque.

f) Transporte: El movimiento de los peces puede realizarse a través de sistemas cerrados o abiertos. El sistema cerrado consiste en que los ejemplares son ubicados en recipientes o embalajes herméticamente cerrados, se crean ambientes apropiados en el interior que garantizan la sobrevivencia durante el transporte. El material más utilizado en la actualidad es la bolsa plástica insuflada con oxígeno (foto N° 31), en la cual se transportan principalmente alevines y en algunos casos ejemplares adultos.



Foto N° 31. Alevines embasados en bolsas plásticas para transporte

El sistema abierto consiste en la movilización a los peces en recipientes abiertos con agua. En el contenedor, cuando se adiciona oxígeno disuelto al agua, permite ubicar mayor cantidad de biomasa de pez y permite el transporte por más distancia (Foto N° 32).



Foto Nº 32. Transporte de peces en tanques abiertos.

Factores que se deben considerar para el manejo de los peces:

- a. Disponer de personal, equipos y materiales suficientes para realizar el trabajo, programando con suficiente oportunidad.
- b. Programar el manejo de los peces en horas frescas o nubladas, para evitar la acción directa del sol sobre los ejemplares y no exponer a temperaturas muy altas o bajas fuera del estanque.
- c. Contar con agua limpia o de reposición para casos de emergencia.
- d. Disminuir la temperatura del agua a 18-20° durante el transporte, para reducir el stress de los organismos.
- e. Impedir el ofrecimiento de alimento por lo menos veinticuatro horas antes de ejecutar el manejo previsto.
- f. Emplear la densidad adecuada (depende de la especie y la etapa de vida).
- g. Evitar el contacto directo de la mano con los peces, para evitar lesiones, se recomienda la utilización guantes de textiles suaves.

9. Calidad de Agua

El agua, siendo el medio de vida de los peces en cultivo, debe contar con la calidad adecuada de acuerdo a la especie-objetivo; de otra forma el crecimiento será sub-óptimo e incluso podría presentarse mortalidad en los cultivos. Parámetros indicadores.

En la naturaleza cada especie de pez tiene sus exigencias ambientales, pero se dispone de correspondencias generales aplicables a la mayoría de las variedades destinadas a la acuicultura. Las variables se conocen como parámetros indicadores de calidad de agua, y son de orden físico y químico.

9.1. PARAMETROS INDICADORES

a) Parámetros Físicos

Luz: La radiación solar recibida en el estanque provee la energía inicial y el calor para el proceso productivo en el agua. La penetración de la luz depende de la turbidez del agua y el grado de inclinación del sol en el momento, siendo la máxima exposición alrededor del medio día, cuando la incidencia es vertical. En aguas claras, la incidencia puede alcanzar alrededor de 1m de profundidad.

En contraste a lo vital que resulta la luz solar, el calentamiento de la masa de agua por exposición prolongada, principalmente cuando no existe turbidez, puede resultar fatal en los estanques, donde los peces no disponen de refugio. Las especies que se cultivan en Paraguay, prefieren aguas turbias (< 35 cm de incidencia de luz), lo cual corresponde a estanques bien abonados, con florecimiento de fitoplancton.

Temperatura: La temperatura en el estanque está regulada por la incidencia de la radiación solar, la cual está estrechamente asociada a las estaciones del año.

En estanques, el calor penetra desde la superficie incidiendo lentamente hacia aguas más profundas. Por ello, el agua superficial se calienta más rápidamente que las de abajo, creando cambios de densidad que podrían producir estratos diferenciados con variaciones de temperatura, lo cual se denomina estratificación térmica, cuando el agua es estática, sin recambio y puede resultar perjudicial pues en invierno, al estratificarse el estanque, los peces utilizarán capas profundas que permanecen con temperaturas más estables; lo mismo ocurrirá en verano para resguardarse del calor superficial, lo cual en términos prácticos, significará que el volumen de agua del estanque se sub-utiliza con densidades mucho mayores a las adecuadas en las zonas de temperatura adecuada, dejando las zonas no aptas, sin peces.

En cuanto a la tolerancia, los peces de agua dulce en el Paraguay responden muy en los rangos de temperatura registrada entre los 20° C y 30°C, presentando su máxima expresión fisiológica. Para salvaguardar de temperaturas muy frías en invierno y muy calientes en verano, se recomienda construir estanques con profundidades que oscilan la parte superficial alrededor de 1.20 m y la zona más profunda de 1.80 m, considerando la posibilidad de recambiar al menos parcialmente el agua.

b) Parámetros Químicos

Oxígeno disuelto: En un estanque de acuicultura, el oxígeno disuelto se considera como probablemente el parámetro indicador de la calidad de agua más importante y más crítico para el buen resultado de la producción.

El origen del oxígeno disuelto se centra en dos fuentes principales:

- 1) La proveniente de la atmósfera, que se difunde en la superficie por diferencia de concentración, asociada a la diferencia de presión (cuando baja la concentración de oxígeno en el agua, su presión disminuye por lo que la presión atmosférica es mayor y transfiere oxígeno al agua).
- 2) La generada a través de la fotosíntesis de los organismos fitoplanctónicos que habitan en el agua.

En contraposición, la pérdida o consumo se realiza por la respiración de los seres vivos que se encuentran en el estanque que incluyen bacterias, fito y zooplancton, insectos, peces, y otros, además de los procesos de oxidación de materia orgánica (alimento no consumido, heces fecales).

El requerimiento de oxígeno disuelto de los peces varía de acuerdo a la especie y etapa de desarrollo de los individuos. En general, se recomienda que la concentración de este gas no sea inferior a 3 mg/l y no supere 10 mg/l. para obtener los mejores resultados.

pH: A la medida de la concentración de iones de hidrógeno (hidrogeniones) se denomina pH, y ella indica la condición ácida o básica del agua. El punto neutro es 7, aunque puede variar de 0 a 14. La medida por debajo de 7 se considera ácida y por encima de dicho valor es básica. Las aguas con valores que oscilan entre 6.5 a 9 registrados por la mañana temprano son los ideales para la acuicultura, valores fuera de este intervalo pueden tener efectos adversos sobre los peces.

Dureza: Se denomina a la concentración total de iones divalentes de calcio y magnesio, expresada en miligramos por litro de carbonato de calcio. En la producción los niveles deseables en el agua deben oscilar entre 40 y 150 mg/l de dureza total.

Alcalinidad: La concentración total de bases en el agua se refiere como alcalinidad. En la naturaleza las bases son primariamente iones de carbonato y bicarbonato. Este parámetro centra su importancia por indicar la basicidad y resistencia a cambio de pH. Valores entre 40 y 200 mg/l se consideran adecuados para la acuicultura.

Amonio: Este compuesto nitrogenado (contiene nitrógeno) puede ser tóxico en su forma gaseosa o no ionizada (NH_3). Esta toxicidad guarda una relación directa con el pH (a mayor pH, mayor concentración del amonio no ionizado). El amonio es generado por la acumulación de nitrógeno que proviene de la orina y las heces fecales de los peces en cultivo; del alimento no consumido y de la materia orgánica presente en el estanque, por lo que una concentración elevada refleja un mal manejo y/o bajo recambio de agua para diluir su concentración.

Su eliminación, además del recambio, puede hacerse con agitación mecánica del agua, ya que con ello se libera este gas, sustituyéndolo con oxígeno.

Nitrito: La toxicidad de nitrito (NO_2) ha sido demostrada en los peces, siendo más susceptibles los alevines y los juveniles. Concentraciones superiores a 0.2 mg/l se consideran de riesgo para la mayoría de las especies de peces. El nitrito, al igual que el amonio y el nitrato (NO_3) (deseable pues es la forma que aprovechan las plantas acuáticas), son derivadas de procesos de transformación (nitrificación) realizados por bacterias en el estanque. Estos son benéficos mientras haya suficiente oxígeno y pueda recambiarse el agua. Por el contrario, cuando el agua se estanca, el oxígeno disminuye y aumenta la concentración de materia orgánica que hace que bacterias no deseadas reviertan el proceso produciendo amonio tóxico y nitrito, a partir de nitrato

Dióxido de carbono: Los peces utilizados en piscicultura sobreviven a altas concentraciones de dióxido de carbono, tolerando hasta 20 mg/l toda vez que el nivel de oxígeno disuelto no sea muy bajo (< 3 mg/l). El CO_2 es importante pues es una fuente de carbono para la fotosíntesis, pero en condiciones de alta concentración, tiene efectos fatales en los peces pues a medida que hay mayor CO_2 se inhibe la oxigenación de la sangre. En un estanque se presenta una relación inversa entre la concentración de oxígeno disuelto y el dióxido de carbono, en el intercambio gaseoso; debido al consumo en la respiración el oxígeno tiende a disminuir y el dióxido como producto se incrementa.

Turbidez: La turbidez se refiere a la dificultad presentada para el paso de la luz a través de la columna de agua. El grado de transparencia del agua puede estar asociado a la presencia de plancton y/o materiales inorgánicos y orgánicos en suspensión. La turbidez generada por fitoplancton es generalmente deseable, siendo los valores recomendados entre 30 y 50 cm registrado con el disco de Secchi, que es un disco rígido de 50cm de diámetro, dividido en cuatro triángulos con vértice en el centro, pintados de negro y blanco alternadamente (Foto N° 33).



Foto N° 33. Momento de la medición de la transparencia con el disco de secchi. La cuerda que sostiene el disco está graduada en centímetros y la turbidez es medida a la profundidad en que ya no es posible ver el disco (profundidad de extinción de la luz).

9.2. MEDICIONES Y CONTROL

El análisis de agua para la acuicultura es un campo muy especializado, sin embargo se dispone de métodos sencillos para estimar los parámetros indicadores. En la actualidad, existen kits (equipos de campo) para la medición y el registro, aunque tengan manuales explicativos es conveniente consultar a especialistas en el área temática cuando se tenga dudas (Foto N° 34). Además en ciertos casos, por ejemplo cuando aparecen patologías o mortandades se recomienda remitir muestras de agua a laboratorio especializado.

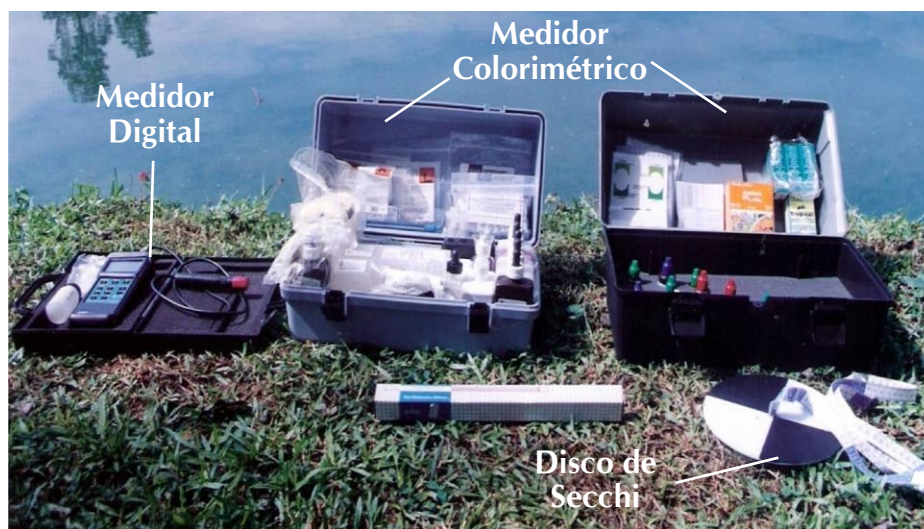


Foto N° 34. Kit de calidad de agua: Digital, colorimétrico y disco de Secchi.

Las mediciones de rutina en un centro piscícola incluyen principalmente la de oxígeno disuelto, temperatura y transparencia, siendo ocasionalmente registrado también pH. El resto de los indicadores mencionados, generalmente se analiza una vez por semana, y solamente en casos especiales se intensifican las mediciones.

Los registros obtenidos permiten visualizar el comportamiento de cada parámetro en el día o la semana y ayudan a predecir probables ocurrencias de niveles muy elevados o perjudiciales. Este mecanismo de control periódico es fundamental para prevenir situaciones que podrían producir daños severos en los organismos y consecuentemente en la producción.

El pequeño productor que no disponga de medios para adquirir los equipos esenciales para medir la calidad del agua de los estanques, puede observar las conductas apreciables de los peces, específicamente el boqueo en la superficie del agua. Dicha manifestación indica que existen deficiencias en la calidad del agua y se debe subsanar lo antes posible para evitar mortandades masivas. Como medida de urgencia se puede recurrir cambio parcial del agua y contactar a los técnicos especializados en el tema del Viceministerio de Ganadería o la Facultad de Ciencias Veterinarias de la U.N.A. Así mismo se puede tomar muestra de agua y remitir al laboratorio para su análisis.

La Tabla 7 presenta algunos de los síntomas comúnmente observados en los estanques, que indican mala calidad del agua.

Tabla N° 7. Síntomas observados en peces en estanques de cultivo, probables causas y sugerencia de medidas correctivas de manejo.

Síntoma, conducta	Probables causas	Medidas Correctivas Prácticas	Observaciones
Peces boqueando en la superficie	- Falta de oxígeno en el agua u oclusión de branquias.	- Recambio inmediato de al menos un 50% del agua. - Suspender la alimentación.	- Analizar la calidad del agua (amonio, nitrito); analizar branquias de peces en búsqueda de algas tóxicas o parásitos.
Peces concentrados en la entrada de agua	- Falta de oxígeno en el agua; temperatura elevada en el agua.	- Recambio inmediato de al menos un 50% del agua. - Suspender la alimentación.	- Medir temperatura del agua; analizar calidad del agua (amonio, nitrito).
Peces con opérculo (agallas) abiertas flotando	- Niveles de nitrito y/o amonio elevados, parasitosis; presencia de algas filamentosas; exceso de alimento en polvo.	- Recambio inmediato de al menos un 50% del agua. - Suspender la alimentación.	- Analizar la calidad del agua (amonio, nitrito); analizar branquias de peces en búsqueda de algas tóxicas o parásitos.
Peces con ojos saltones	- Sobre-saturación de oxígeno en el agua.	- Recambio gradual del agua del estanque para eliminar algas; suspensión de toda agitación; disminución de nivel en un 20% (a mayor temperatura menor concentración de oxígeno).	- Revisión clínica de peces con exoftalmia (ojos saltones) en búsqueda de parásitos.
Algas en forma de hilos verdes (filamentosas)	- Niveles de amonio elevado; cambio drástico de pH por lluvias.	- Recambio brusco de agua (>50%); adición de cal.	- Medición de pH, amonio, nitrito.
Peces con agallas negras o deshilachadas	- Elevados niveles de nitrito y/o amonio.	- Recambio brusco de agua (>50%) con agitación (a chorro). Ingreso de agua nueva al fondo para mezclar.	- Medición de pH, amonio, nitrito.
Mal olor del agua	- Bajo recambio de agua, acumulación de alimento no consumido en el fondo, falta de oxígeno en fondo; posible mortalidad en capas inferiores.	- Recambio brusco de agua (>50%) con agitación (a chorro). Ingreso de agua nueva al fondo para mezclar. Adición de cal. - Ajustar el suministro de alimento.	- Revisión del lodo del fondo (medir su pH, detección de olor a azufre o huevo descompuesto). - Detección de alimento no consumido.
Transparencia del agua < 30 cm	- Exceso de abonado; desprendimiento de tierra de los bordes.	- Recambio gradual de al menos 20% del agua. - Revisión de bordes.	

10. Alimentación

El alimento que se proporciona a los peces en medios acuáticos controlados esta en estrecha relación con el hábito alimenticio, el cual está ajustado a los mecanismos digestivos de las especies. En este sentido se agrupan a los organismos acuáticos en fitoplanctofagos; los que consumen algas, zooplanctofagos; consumidores de zooplancton, iliofagos; consumen fango para captar materiales orgánicos del fondo del estanque, detritívoros; consumen materiales orgánicos en vía de descomposición, carnívoros; consumen peces, insectos y otros animales que encuentran en el agua, omnívoros; consumen alimento de origen animal y vegetal, y herbívoros; se alimentan de plantas.

10.1. TIPOS DE ALIMENTO

Se denomina alimento a toda sustancia capaz de aportar nutrientes para el organismo, y de acuerdo a su origen puede ser natural o elaborado.

Alimento natural: Se considera alimento natural a las sustancias generadas en el medio en donde viven los peces, en donde la participación del hombre es poca o nula. Un ejemplo, la producción fito y zooplancton en un estanque es propiciado por la incorporación de abono.

Alimento elaborado: El origen de los nutrientes es externo con relación al medio y participa activamente el hombre para su fabricación. Para la elaboración, en la mayoría de los casos se formula la contribución de los componentes acorde a los requerimientos nutricionales de los peces. (Foto N° 35)



Foto N° 35. Elaboración artesanal de alimento para peces.

El alimento elaborado tiene varias formas de presentación: El más común es el polvo, con diferentes grados de granulometría, es muy útil en la edad temprana del pez. El peletizado o granulado, consistente en formar gránulos o cilindros (pellets) de diferentes tamaños de acuerdo al grado de desarrollo del pez. (Foto N° 36) Esta presentación puede ser flotante o sumergible.



Foto N° 36. Diferentes formas de presentación de alimento elaborado.

10.2 MÉTODOS DE OFRECIMIENTO DE ALIMENTO.

La metodología de alimentar a los peces es variada. En grandes centros piscícolas se utilizan comederos automáticos con diversas características. Sin embargo en producciones del tipo familiar o pequeña escala se ofrece el alimento al voleo o en cebaderos (Foto N° 37). Los comederos sumergibles son útiles para proveer alimentos a los peces en el fondo del estanque (Foto N° 38).



Foto N° 37. Suministro de alimento en forma manual.



Foto N° 38. Suministro de alimento en comedero.

Se considera importante liberar el alimento en el mismo sitio todas las veces, para acostumbrar a los peces a recurrir en el lugar, la cual facilita el manejo y control de la alimentación. Es necesario contar con varios puntos de alimentación, para disminuir la competencia entre los peces cultivados por el alimento, dando una mayor oportunidad de crecimiento homogéneo a toda la población.

10.3. CANTIDAD Y FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN.

La cantidad y frecuencia está asociada con la etapa de desarrollo del pez. En edades tempranas, se ofrece un alto porcentaje con relación a la biomasa (peso promedio de los peces) y la frecuencia es mucho mayor que las edades próximas a la cosecha. Es así que los peces jóvenes reciben más del cinco por ciento de la biomasa y en frecuencia de hasta cuatro veces por día, sin embargo a edades adultas reciben dos a tres por ciento de la biomasa y con frecuencia de dos veces por día.

Los fabricantes de alimentos comerciales o los servicios de extensionismo ofrecen tablas de alimentación que pueden servir como referencia. A continuación se presenta una de ellas (Tabla N° 8); no obstante, es importante que cada productor elabore su propia tabla de alimentación, de acuerdo con los siguientes pasos:

1. Debe conocer, con la mayor precisión posible, la cantidad de peces en el estanque y su peso promedio.
2. Debe asegurarse de seleccionar el tamaño adecuado de partícula de acuerdo con la talla promedio de los peces en cultivo.
3. Cada día durante un período de un mes, alimentar un estanque-muestra (uno de alevinaje, uno de juveniles, uno de pre-adultos y otro de engorda final), iniciando por la mañana con un volumen de alimento conocido (por ejemplo 20 kg). Alimentar uniformemente en diferentes puntos del estanque, suministrando al voleo varias veces (hasta 20 durante el día en alevines y hasta 6 en adultos) por varios minutos, observando el momento en que más se estimula la actividad alimenticia de los peces en el día y las horas en las que menos actividad se presenta. Igualmente importante es observar en cada sesión de alimentación, el momento en que se sacian (disminuye la actividad) para parar de alimentar.
4. Al final de cada día, debe pesar nuevamente la cantidad que sobró del día y registrar la cantidad consumida aparentemente.
5. Registrar cualquier cambio en la actividad alimenticia y asociarlo con eventos climáticos o de calidad del agua.
6. En estanques de alevinaje, calcular las variaciones en consumo por semana, en porcentaje de la biomasa:
Suma del alimento consumido en la primera semana/Peso promedio (ver abajo) de los alevines en la primera semana X 100 = % de alimento a suministrar durante la primera semana.
7. Construir la tabla para alevines por semana.
8. Para las demás etapas, la tabla de alimentación de la granja puede hacerse por mes (suma de alimento consumido en 30 días dividido entre el peso promedio de los organismos ese mes X 100).
9. Es importante hacer este ejercicio en la época de calor y en la época de frío pues la diferencia es significativa en el consumo de alimento.

Tabla N° 8. Esquema de alimentación para tilapia, sugerida por una empresa fabricante de alimentos balanceados.

Tabla de Alimentación para Tilapia (*Oreochromis Niloticus o Aerus*)

Tipo de alimento		Peso del Pez	Análisis Garantizado %					Número mínimo de comidas al día
Nombre	Tamaño (mm)		Proteína (mín)	Grasa (mín)	Fibra (máx)	Ceniza (máx)	Humedad (máx)	
Iniciación #0	< 0.600	< 0.5	52	14	1.2	11	10	10
Alevín #1	0.600 - 0.850	0.5 - 1	52	14	1.2	11	10	10
Alevín #2	0.850 - 1.180	1 - 4	52	14	1.2	11	10	10
Migaja #0 (45-14)	< 0.600	< 0.5	45	14	2.5	11	10	10
Migaja #1 (45-14)	0.600 - 0.850	0.5 - 1	45	14	2.5	11	10	10
Migaja #2 (45-14)	0.850 - 1.180	1 - 4	45	14	2.5	11	10	10
Migaja fina #3	1.180 - 2.000	4 - 10	45	14	2.5	11	10	8
Migaja gruesa # 4	2.000 - 3.000	10 - 50	45	14	2.5	11	10	8
Minipelets Ext. 1.5 (45-16)	1.5	4 - 10	45	16	2.5	12	10	8
Minipelets Ext. 2.5 (45-16)	2.5	10 - 50	45	16	2.5	12	10	8
Eng. Ext. 3.5 (25-5)	3.5	50 - 200	25	5	6	5	10	4
Eng. Ext. 5.5 (25-5)	5.5	200 - 500	25	5	6	5	10	4
Eng. Ext. 7.5 (25-5)	7.5	500 - 900	25	5	6	5	10	4
Eng. Ext. 9.5 (25-5)	9.5	> 900	25	5	6	5	10	4
Eng. Ext. 3.5 (32-5)	3.5	50 - 200	32	5	6	5	10	4
Eng. Ext. 5.5 (32-5)	5.5	200 - 500	32	5	6	5	10	4
Eng. Ext. 7.5 (32-5)	7.5	500 - 900	32	5	6	5	10	4
Eng. Ext. 9.5 (32-5)	9.5	> 900	32	5	6	5	10	4

Eng. = Engorde Ext. = Extruído

Para obtener el peso promedio, se realiza la siguiente secuencia:

- Congregar (capturar con red) un grupo de organismos (30 como mínimo), colocándolos en un recipiente con agua fresca previamente tarado (pesado con agua).
- Pesar los organismos en conjunto.
- Dividir el peso entre el número de organismos pesados, lo cual resulta en el peso promedio.
- Si se multiplica este peso promedio por el número aproximado de organismos en el estanque de origen, se obtiene la biomasa en el estanque.

El Factor de Conversión Alimenticia (FCA)

Más del 50% de los costos de producción en una granja piscícola lo constituye el alimento elaborado, por lo que es de particular importancia conocer qué tan eficiente es el alimento y que tan eficaz el manejo de la alimentación en el cultivo. Un indicador práctico para este propósito es el denominado Factor de Conversión Alimenticia (FCA), que permite conocer la cantidad de alimento elaborado proporcionado en base seca, necesario para producir cada kilogramo de biomasa (peces en base húmeda).

El FCA se obtiene dividiendo la cantidad de alimento consumido por la población en cultivo, entre el peso ganado por esa población, en un período de tiempo determinado:

$$\text{FCA} = \frac{\text{Suma de kilogramos de alimento suministrado en un mes (o un ciclo de producción completo)}}{\text{Diferencia entre el peso inicial de la población y su peso final}}$$

Mientras más cercano a la unidad (1) es el valor resultante, más eficiente es la conversión alimenticia de los peces, aunque existen otros factores como la densidad de siembra y la disponibilidad de alimento natural, que son determinantes. Por ejemplo, en un cuerpo de agua muy productivo naturalmente, es posible que el alimento elaborado sea un complemento nutritivo, logrando FCA de 1.1 kl de alimento elaborado por cada kl de pescado entero

11. Elaboración de Alimentos

En la actualidad existen empresas que producen raciones para piscicultura en general, sin embargo la fórmula dietética desarrollada para una especie en particular, no reunirá los requerimientos de otras especies. Por lo tanto, se considera conveniente formular y elaborar alimentos acordes a los hábitos alimenticios de la especie que se pretende cultivar.

11.1. PRINCIPIOS PARA FORMULAR DIETAS SENCILLAS

La formulación de alimento debe basarse en insumos disponibles en la zona o el país. Estos principios se consideran fundamentales para abaratar el costo del producto, incluso algunas granjas tienen la potencialidad de producir su propia materia prima en el establecimiento.

Las formulaciones clásicas se basan en aquellas materias primas que aportan proteína y energía.

En este sentido tendría que apuntarse hacia sub productos de la agroindustria o productos de la granja, y formular de acuerdo a los requerimientos nutricionales del pez, o al menos al grupo al que pertenece (planctófago, omnívoro, carnívoro, etc.).

Algunos de los ingredientes para alimentos comúnmente utilizados en la piscicultura local son:

Fuentes de proteína:

-Expeler de soja -Harina de sangre -Harina de carne -Harina de hueso

Fuentes de energía:

-Grano de sorgo -Grano de maíz -Afrecho de trigo



Fotos Nº 39. Ingredientes localmente disponibles para elaborar alimentos para peces.

La formulación debe hacerse con el apoyo de un especialista en nutrición acuícola. En Paraguay la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de Asunción, ofrece entrenamiento y asesoría en la formulación de alimentos en base a los insumos o ingredientes localmente disponibles, por lo que los productores podrán dirigirse a esta institución para recibir apoyo.

11.2. ELABORACIÓN ARTESANAL

Ante el incremento en los precios de alimentos comerciales, la elaboración artesanal de alimentos es una opción viable, si se cuenta con insumos alternativos, equipo básico y la asesoría necesaria. No obstante, existen algunos elementos fundamentales, como las vitaminas y los minerales, que son indispensables y que sólo se consiguen de forma comercial, por lo que es necesario recurrir a la UNA para orientación y apoyo.

De forma muy elemental, si se dispone de una mezcladora eléctrica (de las usadas en la panificación); un molino de carne manual y bandejas de criba para secar (Fotografía N° 42, 43), puede producirse alimento básico.

Una receta sencilla para especies omnívoras en la fase de engorda es la siguiente:

- Semolina de arroz: 45%
- Afrecho de trigo: 25%
- Maíz molido: 25%
- Harina de sangre: 5%

La elaboración se inicia con el molido fino (pulverizado) de los ingredientes; posteriormente su mezcla agregando agua hasta formar una pasta húmeda (Fotos N° 40 y 41). Puede agregarse un poco de almidón (como aglutinante). La pasta húmeda es pasada a través del molino de carne para formar cilindros que pueden cortarse en la longitud deseada de acuerdo al tamaño promedio de los peces. Una vez cortados (pellets), se colocan en bandejas de malla de criba (Foto N° 43) para su secado al sol, cubriéndolos con un plástico o malla de mosquitero para dejar escapar el vapor.



Fotos N° 40 mezcla de alimentos



Fotos N° 41 pasta húmeda



Fotos N° 42-43. molino de carne manual y bandejas de criba para secar

12. Sanidad de los Peces

El desarrollo y la intensificación de la acuicultura requieren de medidas sanitarias para evitar el surgimiento de enfermedades que pongan en riesgo la sostenibilidad de las granjas.

12.1. PREVENCIÓN

La producción de peces, igual que otras zootécnicas, es susceptible de problemas de índole patológico, que ponen en riesgo una gran cantidad de animales en corto tiempo. Las enfermedades se diseminan en forma tan vertiginosa que en la mayoría de los casos resultan imposibles de contener y muy costosas de tratar, principalmente aquellas patologías virales y bacterianas.

La prevención es el conjunto de mecanismos y acciones orientadas a evitar el brote de enfermedades en los centros piscícolas (Fotografía N° 44). Aunque muy pocas vacunas se han desarrollado, y solamente se utilizan en las producciones de alto valor económico, existen varias formas para prevenir la entrada de enfermedades en una piscigranja.



Foto N° 44. Examen visual de un ejemplar en el momento de su captura.

Las recomendaciones generales para evitar enfermedades son:

1. No adquirir alevines o reproductores provenientes de granjas no certificadas o al menos inspeccionadas por SENACSA o el Viceministerio de Ganadería.
2. Realizar cuarentena para ingresar nuevos peces al establecimiento (consultar al extensionista o al VMG sobre esta práctica).
3. Realizar inspecciones visuales regulares, detectando comportamiento anormal o cualquier otro signo que pueda significar una enfermedad. Retirar del estanque y comunicarlo al VMG.
4. Vaciar y desinfectar los estanques después de cada cosecha
5. Lavar y desinfectar las artes de pesca y materiales después de cada uso, empleando cloro al 2%.
6. No prestar, ni permitir el uso de equipos y materiales de otros establecimientos.

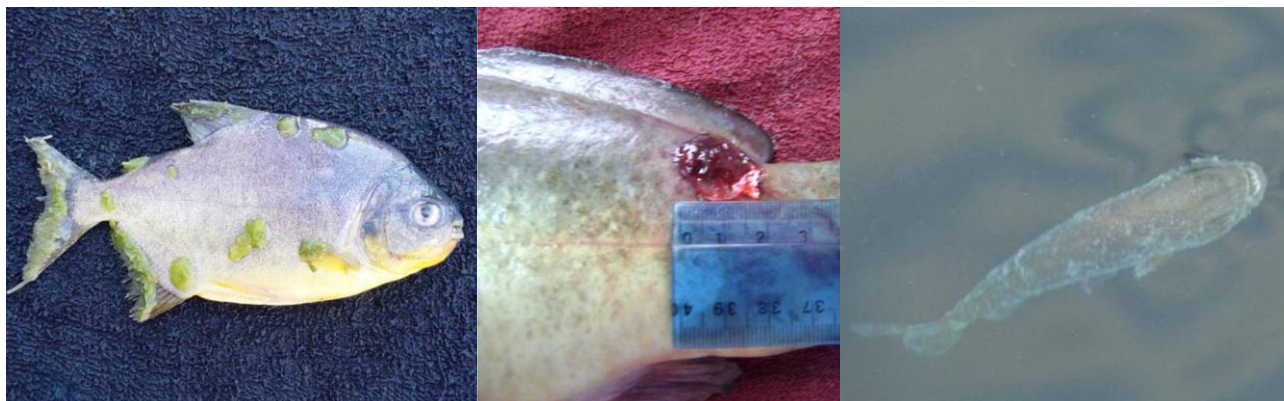
7. Emplear la densidad de siembra adecuada y evitar estrés térmico o de manoseo excesivo.
8. En caso de sospecha de enfermedades remitir muestra de agua y pez sospechoso a laboratorio especializado.
9. Mantener los estanques con la calidad de agua adecuada.
10. Mantener a los organismos correctamente alimentados
11. En lo posible asistir a cursos de capacitación ofrecidos en entidades educativas con experiencia en el tema.
12. En caso de aparición de enfermedades no dudar en cumplir las indicaciones técnicas.

12.2. ENFERMEDADES MÁS COMUNES

En el Paraguay, aparentemente las enfermedades bacterianas son más comunes en invierno, y las parasitarias sin patrones específicos durante el año. En líneas generales, los factores que determinan la aparición de enfermedades son: La presencia del agente causal, ambiente acuático propicio y susceptibilidad de la especie (Fotografía N° 45).

Los casos patológicos se agrupan en:

- Enfermedades parasitarias
 - Protozoários
 - Helmintos
- Enfermedades bacterianas
- Enfermedades Micóticas (Producidas por hongos)
- Enfermedades Virales (Producidas por virus)
- Trastornos nutricionales



Fotos N° 45. Lesiones patológicas observadas en los peces.

12.3. OTRAS CAUSAS DE MORTANDADES MASIVAS

En muchos casos las alteraciones de orden físico y químico no se incluyen dentro de las patologías, sin embargo producen grandes pérdidas por incidir en forma inmediata en la población de peces.

- a. **Alteraciones bruscas de orden físico:** Cuando ocurren situaciones imprevistas de variaciones temperatura que superan el rango de tolerancia de las especies en cultivo y

generan mortandades masivas difíciles de controlar. Del mismo modo, un incremento sustancial de material orgánico en descomposición altera el medio y produce casos imprevistos.

b. Alteraciones bruscas de orden químico: La dinámica de los parámetros químicos en un estanque es diversa. Sin embargo, existe uno en particular (deficiencia de oxígeno disuelto) que puede incidir rápidamente sobre la salud de los peces y es responsables de la ocurrencia de grandes mortandades.

La anoxia: Nombre dado a la deficiencia de oxígeno disuelto, es la causal principal de las mortandades masivas en los cuerpos de agua y especialmente los estanques de acuicultura.

Otros desordenes de orden químico son variaciones de pH, dióxido de carbono, amonio, nitrito y contaminantes provenientes del entorno. Las incidencias de dichos trastornos no son tan agudas como la deficiencia del oxígeno.

13. Referencias Bibliográficas

- *Brown, Lydia.* 2000. Acuicultura para veterinarios: Producción y clínica de peces. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 445 p.
- *Pillay, T.V.R.* 2002. Acuicultura: Principios y prácticas. Limusa: Noriega editores. Méjico. 699 p.
- Guia Práctica de Piscicultura. Proyecto de fortalecimiento de la piscicultura rural. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNA. Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). 32p.

14. Acrónimos

MAG	:	Ministerio de Agricultura y Ganadería
VMG	:	Viceministerio de Ganadería
SENACSA	:	Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal
SEAM	:	Secretaria de Medio Ambiente.
UNA	:	Universidad Nacional de Asunción

15. Glosario

Amonio no ionizado (NH₃): Forma gaseosa compuesta a base de nitrógeno, más liviano que el aire, de olor fuerte e incoloro, altamente soluble en agua que resulta tóxica para los peces en concentraciones elevadas. Tiene su origen en la orina y las heces de los peces, por la acción de las bacterias heterotróficas que descomponen la comida no consumida, restos de animales, plantas o algas. El amoníaco causa daño en las membranas de las branquias, inhibe el sistema inmunológico desencadenando enfermedades que pueden causar la muerte de los peces.

Este amoníaco es desdoblado por las bacterias Nitrosomas en nitritos, un compuesto menos toxico. Las plantas también ayudan a eliminar el amoniaco ya que lo utilizan para su crecimiento.

Dióxido de carbono (CO₂) o Anhídrido carbónico: El CO₂ elemento disuelto en el agua, es un gas no beneficioso para los peces, pero si para las plantas que en las horas de no luz, lo respiran desprendiendo oxígeno. El dióxido de carbono está presente en todas las aguas, generalmente a menos de 5 mg/l, concentración soportable para los peces. En tanto que altos niveles interfieren con la fisiología reproductiva y pueden provocar acidosis en la sangre.

Nitrito (NO₂): Se produce durante la oxidación del amoníaco o se origina de los desechos agrícolas, urbanos e industriales. En acuicultura y acuarios de agua dulce, el nitrito es fuertemente tóxico para los peces, privando a la sangre de oxígeno y asfixiando a los peces. El nitrito deberá mantenerse a muy bajas concentraciones, inferior a 0,1mg/l dado que es peligroso y cancerígeno tanto para los humanos como para los animales. Las altas concentraciones de

nitritos, impide que el pez respire normalmente y comienza a faltarle el oxígeno, deja de comer se debilita y finalmente muere.

Dureza: Esta dada por la cantidad de minerales disueltos en el agua es lo que da la dureza general y nos indica la concentración de sales especialmente de calcio (Ca) y de magnesio (Mg) disueltas en el agua, encontrándose también sales de otros metales, pero en concentraciones más bajas.

Alcalinidad: La alcalinidad significa la capacidad tapón del agua; la capacidad del agua de neutralizar. Evitar que los niveles de pH del agua lleguen a ser demasiado básico o ácido. Es también añadir carbón al agua. La alcalinidad estabiliza el agua en los niveles del pH alrededor de 7. Sin embargo, cuando la acidez es alta en el agua la alcalinidad disminuye, puede causar condiciones dañinas para la vida acuática.

En química del agua la alcalinidad se expresa en PPM o el mg/l de carbonato equivalente del calcio. La alcalinidad total del agua es la suma de las tres clases de alcalinidad; alcalinidad del carbonato, del bicarbonato y del hidróxido.

Alevín: Pez que ha dejado de alimentarse con su saco vitelino y requiere de alimento exógeno.

Algas: Organismos uni o multicelular que se encuentran comúnmente en el agua superficial, tal como lenteja de agua. Producen su propio alimento por medio de la fotosíntesis. La población de las algas se divide en algas verdes y en algas azules, de las cuales las algas azules son muy dañinas para la salud humana. El crecimiento excesivo las algas puede hacer que el agua tenga olores o gusto indeseables. La descomposición de las algas disminuye las fuentes de oxígeno en el agua.

Plancton: El plancton está formado por infinidad de animales y plantas microscópicos. Constituye la base de la pirámide alimenticia de todo el ecosistema acuático

Fitoplancton: La principal fuente de alimentación en los ambientes acuáticos (tanto en el mar como en las aguas dulces), la constituye el fitoplancton. El fitoplancton está formado por vegetales verdes microscópicos, diatomeas y flagelados, que flotan en las capas superiores del agua para recibir la luz suficiente para realizar la fotosíntesis.

Zooplancton: Constituida por pequeñísimos animales (muchos de ellos son fases larvianas de animales). Los organismos fitoplantónicos constituyen la alimentación directa del zooplancton.

pH: El valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presente. Es medido en una escala desde 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica.

Monje o caja de descarga: La caja de descarga o monje es el tipo clásico de compuerta de los estanques de construcción sencilla y fácil de manejar. Consiste en una caja de tres paredes sobre una base, todas de concreto. La cuarta pared es formada colocando tablas de madera en las ranuras de los lados laterales. Así la altura de las tablas (con un relleno de arcilla en medio de ellas) determina hasta dónde llegará el agua. Para vaciar el estanque, se quitan las tablas

hasta llegar al nivel deseado.

Piscigranja: La palabra “pisci” significa pez, entonces una piscigranja es un criadero de peces.

Ictiopatología: Es el estudio de las enfermedades de los peces. La palabra tiene origen en 3 palabras del latín, ichthys que significa pez; pathos que significa enfermedad y logos que significa estudio.

Zooplanctofagos: Son especies que se alimentan principalmente de zooplancton.

Fitoplanctofagos: Son especies que se alimentan principalmente de fitoplancton (algas microscópicas).

Iliofagos o Detritívoros: Los animales iliófagos se alimentan de detritos y sedimentos comúnmente encontrados en el agua. Se trata de peces que ingieren microorganismos producidos por la descomposición de la materia, o también se alimentan de los desperdicios, o heces, de otros animales.

Carnívoros: Un carnívoro (del latín carnivorum, significando literalmente devorador de carne), es un organismo que obtiene sus energías y requerimientos nutricionales a través de una dieta consistente principalmente o exclusivamente del consumo de animales, ya sea mediante la depredación o consumo de carroña

Omnívoros: Los animales omnívoros (del latín omnis, “todo” y -vorus, “que come”) son aquellos organismos que se alimentan tanto de animales como de plantas.

Protozoários o protozoos: Son seres vivos unicelulares, desprovistos de clorofila y heterótrofos. Se multiplican por mitosis y algunos tienen también reproducción sexual. Al menos en un estadio de su ciclo biológico son móviles, utilizando distintos sistemas de locomoción

Helminetos: El término “helminto” se utiliza en referencia a una variedad de gusanos que parasitan el intestino de los animales. La infección por helmintos es el resultado de la penetración de un gusano al interior del cuerpo donde maduran, depositan huevos y obtienen nutrición del huésped.

