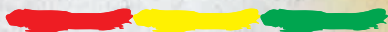


LUIS ALBERTO ARCE CATACORA
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL
DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA





ING. GROVER GARCÍA CARBALLO
DIRECTOR GEERAL EJECUTIVO DE LA
IPD - PACU





PISCICULTURA EN BOLIVIA

En los últimos años, la Piscicultura surge como una actividad económica promisoriosa y alentadora, ya que existe una alta demanda de carne de pescado en las principales ciudades del país, siendo una alternativa económicamente sostenible para las familias bolivianas.

Es así, que los mercados demandan alimentos sanos y de calidad, por ello es necesario que la producción cumpla estándares altos en cuanto a inocuidad y calidad.

Las Buenas Prácticas Piscícolas son un conjunto de procedimientos, en cuanto al manejo productivo dentro de la actividad piscícola, conforme a las normas de inocuidad alimentaria de Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria SENASAG.

La presente Cartilla de Cría de Pacú y Tambaquí, tiene como principal objetivo, ser un texto guía para que las comunidades campesinas, indígenas, interculturales y asociaciones con vocación piscícola dentro de la Cuenca del Amazonas, puedan obtener información sobre las buenas prácticas piscícolas que se deben llevar adelante, para una producción competitiva y eficiente.

El consumo per cápita de carne de pescado a nivel nacional es de 2,61 kg/persona/año (datos OAP-PACU, 2021). La Organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda el consumo de 12 Kg per cápita, cifra que está muy por debajo del promedio recomendado y es uno de los más bajos de la región.



La carne del pescado es rica en Omega 3 y 6, ayudan a mantener una buena salud cardiovascular. Por otro lado, el pescado contiene bajos niveles de colesterol, ello permite que sea una buena alternativa para reemplazar la carne roja, pues contiene menos grasas saturadas y riqueza de grasas poliinsaturadas que favorece la salud de las arterias.

La Piscicultura en Bolivia es una actividad en expansión que consiste en la cría de peces en condiciones controladas (estanques artificiales, manejo de las densidades poblacionales, sistema de alimentación, etc.) y se convierte en una alternativa de generación de alimentos e ingresos para numerosas familias en la cuenca del Amazonas, gracias a sus cuerpos de agua, apropiados para la explotación piscícola. La Institución Pública Desconcentrada de Pesca y Acuicultura IPD-PACU, fomenta la producción piscícola con los proyectos de transferencia público - privado en las tres cuencas hidrográficas de Bolivia: Altiplano, Del Plata y Amazonas.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PISCÍCOLA

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





SISTEMA EXTENSIVO

- Bajo costo de producción y baja densidad de siembra.
- La alimentación es 100% natural, con organismos vivos de origen animal o vegetal

SISTEMA SEMI-INTENSIVO

- Mayor intervención de mano de obra
- Fertilización de pozas.
- Majo de control de calidad de agua
- La alimentación es con alimento balanceado para peces de acuerdo al desarrollo del pez.
- Control de enfermedades.
- Mayor densidad de siembra.



SISTEMA INTENSIVO

- Desarrolla una alta productividad y eficiencia económica.
- Se utilizan equipos de aireación, recirculación del agua y uso de prebióticos.
- Siembra de alevines a mayor densidad
- La Alimentación es 100% balanceado para peces de acuerdo al desarrollo.
- Mayor control de calidad de agua, pH, Transparencia, Temperatura, Oxígeno



CUENCA DEL AMAZONAS

En la cuenca del Amazonas el cultivo del Pacú y el Tambaquí, además de otras especies, es una actividad que se practica en varios países con éxito de gran importancia, desde un punto de vista técnico y económico. Los peces amazónicos que han alcanzado mayor desarrollo tecnológico son el Pacú, Tambaquí, Sábalo, entre otros. Entre los países que desarrollaron tecnología de cultivo de estas especies, se tiene a Brasil, Colombia, Perú y Venezuela y Bolivia.

PRINCIPALES ESPECIES DE PECES CULTIVADAS



Nombre Común: Pacú
Nombre Científico: *Colossoma macropomum*



Nombre Común: Tambaquí
Nombre Científico: *Piaractus brachipomus*



Nombre común: Carpa
Nombre Científico: *Cyprinus carpio*

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ESPECIES PACÚ, TAMBAQUÍ Y CARPA

DETALLE	PACÚ	TAMBAQUÍ	CARPA
Temperatura °C	22- 30 °C	22- 30 °C	22- 30 °C
Ph	6.0 – 7.5	6.0 – 7.5	6.0 – 7.5
Oxígeno Disuelto	0.4 < 0.9 MG/L	0.4 < 0.9 MG/L	0.4 < 0.9 MG/L
Crecimiento	1.2 < MAYOR KG/AÑO	1.2 < MAYOR KG/AÑO	1 < MAYOR KG/AÑO
Alimentación	ALIMENTO EXTRUIDO 28 A 35 %	ALIMENTO EXTRUIDO 28 A 35 %	ALIMENTO EXTRUIDO 28 A 35 %



IMPLEMENTACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PISCÍCOLA

CONSIDERACIÓN GENERALES PARA ELECCIÓN DEL SITIO



1. UBICACIÓN DE TOPOGRAFÍA DEL TERRENO

Para una buena producción piscícola se debe ubicar un suelo con topografía plana (2% a 5% de pendiente del terreno).



2. EVALUACIÓN DEL SUELO

Para la construcción de poza piscícola se debe evitar suelos de textura gruesa, grava, arena, se debe evitar suelos bajo los cuales hay calizas, hendiduras, resurmideros o canales. Los suelos de textura arcillosa o franco arcilloso son los mejores. Existen varios métodos de evaluación del suelo para la construcción de pozas piscícolas:

- Prueba de manipulación.
- Prueba de la bola.
- Prueba de infiltración



3. CONTROL DE CALIDAD DE AGUA Y FUENTE

Para la producción de peces la fuente de agua debe cumplir los parámetro mínimos para la especie.

- pH (6 a 8),
- Oxígeno disuelto (4 a 9 mg/l),
- Temperatura (22 a 30 °C),
- Transparencia (30 a 40 cm) y la
- Amonio (<0.1 mg/l).

Existen dos fuentes de agua:

- Agua superficial: Laguna, quebrada y río.
- Agua subterránea: Poza natural y pozo construido.



4. ACCESO A CAMINO Y SELECCIÓN DE ESPECIE

Se debe contar con camino de acceso para realizar el traslado de alevines, alimento y el traslado del producto al mercado.

La especie a cultivar debe ser a demanda, adaptarse a las condiciones climáticas del lugar.



CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL ESTANQUES

CONSIDERACIÓN GENERALES

1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA:

Delimitar el área interna de la poza midiendo con una cinta métrica y colocar estacas con cintas de color para que sean visibles, Si es necesario, cortar ramas o arbustos que obstruyan la visibilidad de las estacas, dependiente el diseño y tamaño de la poza.



2. REMOCIÓN DE LA CAPA SUPERFICIAL:

Retirar fuera del área de construcción de 20 a 30 cm de la capa superficial (materia orgánica y/o restos vegetales) a 5 mts del área de excavación como minimo.



3. EXCAVACIÓN:

La excavación debe realizarse con maquinaria pesada, tractor oruga, excavadora, retro-excavadora, tractor agrícola, etc. dependiente el lugar seleccionado, se debe realizar una buena compactación del talud y corona de la poza piscícola debe ser uniforme horizontalmente.



4. SISTEMAS DE DRENAJE Y/O REBALSE.

El sistema de rebalse de la poza se lo instala en la parte más profunda de la poza); existen varios tipos de sistemas de rebalse, el más común y económico es el sistema de rebalse en “L” con tubos de PVC de 4 a 6 pulgadas de diámetro.



ACONDICIONAMIENTO Y PREPARACIÓN DE ESTANQUES

1. DESINFECCIÓN Y REGULACIÓN DEL PH

Aplicar (cal hidratada) al boleo, a la base y talud interno de manera uniforme después de vaciar el agua de la poza, para corregir en pH, desinfección de paracitos, hongos, bacterias además mineralizar la poza.

Se debe llenar agua a las pozas después de los 15 días de la aplicación de cal.

CAL por m ² (Gramos)	Estanque de 1000 m ² (kg)
100	100
150	150
200	200
250	250



2. LLENADO DE AGUA Y FERTILIZACIÓN.

El llenado de agua debe ser con motobomba a su totalidad del estanque.

Se fertilizan los estanques nuevos Para favorecer el desarrollo del plancton, que es un buen alimento para los peces. El siguiente cuadro se detalla los fertilizantes orgánicos e inorgánicos:

3. CONTROL DE CALIDAD DE AGUA.

Los parámetros químicos varían a lo largo del día (oxígeno disuelto, pH, amonio, etc.). El valor mínimo se presenta aproximadamente a las 6 de la mañana, y el valor máximo a las 6 de la tarde, estos parámetros son factor que influye en el crecimiento de los peces.



4. SIEMBRA DE GRAMA EN EL TALUD INTERNO, EXTERNO Y CORONA DE LA POZA PISCÍCOLA.

Para estanques nuevos se debe realizar el recubrimiento con pasto (grama) para evitar la erosión del suelo y la turbidez del agua para siembra de alevines.

Para estanques antiguos se debe realizar la limpieza de rozado del talud interno y corona del estanque para no tener problemas con la proliferación de los odonatos (nuevos de libélula) que atacan a los alevines.



Para realizar una adecuada siembra de alevines se recomienda seguir los siguientes pasos o etapas las cuales se detalla en el siguiente flujo:

1. DENSIDAD DE SIEMBRA

La densidad es el número de alevines sembrados en una poza, es importante respetar la densidad de siembra de cada especie de acuerdo a la talla de los peces, para garantizar un crecimiento óptimo y uniforme. El Pacú y Tambaquí se siembran a una densidad de 1 pez por m² de espejo de agua.

2. TRANSPORTE Y TRASLADO DE ALEVINES

El transporte debe realizarse con el menor estrés posible, en cajas de fibra de vidrio con la incorporación de oxígeno, también pueden ser transportados en bolsas plásticas con la incorporación de oxígeno.

3. ACLIMATACIÓN DE ALEVINES

La aclimatación es el proceso de igualar la temperatura del agua de la poza con el agua que se transporta los alevines por 10 a 15 minutos para evitar la muerte de los alevines por choque térmico. El choque térmico es el cambio brusco de temperatura de los peces, el cual puede causar la mortandad de los peces.

3. SIEMBRA DE ALEVINES

La siembra es la liberación de los alevines en las pozas para su crecimiento hasta que alcance el tamaño de comercialización, previa evaluación de los parámetros físicos y químicos del agua.

5. RECOMENDACIONES PARA SIEMBRA DE ALEVINES

- Agitar el agua donde se realizara la siembra de los alevines.
- Aclimatar por 10 a 15 minutos antes de la siembra
- Baño con sal común de 2 a 3 segundos antes de la siembra
- Temperatura óptima de siembra 26°C a 28°C



BIOMETRÍA DE PECES

La Biometría es la muestra de 3% a 5% de peces sembrados en la poza para obtener información de interés (estado de salud, peso, talla, presencia de enfermedades), con el fin de realizar acciones curativas de enfermedades y el cálculo de ración alimenticia, de acuerdo al desarrollo del pez.



EJEMPLO:

Calcular el peso de los peces en todas las muestras (Peso Balde + agua + peces) – (Peso balde + agua) = Total 6.5kg

Muestra	Peso Balde + Agua	Peso Balde + Agua + Peces	Nº Peces	Peso Peces
1	8,5 Kg	11,4 Kg	12	2,9 Kg
2	7,8 Kg	9,2 Kg	8	1,4 Kg
3	9,2 Kg	11,4 Kg	10	2,2 Kg
Total			30	6,5 kg.

Tomar las siguientes consideraciones:

- La Biometría se debe realizar cada 30 días.
- Se debe suspender la alimentación a los peces, 24 horas antes de la Biometría.
- Se debe realizar por la mañana, debido a que la temperatura y la radiación solar son menores, disminuyendo así los factores de estrés para los peces.
- La captura debe ser parcial.

Materiales y equipos necesarios:

Planilla de registro + bolígrafo
Balanza digital y otros
Ictiómetro
Malla de arrastre o atarraya
Red cuchara
Balde
Sal
Azul de metileno



CÁLCULO DE ALIMENTACIÓN

Habiendo obtenido la información del peso y talla de los peces en la biometría, se realiza el cálculo de alimentación diaria de los peces según su requerimiento de acuerdo al siguiente ejemplo:

Peso Promedio (Gr)	Tasa (%)
Hasta 5	15,0
6 – 10	10,0
10 – 50	7,0
50 – 100	5,0
100 – 200	4,0
200 – 300	3,0
300 – 400	2,5
400 – 500	2,0
500 – 600	1,5
600 – 700	1,2
700 - 800	1,0

CÁLCULO DE RACIÓN DE ALIMENTO DIARIO

$$\text{BIOMASA} = \frac{\text{Peso promedio} \times \text{número de peces}}{100}$$

$$\text{RACIÓN DIARIA} = \frac{\text{Tasa de alimentación} \times \text{biomasa}}{100}$$

EJEMPLO: Para 1.000 Peces de un peso promedio de 5 gr.

Número de peces = 1000

Peso promedio = 5 gr

Biomasa = $5 \times 1000 = 5.000 \text{ g} = 5 \text{ Kg}$

Ración diaria = $5 \text{ Kg} \times 15 \% = 0.75 \text{ Kg de alimentación/día}$



COSECHA DE PECES

La cosecha se realiza cuando los peces alcanzan la talla deseada para la comercialización en el mercado, se debe considerar las recomendaciones:

1. Suspender la alimentación de los peces por 3 días antes de la cosecha (es recomendable no desperdiciar alimento balanceado).
2. Reducir el nivel de agua de la poza hasta la mitad, para la cosecha total y una cuarta parte para la cosecha parcial.
3. La temperatura óptima para la cosecha es de: 25 °C a 30 °C para no estresar y prevenir enfermedades a los peces si la cosecha es parcial.
4. El rombo de la malla de cosecha debe ser de 2 a 4 cm para peces de 1kg de peso
5. En el proceso de la cosecha se debe evitar agitar demasiado donde pueden perder sus escamas y pueda ser atacados por hongos y o bacterias oportunistas.
6. El personal que realizara la cosecha deben contar con: Sombrero, Guantes de lana, Ropa de agua adecuado, esto para evitar cualquier riego o accidente, caso dado el factor climático.



7. La proporción de hielo para 1 kg de pescado es 0,5 kg de hielo, esta relación es para garantizar la buena calidad de carne de pescado con una temperatura de 4 a 5 grados centígrados. Ejemplo. 1000 kg pescado 400 kg hielo 1 barra de hielo = 25 kg = 16 barras



FAENA DE PECES, TRANSPORTE Y COMERCIALIZACIÓN

1. Una vez los peces están tiesos se debe extraer de los tanques de shock térmico para su proceso de faena (evisceración)
2. Primeramente, colocar al pez en un lugar estable como ser una mesa.



3. Realizar el corte ventral longitudinal con una profundidad de 2 cm aproximadamente con un cuchillo, desde el orificio urogenital hacia la cavidad bucal, sin dañar las vísceras del pescado.
4. Realizar la extracción de las vísceras manualmente, evitando la destrucción de los intestinos y la bilis (hiel).

5. Realizar la limpieza de restos de sangre y viseras.
6. La conservación se debe realizar en equipos con refrigeración con Frízer, cámaras de frío y termos de plastaformo.
7. El transporte se realiza en vehículos especiales con refrigeración en canastillo y también se realiza en cajas térmicas (termos de plastaformo) con hielo, los peces deben ser acomodados en forma vertical para su buena conservación hasta el mercado para su comercialización.



ORIGEN DE LAS ENFERMEDADES DE LOS PECES

Las enfermedades pueden ser generadas en la producción de peces por las siguientes causas; Biológicas, físico-químicos, nutricionales y denso-dependientes.

- 1. ENFERMEDADES BIOLÓGICAS:** Virus, bacterias hongos y parásitos
- 2. ENFERMEDADES FÍSICO-QUÍMICOS:** Intervalos inadecuados de los parámetros ambientales como la temperatura el nivel de oxígeno disuelto, el pH, la concentración de sólidos suspendidos, la concentración de compuestos nitrogenados, etc.
- 3. ENFERMEDADES NUTRICIONALES:** La sub-alimentación por cantidad o calidad, toxicidad generada por manejo inadecuado de alimentos, etc.
- 4. ENFERMEDADES DENSO-DEPENDIENTES:** Densidades de cultivo inadecuadas.

COMO SURGEN LAS ENFERMEDADES?

En las granjas piscícolas, las enfermedades se presentan por la interacción de variables ambientales o de manejo, presencia de agentes patógenos y condiciones sub-óptimas tanto nutricionales como inmunológicas de los organismos en cultivo. En dicho ambiente, los peces cohabitan o están infectados de numerosos agentes patógenos sin generarle la enfermedad, esta situación se establece por un equilibrio entre la resistencia del huésped (pez) y la virulencia del agente patógeno (nocivo). Dicha condición se rompe, cuando existen factores de estrés suficientemente importante, para que el animal enferme.

El piscicultor debe mantener la condición de equilibrio de dichas variables en el sistema, para reducir significativamente la probabilidad de aparición de padecimientos, realizando un manejo correcto y manteniendo la calidad del agua en óptimas condiciones.

El conocimiento de la conducta y la anatomía externa normal del pez, permiten identificar la presencia de enfermedades en los recintos acuáticos, cuando se presentan anomalías.



En la producción de peces la rápida identificación en los estanques de la presencia de enfermedades permitirá al piscicultor tomar medidas apropiadas para prevenir la propagación del agente patógeno en las instalaciones, como así también realizar ajustes en el manejo en caso de enfermedades de origen no infeccioso.

Aspecto a considerar	Pez Sano	Pez Enfermo
Natación	Normal (característico de cada especie)	Irregular, Errático, puede estar dando giros, con hundimiento de costado en la superficie.
Consumo de alimento	Voracidad característica de la especie. Sea en superficie o en fondo, con actividad estimulada en los horarios de rutina de alimentación.	No consume alimento o queda volumen importante de alimento no consumido
Reacción de fuga	Responde a ruidos y estímulos	No responde a ruidos al acercarnos al estanque.
Coloración	Pigmentación definida de acuerdo con la especie	Colores claros en caso de anemia, falta de oxígeno y oscurecimiento en algunas enfermedades infecciosas petequias (puntos hemáticos)
Piel	Suave, sin descamación ni hematomas, con secreción de mucus.	Descamaciones evidentes, úlceras o hematomas con hipersecreción mucus.
Ojos	Brillantes con cornea transparentes.	Opacos
Branquias	Con una coloración rojo brillante y lamelas completas	Coloración normal (Rosa palida, Cianóticas, Hemorragias, etc.) con lamelas discontinuas con lesiones o con presencia evidente de paracitos
Aletas	Integras, sin hemorragias subcutáneas, ni presencia de paracitos.	Con heridas y/o lesiones aparentes, con presencia de parásitos adheridos.
Ano y papilas genitales	No deben presentar hemorragias ni estar congestionadas	Salientes con signo de hemorragias

ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR PARÁSITOS

Los parásitos son organismos que viven sobre o dentro de otro organismo vivo, del que obtiene parte o todos sus nutrientes, en muchos casos, los parásitos dañan o causan enfermedades al organismo hospedante.



Ectoparasito

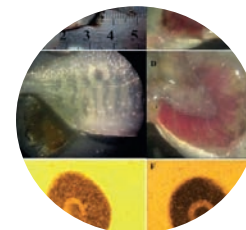


Endoparasito



Existen en la naturaleza diferentes tipos de parásitos y los podemos distinguir según relación con el huésped de la siguiente manera.

- a) **Ectoparásitos:** Los que viven en la superficie del huésped.
- b) **Endoparásitos:** Los que viven en el interior.
- c) **Temporales:** Viven en el huésped solo para alimentarse.
- d) **Permanentes:** Viven siempre en contacto con el huésped



ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR HONGOS

En los peces son pocos el número de especies de hongos que son patógenos y frecuentemente son saprofitos que actúan como patógenos oportunistas, aprovechándose de lesiones en los tejidos.

- a) **Saprolegniasis:** Presenta síntomas externos visibles, sean placas o copos algodonosos de hongos.
- b) **Branquiomicosis:** Presenta disfunciones respiratorias, las branquias de los peces una apariencia mármorea y deshilachada.
- c) **Botulismo de los Peces:** Pérdida del equilibrio, nadan dando vueltas continuamente subiendo y bajando desde el fondo hasta la superficie del agua.



Saprolegnia



Flavobacterium columnare

ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR VIRUS

Los virus son animales muy simples constituidos por una sola molécula de ADN, Son parásitos microorganismos específicos, visibles solo en el microscopio electrónico. Su ciclo de vida es sencillo, penetran en las células del organismo y se multiplican utilizando las estructuras celulares del huésped y cuando los nuevos virus se forman rompen las células y salen al exterior para invadir nuevas células.

- a) **Viremia Primavera de la Carpa (SVC):** Presenta un estado letárgico con el abdomen abultado y la natación un tanto anormal (ladeada).



Viremia Primavera de la Carpa

