



MANUAL DE CRIANZA DE TRUCHAS EN ESTANQUES Y LOMBRICULTURA

Proyecto Corredor Puno - Cusco

A. Harold Choquehuayta Huaynacho

haroldh2007@gmail.com

Puno, 2008

ÍNDICE

INTRODUCCION	1
I. GENERALIDADES DE LA TRUCHA.....	2
1.1 Biometría de la trucha.....	2
1.2 Proceso reproductivo de truchas.....	3
1.2.1 Selección de reproductores.....	3
1.2.2 Preparación de reproductores.....	3
1.2.3 Condiciones del ambiente de trabajo.....	4
1.2.4 Desove y fecundación artificial.....	5
1.2.5 Incubación.....	7
1.2.6 Etapas de desarrollo de la trucha.....	12
1.2.7 Transporte y siembra de los alevinos.....	14
II. MANEJO EN LA CRIANZA DE TRUCHAS.....	17
2.1 Siembra de alevinos.....	17
2.2 Selección.....	17
2.3 Alimentación.....	18
2.4 Control de crecimiento.....	18
2.5 Factores productivos.....	20
2.6 Capacidad de carga por estanque.....	21
2.7 Limpieza y profilaxis.....	22
2.8 Traslado y cosecha de peces.....	24
2.9 Control de la producción.....	25
2.10 Materiales necesarios para la actividad de crianza.....	29
III. ALIMENTACION DE TRUCHAS.....	30
3.1 Requerimientos nutricionales de la trucha.....	30
3.2 Alimento balanceado.....	32
3.3 Forma y tamaño.....	33
3.4 Tipos de alimento.....	33
3.5 Calidad de alimento.....	34
3.6 Presentación en el mercado.....	34
3.7 Alimentación.....	35
3.7.1 Condiciones en relación a la trucha.....	35
3.7.2 Condiciones en relación a la técnica de alimentación.....	36
3.8 Factor de conversión alimenticia.....	40
3.9 Grado de pigmentación.....	41
IV. SANIDAD ACUÍCOLA.....	43
3.1 Enfermedades virales.....	43
3.2 Enfermedades bacterianas.....	45
3.3 Enfermedades parasitarias.....	49
3.4 Enfermedades fungales.....	52
V. BUENAS PRÁCTICAS Y CONSIDERACIONES DE INOCUIDAD EN LA CRIANZA DE TRUCHA.....	54
5.1 Buenas Prácticas.....	54
5.2 Consideraciones de inocuidad.....	55
5.3 Identificación de los peligros.....	57
5.3.1 Peligros biológicos.....	57
5.3.2 Peligros químicos.....	58
VI. INSTALACION DE PISCIGRANJAS PARA LA CRIANZA DE TRUCHAS.....	59
6.1 Elección del sitio.....	59
6.2 Características para la elección del sitio.....	59
6.3 Infraestructura Básica.....	59

6.4	Estructuras para elevar el nivel del agua.....	60
6.5	Estructuras de conducción del agua.....	61
6.6	Estanques para la crianza de truchas.....	63
6.6.1	Definición.....	63
6.6.2	Partes de un estanque.....	63
6.6.3	Tipos.....	63
6.6.4	Tamaño de estanques.....	63
6.6.5	Pasos de construcción de estanques.....	64
6.6.6	Técnicas de impermeabilización.....	65
6.6.7	Hidráulica en la estanquería.....	66
6.7	Aspectos técnicos para la instalación de una piscigranja.....	67
6.8	Recursos elementales en una piscigranja.....	68
6.8.1	Recursos suelo y topografía.....	68
6.8.2	Recurso Hídrico (Agua).....	69
6.9	Características fisicoquímicas del agua para la crianza de truchas.....	70
6.9.1	Temperatura.....	70
6.9.2	Oxígeno.....	71
6.9.3	Turbidez.....	71
6.9.4	pH.....	71
6.9.5	Recambio de agua.....	71
VIII.	LOMBRICULTURA.....	72
7.1	Ciclo biológico.....	73
7.2	El Sustrato o fuente de alimento.....	74
7.3	Manejo del sustrato.....	75
7.4	Alimentación y manejo de camas.....	77
7.4.1	Alimentación de camas (inoculación de lombrices).....	77
7.4.2	Diagrama de flujo para el proceso de producción lombrices y humus.....	80
7.5	Manejo de camas.....	83
7.6	Cosecha de lombrices y humus.....	83
7.6.1	Preparación de lombrices.....	84
7.6.2	Preparación de lombrihumus.....	84
7.7	Plagas y enfermedades.....	84
7.8	Características y propiedades del humus.....	85
7.8.1	Características del humus.....	85
7.8.2	Propiedades del humus.....	85
	BIBLIOGRAFIA.....	88

INTRODUCCIÓN

Como característica propia de toda actividad económica, la actividad truchícola debe orientarse a ser administrada eficaz y correctamente con el fin de incrementar la productividad y competitividad que signifique desarrollo.

Si bien este desarrollo va ligado directamente con las innovaciones tecnológicas, reflejas en la elección de una buena semilla como es el caso de ovas de primer calidad, el suministro de alimento que contenga los nutrientes y características que exija la trucha en cada etapa de su crecimiento, infraestructura de crianza en condiciones apropiadas con espacios y densidades adecuadas para la trucha, es importante que estas condiciones ideales, por si solas no garantizan de una producción, mas aun si se quiere obtener productos de calidad y en volúmenes para mercados exigentes.

Un factor muy importante es la disciplina y el control estricto de cada proceso que se lleve a cabo en la producción, desde que tenemos la decisión de invertir en esta actividad hasta proyección del mercado del producto final.

La truchicultura es una actividad que exige mucha inversión inicial, los resultados económicos que se ven a partir de los 7 a mas meses que se concrete la primera cosecha, es dinero que seguirá siendo reinvertido en las campañas que se van sembrando sostenidamente, por lo que se hace muy importante interpretar numéricamente y registrarlos en un documento cada paso del proceso productivo con el fin de determinar el beneficio económico de la actividad, y para este fin es necesario valorizar cada egreso económico realizado (inversión, capital de trabajo, depreciación, etc.), así como evaluar el ingreso producto de las ventas; sobre esta valorización documentada y clara puede optimizarse la producción, corrigiendo factores de crianza (conteos, selección, biometrías, mortalidades, etc.), todos estos aspectos en función a la disciplina de utilización de formatos y hojas de control que reflejaran mas el desarrollo de la producción, tanto física como económicamente.

La tendencia por el consumo de productos naturales, orgánicos y con alto valor nutricional es creciente. Motivo por el cual es necesario planificar la producción en términos de cantidad y calidad de la trucha.

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA TRUCHA

La trucha arco iris es un pez del orden de los salmónidos cuyo nombre científico es *Oncorhynchus mykiss*, es un pez de agua fría, requiere altas concentraciones de oxígeno naturalmente vive en medios acuáticos como ríos, lagos y lagunas con suelo pedregoso y vegetación moderada. La temperatura de su cuerpo es la misma a la del agua (poiquilotermos) por lo cual; cambios bruscos de temperatura constituyen alto riesgo porque afectan su desarrollo.

Es sensible a la contaminación del agua y es un pez territorial (vive en un área que defiende). Son carnívoros, se alimentan de larvas, insectos, peces pequeños, zooplancton. Se reproducen anualmente en determinada época del año: en Perú y Bolivia este periodo se presenta desde abril hasta setiembre.

1.3 Biometría de la trucha

a).- Forma

La forma clásica del cuerpo de los peces es la del fusiforme (en forma de huso) algo comprimido lateralmente y el lado central en forma de quilla, lo cual le da una conformación acuodinámica, esto les permite el mínimo de resistencia rápido avance y cambio de dirección en el agua.

b).- Cabeza

Empieza en el hocico hasta terminación del opérculo. En la cabeza se encuentra las cavidades branquiales, en el interior se encuentra las branquias, los ojos y las aberturas nasales.

c).- Tronco

Es desde el borde posterior de opérculo hasta el ano, la parte superior del tronco se llama región dorsal y ventral.



Trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*)

1.4 Proceso reproductivo de truchas

1.4.1 Selección de reproductores

Para obtener un buen plantel de reproductores, conservando líneas puras, necesario realizar una selección minuciosa desde alevines hasta adultos.

- Es necesario ir seleccionando y separando aquellos peces que tengan un crecimiento mayor al resto del lote; deben presentar una buena constitución física, de coloración fuerte, sana y robusta, que sean resistentes a enfermedades y hayan sido correctamente alimentados.
- Al principio cuando los peces son alevines y juveniles es difícil diferenciar hembras y machos este fenómeno se denomina (gonocorismo indiferenciado); a partir de los 200 gr y con talla de 23 cm comienza a diferenciarse el sexo, presentándose características específicas en cada uno.

Diferencia sexual de la trucha

CARACTERISTICA	MACHO	HEMRA
Maxilar inferior	Prolongado	Redondeado
Dientes	Puntiagudos	No muy puntiagudos
Forma del cuerpo	Alargado	Redondeada
Papila genital	No prominente	Prominente
Vientre	Endurecido	Blando y prominente

- El producto sexual del macho se denomina semen
- El producto sexual de la hembra se denomina óvulos

1.4.2 Preparación de reproductores

- Se debe revisar uno por uno los reproductores e ir separando en un estanque a hembras y en otra a machos que estén aptos para la fecundación. Esta operación debe realizarse cada 3 a 5 días hasta concluir con todo el lote. Mantener en cada jaula densidades bajas entre 5 y 6kg/m³.
- Las hembras aptas para ser fecundadas se reconocen fácilmente al efectuar una leve presión en la zona abdominal cercana al poro genital, y los óvulos salen con facilidad; igualmente sucede con los machos al salir fácilmente el semen.
- Al momento de revisar los óvulos de las hembras, estos debe ser de una coloración amarilla o naranja intenso, brillantes y que salgan libres y no ligados entre ellos; en caso contrario se deben separar a estos peces y esperar unos días, ya que se encuentran aun inmaduros. En caso que los óvulos presenten una mancha aceitosa en su interior que al contacto con el

agua se torne lechosa significa; que los óvulos están pasados o sobremaduros. En estos casos deben extraerse estos óvulos, para evitar que sean reabsorbidos y ocasionen infecciones o alteraciones en el pez.

- En caso de machos, su semen debe ser blanquecino no muy diluido ni muy espeso.
- Luego de ser desovados, los peces deben ser devueltos a sus pozas teniendo en cuenta el registro por edad y numero de desoves, para darles el mismo tratamiento el siguiente ciclo de reproducción.
- Es recomendable desovar hembras que tengan mas de 2 años de edad reproductiva hasta los 4 años, ya que se obtienen huevos de mayor tamaño y producen peces de mayor resistencia. En caso de los machos se pueden utilizar desde el primer año de reproducción.
- Es importante planificar la cantidad de alevines que se desea obtener, se requerirá conocer la cantidad de ovas fecundadas y cuantos reproductores hembras y machos se utilizará.

Se debe considerar como referencia el siguiente cuadro:

Producción de óvulos en relación a peso y edad

EDAD (años)	PESO (kg)	MORTALIDAD	OVULOS/HEMBRA	NIVEL DE FERTILIDAD
Años	Referencial	%	Unidades	%
1	0.8 – 1	60	2000	60
3	2.5 2.3	40	3500	80

Nota: El peso se toma como referencia ya que se puede obtener mayor peso en menor tiempo.



1.4.3 Condiciones del ambiente de trabajo

Para realizar el proceso de reproducción artificial es necesario contar con un ambiente que reúna las condiciones mínimas.

- Ambiente para los reproductores
 2. Jaulas (de preferencia movibles), con bolsa o mallas de paño 11/2” a 2”; no conviene usar paños mayores porque atrapara a la trucha.
- Sala de trabajo

La sala de trabajo debe tener un área mínimo de 2x2 m., la cual debe contar con una mesa de 1m x 0.5m x 1.2m de altura, una silla, y otros.

Para el proceso de producción se requiere los siguientes materiales:

- ☞ Baldes de 20 Lt. y recipientes de metal enlozado o aluminio de 2 a 3 Lt, es preferible que sea de material suave y de fácil limpieza.
- ☞ Un bastidor de 35 x40 cm promedio
- ☞ Una regadera pequeña de 1 o 2 Lt. de capacidad
- ☞ Tinas de 200 Lt.
- ☞ Sal común
- ☞ Agua limpia y clara (sin cloro)
- ☞ Una plumilla de ave, un paño o toalla de lana, guantes de lana, mandil de jebe, ropa de agua y botas.

2.2.4 Desove y fecundación artificial

A. Desove

- ✗ El metodo normalmente utilizado para desovar es manual y lo hace una sola persona de la siguiente manera: se coge firmemente la trucha por el pedunculo caudal con la mano izquierda, la cual debe llevar un gaunte de lana para sujetar, y con la mano derecha se aplica una presion ligera con suaves fricciones en la zona ventral de arriba abajo orientando los dedos hacia el poro genital, permitiendo de esta manera a los ovulos escapar al tazon de metal enlozado. La cabeza de la trucha queda queda apoyada sobre el antibrazo derecho del operador.
- ✗ Los óvulos deben ser grandes, amarillo o anaranjados intensos y brillantes de membrana resistente. Si se presentan muy pequeños, opacos o sobremaduros deben ser descartados.
- ✗ La operación de desove en los machos es la misma; normalmente la proporción de hembras desovadas por macho es de 3 a 1, pudiendo disminuir o aumentar el número de machos de acuerdo a la cantidad y calidad del semen.

B. Fecundación artificial

- ✦ Existen dos métodos que se aplican actualmente para realizar la fecundación artificial: el método seco y el método mixto. Las operaciones a realizar del último método son las siguientes:
 - a. Extraer los óvulos en un bastidor limpio y seco
 - b. Lavar los óvulos con una solución isotónica (solución salina) al 1% mediante roceo (se puede utilizar una regadera pequeña). Verter los óvulos en el recipiente conteniendo ligeramente la solución salina (sal común) al 1%.
 - c. Extraer el semen del macho directamente (rociar uniformemente)
 - d. Mezclar suavemente usando una plumilla de ave
 - e. Dejar en reposo aproximadamente en 5 minutos.
 - f. Lavar con sumo cuidado los huevos con agua limpia sin cloro hasta que desaparezca el aspecto lechoso de la superficie
 - g. Se realiza la hidratación de los huevos: estos se dejan reposando en un balde con agua limpia por aproximadamente de 30 minutos
 - h. Durante el periodo de hidratación se puede realizar el proceso de aclimatación de los huevos por un período de 5 minutos en caso de haber realizado este trabajo en el lago, debido a la diferencia de temperatura entre el lago y la eclojería.



2.2.5 Incubación

A. Incubación y conteo de huevos

Realizada la fertilización, el conjunto de huevos son transportados a la sala de incubación donde se esperara hasta que eclosionen. A este tiempo se denomina tiempo de incubación y se procede de la siguiente manera:

- ☞ La primera operación es atemperar los huevos durante un tiempo de 3 minutos; la forma es colocando el balde dentro del medio acuático de incubación y se va cambiando ligeramente el agua de la superficie del balde con el agua de eclosería.
- ☞ Luego se puede realizar la incubación, es muy importante recordar que solo se tiene 48 horas manipularlas, ya que pasado este tiempo y hasta que aparezcan los ojos no se deben tocar, en este tiempo las ovas pueden desinfectarse y realizar el conteo.
- ☞ El conteo de los huevos se realiza bajo el método denominado regla de Von Bayer, que consiste en:
 - a. Colocar en fila tantos huevos como alcancen en una canaleta en “V” que mide exactamente 12 pulgadas (305mm), y contando el numero de huevos que entran.
 - b. Repetir a 5 veces esta operación, sacar un promedio y recurrir a la Tabla de Von Bayer y se calcula la cantidad de ovas totales en relación al volumen que ocupan (en litros o en 100 centímetro cúbicos).



Ejemplo 1.

Conteo en regla:

Primer conteo : 56 ovas
 Segundo conteo : 57 ovas
 Tercer conteo : 56 ovas
 Cuarto Conteo : 56 ovas

$$\text{Promedio} = \frac{56 + 57 + 56 + 56}{4} = 56.25 \Rightarrow 56 \text{ ovas}$$

- En la tabla se observa que a 56 ovas en la regla corresponde 7300 ovas en un litro. Por lo tanto en 20 litros se tiene:

1 Litro → 7300 ovas

20 Litros → X ovas

$$X = \frac{20 \text{ litros} (7300 \text{ ovas})}{1 \text{ litro}} = 146000 \text{ ovas en 20 litros.}$$

Tabla de Von Bayer para determinar el número de huevos, aplicando la regla de 12 pulgadas.

Número de ovas en 12 "	Diámetro de ova (mm)	Número de huevos	
		Litro	100cc
34	8.95	1625	162
35	8.71	1772	177
36	8.45	1939	193
37	8.25	2105	210
38	8.02	2268	226
39	7.65	2447	244
40	7.62	2650	265
41	7.44	2845	284
42	7.26	3058	305
43	7.09	3295	329
44	6.94	3518	351
45	6.78	3760	376
46	6.62	4025	402
47	6.47	4320	432
48	6.35	4580	458
49	6.22	4870	487
50	6.10	5175	517

Manual de Crianza de Truchas en Estanques y Lombricultura

51	5.90	5510	551
52	5.87	5800	580
53	5.74	6200	620
54	5.64	6535	653
55	5.54	6905	690
56	5.44	7300	730
57	5.36	7620	762
58	5.26	8070	807
59	5.16	8550	855
60	5.08	8950	895
61	5.00	9360	936
62	4.92	9800	980
63	4.85	10260	1026
64	4.77	10750	1075
65	4.70	11300	1130
66	4.62	11880	1188
67	4.54	12475	1247
68	4.49	12900	1290
69	4.42	13590	1359
70	4.34	14325	1432
71	4.29	14840	1484
72	4.24	15380	1538
73	4.16	16239	1623
74	4.12	16830	1683
75	4.06	17480	1748
76	4.01	18140	1814



B. Tipos de incubadoras



Existen dos tipos de incubadoras que usualmente se utilizan para esta operación, ambas cumplen el mismo principio; permiten la circulación de agua de manera óptima hacia los huevos. De acuerdo al sentido de circulación de agua se distinguen dos tipos:

- De flujo horizontal o sistema de artesas
- De flujo vertical o sistema de bandejas

C. Etapas de desarrollo de incubación

Durante la incubación se distinguen 3 etapas y cada una exige un cuidado especial; estas son:

- Fecundación – Aparición de ojos
- Aparición de ojos – Eclosión
- Eclosión – reabsorción de saco vitelino

El tiempo que demora en superar cada etapa varía inversamente con la temperatura; es decir a medida que la temperatura de incubación sea mayor, el tiempo de incubación de cada etapa va ser menor. De igual manera a menor temperatura el tiempo de desarrollo es mayor. Los valores ideales de desarrollo van entre los 10 y 12 °C y en rangos recomendados en no mayor a 13 °C y no menor a 7°C.

En el siguiente cuadro indica el tiempo de incubación en cada etapa de acuerdo a la temperatura; indicando igualmente en términos de grados – día.

Tiempo de desarrollo en cada etapa de Incubación (días y grados – día)

Temperatura del agua °C	Incubación - Aparición de los ojos		Incubación - Eclosión		Incubación – Absorción saco vitelino	
	Días	Grados-día	Días	Grados-día	Días	Grados-día
5	36	180	72	360	134	670
6	30	180	60	360	110	660
7	25	175	50	350	95	655
8	21	168	42	336	80	640
9	18	162	36	324	68	612
10	16	160	32	320	60	600
11	14	154	29	319	55	605
12	13	156	26	312	49	588
13	12	156	24	312	45	585
14	11	154	22	308	40	560
15	10	150	20	300	37	555
16	09	144	18	288	32	512

Grados-día es la acumulación de la temperatura, indica la cantidad de temperatura que requiere la trucha para su desarrollo en determinado tiempo.

Ejemplo 2

A 12 °C se tiene un promedio de 26 días desde la incubación a la eclosión; en grados-día representa:
 $12^{\circ}\text{C} \times 26 \text{ días} = 312 \text{ grados-día.}$

Recomendaciones.

- Después de la incubación hasta la aparición de los ojos no se debe tocar los huevos, deben estar en absoluto reposo. En esta etapa es fácil la aparición de hongo (*Saprolegnia*) y de pequeñas plantas acuáticas que se adhieren con facilidad a los ovas, se trata aplicando yodo diluido en concentraciones de 1.8 a 2 ml por litro de agua, por periodos de 8 a 10 minutos. Es necesario desinfectar las artesas y bandejas de las incubadoras, aplicando concentraciones de 3 a 5 ml de yodo por cada litro de agua.
- Desde la aparición de los ojos a la eclosión ya se puede manipular los huevos realizando limpieza de ovas muertas con ayuda de una bombilla seccionadora una pinza adecuada para tal fin; la mortalidad se debe extraer en forma interdiaria con mucho cuidado de dañar a las ovas sanas debido a que son sensibles al choque mecánico.
- Con la aparición de los ojos y al poder manipularlos, es posible también en esta etapa contar los huevos si no se hizo antes, aplicando el método de Von Bayer. De igual manera en esta etapa se puede transportar las ovas con mucho cuidado.
- En toda la etapa de incubación los huevos deben permanecer en oscuridad, ya que son muy sensibles a la luz y una exposición fuerte a esta puede provocar altos niveles de mortalidad.

D. Condiciones fisico-químicas del agua de incubación

Las condiciones de sala de incubación deben ser las óptimas, siendo muy importante mantener el control sobre la temperatura, oxígeno disuelto y caudal del agua.

- * Temperatura: no mayor de 13°C (ideal entre 10 y 12°C)
- * Oxígeno disuelto: no menor a 6.5 mg/lit a la salida de la incubadora
- * Caudal del agua: Un mínimo de 1 litro de agua por minuto por cada 2500 a 3000 ovas incubados.
- * pH: un rango de 6 a 9

2.2.6 Etapas de desarrollo de la trucha

A. Larvas

- ∴ Las larvas son peces pequeños recién eclosionados, son delicados y necesitan reposo.
- ∴ Las larvas tienen un saco vitelino del que se alimentan durante 15 a 18 días dependiendo de la temperatura, hasta que lo absorben y se encuentran en condiciones de nadar libremente.
- ∴ Es preciso iniciar la alimentación cuando a simple vista se note que el 80% de las larvas hayan absorbido el saco vitelino. En ese momento es recomendable suministrar alimento balanceado en polvillo, rico en nutrientes (proteína y vitamina), con una frecuencia de 10 veces por día; comercialmente el alimento destinado para esta etapa se conoce como concentrado de pre-inicio.



B. Dedino

- Se denomina así a los especímenes que terminan la reabsorción del saco vitelino hasta alcanzar 3.00 cm de talla.
- Se considera un 20% de mortalidad en el periodo embrionario larval. Es conveniente incrementar progresivamente el caudal a 10 cambios por hora.

C. Alevino

- * Son peces pequeños que miden de 3.00 cm a 10.00 cm con un peso que oscila entre 1.5 gr. a 20 gr.
- * A partir de esta etapa y por naturaleza las truchas empiezan a desarrollarse en forma desigual. Este es el momento recomendable para iniciar la selección por tamaño lo que evitara diferencias del tamaño y competencia por el alimento.

- * El tamaño para iniciar con la selección es partir de alevinos de 7.00 cm (4.5gr), con una frecuencia de 20 días aproximadamente.



D. Juvenil

- ✦ Son peces pequeños que miden de 10.00 cm a 23.00 cm con un peso que oscila entre 20 gr. a 150 gr.
- ✦ La limpieza del estanque debe realizarse cada 20 días y el porcentaje de mortalidad para los juveniles es de 2%.

E. Adulto (comercial)

- ☞ Son peces mayores de 23.00 cm hasta que alcancen el peso comercial a un mínimo de 250 gr. En esta etapa entran al engorde y se les suministra alimento de acabados con pigmentos para lograr una carne asalmonada, lográndose una mejor presentación del producto.

- ☞ Un pequeño lote de mayor crecimiento o conversión alimentaria (precoces), productos de la constante selección se separa para renovar el plantel de reproductores, para de esta manera cerrar el ciclo biológico.

F. Pre reproductores

- En esta etapa los peces adultos fisiológicamente reparan los gametos sexuales y pronto serán considerados dentro del plantel de reproductores.



2.2.7 Transporte y siembra de los alevinos

Los alevinos pueden ser transportados a partir de 0.5gr de peso como promedio. Es importante durante el transporte reciban los cuidados necesarios para mantenerse en buenas condiciones.

1. Métodos de transporte

Pueden utilizarse diversos métodos de transporte, sin embargo lo primordial es que los alevines mantengan condiciones óptimas de oxigenación, espacio, temperatura, y calidad de agua.

Un medio de transporte es la utilización de tanques acondicionados. Pueden ser cúbicos o cilíndricos de acero inoxidable o fibra de plástica. El tanque debe contar con las siguientes características.

- ✦ Dos aberturas; una superior y ancha para el llenado de agua y colocación (o extracción en algunos casos) de alevinos la cual debe tener una tapa hermética.
- ✦ Otra abertura en la parte lateral inferior para fines de descargue; tanto de la agua y de los alevinos, en esta abertura viene conectada una llave de descarga que debe estar segura y hermética cuando está cerrada. Esta llave debe ser lo suficientemente amplia para descargar agua en calidad moderada.
- ✦ Usualmente los tanques cúbicos tienen un promedio de 1m³.
- ✦ Adicionalmente y de acuerdo a la distancia y condiciones, el agua de los tanques puede oxigenarse cada cierto tiempo de acuerdo al comportamiento del pez con la

oxigenadores diseñados para tal fin o acoplados a un balón de este gas conectado a una manguera inmerso en el agua del tanque.

- ✦ Igualmente puede realizarse recambios constantes de agua considerando la distancia del viaje y el comportamiento del pez.

En caso de no contar con tanques apropiados es recomendable la utilización de mangas plásticas con capacidad de 1m^3 (0.5 m de diámetro y 2 m de largo). Se ata un extremo de la manga fuertemente con una tira de hule (jebe) y se procede a llenar la tercera parte de la manga con agua; luego se colocan los alevines. Posteriormente se aplica oxígeno a la manga usualmente se utiliza de este gas con capacidad de 30 a 70 cm^3 , hasta que la bolsa quede suficientemente inflada, esta operación se realiza al amarrar la boca de la manga con otra tira de jebe. Estas mangas se colocan en recipientes cómodos, con una base de hielo, con el fin de evitar el incremento de temperatura, deterioro y rompimiento de bolsa durante el transporte.

Para distancias cortas y cuando se cuenta con recursos suficientes también se puede utilizar porongos, teniendo siempre las consideraciones anteriores la oxigenación, temperatura, recambio del agua y la densidad de carga de los alevinos.

Carga de Alevinos recomendados para el Transporte

Peso promedio (gr)	Unidades por Kg.	Carga Mínima por m^3	Carga máxima por m^3
0.5	2000	12000	20000
0.7	1429	8571	14286
1.0	1000	6000	10000
1.4	714	4286	7143
2.0	500	3000	5000
2.7	370	2222	3704
3.4	294	1765	2941
4.1	244	1463	2439

La carga de alevinos que recomienda el cuadro, va en un rango de 6 y 10 Kg/m^3 ; es posible incrementar o disminuir esta carga; teniendo en cuenta que si se carga densidades menores a $6\text{Kg}/\text{m}^3$ se justifique por la distancia de viaje, sino se estaría desperdiciando el espacio del tanque. En caso que se opte de cargar densidades mayores de $10\text{Kg}/\text{m}^3$ se recomienda contar con accesorios que provean de oxígeno al tanque para facilitar recambio de agua en forma permanente.

Cuidados a prestar

- ✦ Es recomendable realizar el transporte en la madrugada, por presentarse bajas temperaturas a estas horas, lo disminuye las variaciones bruscas de temperatura.
- ✦ Ninguna actividad que genere riesgo de estrés en los alevinos debe realizarse antes del transporte. Es preciso que el conteo y la selección se realice d 24 a 48 antes del viaje.
- ✦ Controlar la adecuada oxigenación, realizando recambios de agua y abastecimiento de oxígeno. Cuando los alevinos se inquietan, se pegan a los paredes o se voltean con el vientre hacia arriba, es un indicador de insuficiencia de oxígeno en el medio de transporte.
- ✦ Procurar mantener la temperatura entre 10 y 12 °C, si esta se eleva se recomienda agregar hielo sin cloro.
- ✦ Evitar de sobrecargar lo alevinos en los tanques de transporte.
- ✦ Tener en ayuno a los alevinos antes de ser transportados por un tiempo de 1 a 2 días para evitar la contaminación del agua durante el transporte.
- ✦ Se recomienda aclimatar a los alevinos durante unos instantes antes de ser instalados en su nuevo medio.
- ✦ En los tanques y porongos es posible realizar ligeros recambios de agua.
- ✦ En caso de utilizar bolsas, es conveniente sumergirlas unos minutos antes de ser incorporados al nuevo medio de vida para evitar shock térmico
- ✦ Cualquier manipuleo posterior a la siembra como selección o conteo de los alevinos debe realizarse después de 48 horas con el fin de evitar estrés en el pez.

CAPITULO II

MANEJO EN LA CRIANZA DE TRUCHAS

2.1 Siembra de alevinos

El procedimiento de siembra debe realizarse bajo las mejores condiciones de transporte controlando que la mortalidad sea mínima. Se recomienda el estrés de la trucha, no realizando ninguna actividad de manipuleo como selección o conteo posterior a la siembra durante un periodo de 48 horas.

2.2 Selección

La selección es una de las actividades principales en el manejo de la crianza, por lo tanto se debe realizar con el mayor esmero y dedicación.

Las truchas por naturaleza tienden a crecer desigualmente, por lo que requiere seleccionar continuamente los peces grandes de los pequeños. Esta operación permite un crecimiento homogéneo con las siguientes ventajas:

- ♣ Obtener peces homogéneos con mejor desarrollo (evita desarrollos irregulares)
- ♣ Mayor aprovechamiento del alimento (evita competencia)
- ♣ Reduce mortalidad (evita canibalismo)
- ♣ Realizar un sistema comercial de crianza (población uniforme en peso y talla)

Durante la selección, se observara tres lotes diferenciados de crecimiento:

- ♣ Lote de cabeceras: lote de peces que crecen con mayor rapidez y representa usualmente el 20 a 25% del total de la población
- ♣ Lote de medias: lote mayor de peces que crecen en forma regular y representan usualmente el 50% de la población
- ♣ Lote de colas: representa el porcentaje de peces de crecimiento mas lento, normalmente esta dado en un porcentaje del 25 a 30%

Con el control riguroso en alimentación y selección es posible disminuir el porcentaje de “colas”, incrementando el porcentaje de cabeceras y/o medias. Es conveniente realizar la selección con una frecuencia mensual de acuerdo al tamaño de la producción. Es necesario suprimir la alimentación 24 hr antes de la selección y no alimentarlos inmediatamente después de esta tarea, con el fin de evitar estrés en la trucha.

La operación de selección se realiza con “clasificador” o “seleccionador”, que consiste en un sistema de tubos de polietileno (PVC) o aluminio distribuidos a manera de rejilla, de acuerdo a la separación entre tubo y tubo (en milímetros), permite el paso de las truchas según a su tamaño.

Separación entre tubos y tamaño de la trucha

Separación entre tubos (mm)	Peso promedio aceptado (gr)	Talla promedio aceptado (cm)
4	3.0	5.0
6	6.5	8.0
8	16.0	11.0
10	24.0	13.0
12	35.0	14.5
14	60.0	17.0
18	115.0	20.5
20	146.0	23.0
22	200.0	24.0
23	250.0	26.5
24	300.0	28.5
26	350.0	30.0

2.3 Alimentación

Es la actividad de mayor importancia en la crianza de truchas, de la cual depende el rendimiento y la calidad del producto final.

La calidad del alimento y las técnicas empleadas para la alimentación son los factores principales para lograr mayor rendimiento. El trabajador puede manejar la cantidad de veces que alimentara al pez y controlar el racionamiento requerido de la mejor manera, logrando mayor superficie de aprovechamiento del alimento en el estanque, con mayor detalle se tocara este tema en el capítulo que corresponde.

2.4 Control de crecimiento

El control y registro de crecimiento de la población permitirá manejar la crianza en forma eficiente; este control se resume básicamente en tres actividades:

- ✪ Conteo de la población
- ✪ Biometría
- ✪ Tabulación y registro de datos

a. Cuento de la población

Se debe realizar periódicamente en intervalos de 45 a 60 días, siempre y cuando no se presente ninguna sospecha de pérdida (robo u otros) o fuga de peces, que exija un conteo de verificación inmediato. Se debe hacer ayunar a la población de truchas por 24 horas antes del conteo. Se utiliza redes de mano y el conteo debe hacerse con destreza y rapidez para que la trucha no se estrese. Un conteo preciso y periódico en la población permite conocer y controlar los siguientes aspectos:

- ⊕ Densidad de peces adecuada por estanque
- ⊕ Biomasa por cada estanque para realizar el cálculo de alimento
- ⊕ Biomasa disponible para venta y control de los índices de mortalidad
- ⊕ Costos de producción detallados y precisos, ya que el registro por unidad de trucha permite realizar cálculos de mayor precisión.

b. Biometría

Significa calcular el peso y talla de la población de las truchas. Permite controlar mediante muestreos como va desarrollando el pez a través del tiempo, Es recomendable realizar estos muestreos en forma quincenal o mensual, de acuerdo a la población en biomasa, el objetivo de la biometría permite:

- ☺ Controlar el crecimiento de la trucha durante el tiempo de crianza
- ☺ Calcular la cantidad de alimento requerido de acuerdo al tamaño
- ☺ Calcular volúmenes de venta y densidades en cada estanque
- ☺ Controlar si los peces están creciendo adecuadamente y si son correctamente alimentados, ya que permite controlar factores de conversión y condición.
- ☺ Mantener una selección adecuada por estanque

Se aplican 2 formas de realizar la biometría, con similar efectividad en los resultados. Todo depende de la dedicación, disponibilidad de balanzas de precisión, además que los peces se encuentren correctamente seleccionadas.

a. Pesando la biomasa del estanque; para lo cual se procede los siguientes pasos:

- ✦ Se utiliza una balanza de pie o reloj de 20 a 100 Kg
- ✦ Se pesa toda la población de peces del estanque
- ✦ Por estanque se pesa una muestra de 20 a 30 unidades a fin de determinar el peso promedio

- ✦ Se calcula la cantidad total de peces total del estanque dividiendo el peso total por el peso promedio de cada pez.
- b. Mediante el muestreo, para ellos se deberá conocer el número de peces por estanque previamente, esto se aplica a poblaciones bien seleccionadas.
 - ✦ Se extrae una muestra de peces al azar (de acuerdo al tamaño y selección, 5 a 10% de la población)
 - ✦ Se pesa en un balde o bolsa con agua (medida determinada y pesa previamente)
 - ✦ Se mide cada uno de los peces, utilizando un Ictiometro
 - ✦ Se cuenta la cantidad de peces de la muestra
 - ✦ Se calcula del peso promedio de cada pez con la formula

$$P = \frac{\text{Pesodlamuestra}}{\text{Unidadescontadas}}$$

- ✦ Repetir el procedimiento 5 veces con otras muestras de peces del mismo estanque y calcular.
Peso promedio final = (P1 +P2 + P3 + P4 + P5)/5
- ✦ Tabular y registrar pesos y tallas obtenidas.

2.5 Factores productivos

El desarrollo de las truchas puede medirse bajo dos factores que refleja matemáticamente la efectividad en la crianza.

- * Factor de Conversión Alimenticia (la que se detallara en el Capitulo correspondiente)
- * Factor de Condición

Factor de Condición: Indica si la población de peces están alimentados adecuadamente con la siguiente formula:

$$F = \frac{Px100}{L^3}$$

P = Peso de la Trucha (gr)

L = Talla de la Trucha (cm)

Con el valor obtenido de F, se compara con los siguientes valores:

- Si: $F > 1$: La Trucha esta gorda
- $F = 1$: La Trucha esta normal
- $F < 1$: La Trucha esta delgada

Ejemplo: Se toma una muestra de una trucha que pesa 101 gr y mide 21 cm; calculamos el factor de condición:

$$F = \frac{101 \times 100}{21^3} = 1.0 \text{ y de acuerdo a la calificación la trucha esta en condiciones normales}$$

2.6 Capacidad de carga por estanque

Se debe aprovechar al máximo la capacidad que ofrece los estanques. Si bien en densidades muy bajas las truchas pueden desarrollarse mejor, se estaría desperdiciando espacio de crianza. No se debe sobrecargar la capacidad máxima ya que el nivel de oxígeno disminuye y el espacio por pez es reducido y afecta su crecimiento.

Estudios y experiencias indican que se puede manejar densidades entre 6 y 12 kg/m³; y si bien se puede probar con distintas densidades, es necesario recordar que este factor va ligado al oxígeno, temperatura y condiciones de agua de crianza.

- * A menor Temperatura menos consumo de Oxígeno, crecimiento lento (en tiempo dado)
- * A mayor Temperatura mayor consumo de Oxígeno, crecimiento rápido (en tiempo dado)

Tabla de capacidad de carga en diferentes etapas de la crianza de truchas en estanques

ETAPA	TALLA (cm.)	PESO (gr.)	DENSIDAD DE CARGA		CAUDAL	
			Nº de peces/m ²	Kg./m ³	Lt/seg/pez	Lt/min. Para 100 peces
Alevino	3	0.3003	10000	1.3	0.2	8
	4	0.721	3000-5000	1.3 - 2.4	0.2	16
	5	1.406	2500	2.5	0.2	30
	6	2.512	1500	4	0.2	40
	8	5.966	1000	6.2	0.2	90
Juvenil	10	11.44	600	7.2	0.25	105
	12	19.58	400	8	0.25	265
	14	31.27	300	9.4	0.25	415
Adulto	16	46	260	9.6	0.25	580
	18	65.8	160	10.6	0.3	800
	20	90.6	125	12	0.3	1150
	22	120	100	12.5	0.3	1450
	24	155.7	80	12.8	0.3	1740
	26	197.9	65	13.3	0.3	2075

2.7 Limpieza y profilaxis

La forma de prevenir la aparición de brotes epidémicos en una piscigranja es mantener estrictas condiciones higiénicas. A esto exige mantener todos los equipos de incubación, canales, estanques, tan limpios como sea posible, así como una profunda y periódica limpieza y desinfección.

Los equipos de uso en general en una piscigranja, por ejemplo redes, cajas de clasificación o de selección, filtros, tuberías, artesas, bastidores, junto con las ropas de trabajo y los delantales, botas deben tener un baño desinfectante.

A. En estanques

En estanques de crianza de truchas se debe limpiar quincenalmente según el estado de higiene que se encuentren y generalmente consiste en cepillar las paredes para sacar todo los sedimentos y sarro con el flujo de agua.

- La profilaxis en los estanques se hace con el encalado de cal, para impedir la formación de microorganismos patógenos, fumigación con el formol, sulfato de cobre, sal común.
- Utilizar cepillos o escobillas que permitan la comodidad del operador.
- Limpiar siempre primero la cabeceras de los estanques evitando maltratar a los peces
- Para los alevines el cepillado de pilas con formalina de 20 ppm de concentración dejándolo luego con un flujo de agua durante 24 horas para eliminar restos de la formalina
- La desinfección y profilaxis se realiza con desinfectantes iónicos de preferencia como el:
- ClNa (sal común) proporción de mezcla 2gr/litro de agua, se pone en la solución de 10 a 15 minutos y luego devueltos al estanque.
- KMNO₄ (permanganato de potasio) 1gr/litro agua se pone en solución durante 30 minutos
- Formol, 1cm³ /6,000cm³ de agua, se utiliza para desinfectar equipos y otros materiales

Estanques de tierra

No es posible adoptar ninguna medida útil área la limpieza de los estanques de tierra mientras que estas contiene peces, los filtros de salida deben mantenerse limpios, libres de acumulos, restos de alimentos y de heces.

- Es preciso retirar los peces muertos del fondo y los retenidos de los filtros de salida

- La forma de desinfectar el fondo y las paredes es con una lechada de cal recién apagada. Este método presenta un mínimo riesgo de contaminación, pero la cal apagada se transforma rápidamente en carbonato de calcio, que presenta actividad desinfectante por lo que la lecha de cal debe utilizarse inmediatamente después de su reparación.

B. Medidas de higiene de huevos

Los huevos muertos deben ser retirados de los cestos y bandejas durante la incubación, retirar los huevos muertos mediante la bombilla de succión

Los huevos de la trucha procedentes de cualquier fuente distinta a propia granja deben ser desinfectados, a su llegada antes de iniciar la incubación. Las cajas de transporte y todo el material utilizado para su manipulación debe quemarse o desinfectarse si se van a reutilizar. Del mismo modo los huevos vendidos a otras piscigranja tienen que ser desinfectados y embalados en un material limpio antes de su envío.

Lo más frecuente es la utilización de Acriflavina como sustancia desinfectante de 1:2,000 en agua con una elevada concentración de oxígeno sobre los huevos depositados en un recipiente limpio esmaltado, enlosado o de plástico químicamente inerte.

La proporción mínima de la proporción de la acriflavina debe ser de 100 cc por cada 1,000 huevos. Los huevos se dejan en esta disolución desinfectando durante 20 a 30 minutos agitando suavemente el recipiente para asegurar que todos contactan con el desinfectante de pH 7.7

C. Limpieza en el larvario

Se procura evitar tocar el saco vitelino de las larvas, utilizando escobillones finos o mediante sifoneo, cuidando la fuga de los peces, de esta manera podría retirar el sedimento, restos de huevos, alevinos muertos, etc.

La frecuencia más conveniente es hacerlo cada semana o 15 días; habrá entonces en las artesas las mejores condiciones higiénicas.

2.8 Traslado y cosecha de peces

▪

Traslado

Al momento de seleccionar, clasificar, contar o separar un lote de truchas, se requiere contar con baldes que faciliten el traslado a otros estanques con mayor facilidad evitando que se dañen y sufran las truchas.

▪ **Cosecha**

Es importante cumplir con los siguientes requisitos mínimos al momento de cosechar la trucha para la comercialización.

- ✧ Suspender la alimentación entre 24 y 48 horas antes de la saca; con el fin de limpiar el tracto digestivo de la trucha. Esta operación que la trucha no tenga desperdicios en el organismo que puedan acelerar su descomposición. Permite tener un cálculo más preciso de peso y evita que adquieras el sabor del alimento.
- ✧ Al extraer los peces, se debe cuidar que no se golpeen, ni se apilen, por que provoca pérdida de escamas y daño de la carne por aplastamiento, obteniendo un producto de baja calidad con apariencia flácida.
- ✧ Existen diversos métodos de sacrificio con el fin de que la trucha sufra menor estrés y que tenga mayor tiempo de conservación al liberar ácido láctico de sus tejidos.
- ✧ Al aplicar el método usual de asfixia, las truchas demoran en morir y baja la calidad del producto final, por lo que se debe aplicar pequeñas descargas eléctricas.
- ✧ Al aplicar cualquier método es recomendable desangrar cada trucha con la finalidad de asegurar una buena textura del producto.
- ✧ El pescado debe conservarse en frío, estibándose en bandejas con agujeros en la parte inferior que permitan drenar el agua del hielo. El pescado debe acomodarse de tal manera que no se compriman entre ellos y estar cubiertos con hielo en escamas o picado tipo nieve que permitan conservar como fresco.

2.9 Control de la producción

Es indispensable llevar un registro detallado de la producción que servirá para determinar costos y medir rentabilidad en la crianza: Es conveniente llevar formatos prediseñados y un cuaderno diario. Estos formatos son los siguientes:

- ✧ Control de alimento diario y mensual: por tipo, por estanque y por cantidad
- ✧ Control de factores productivos: biomasa, pesos promedios, mortalidad, factores productivos.
- ✧ Control diario y resumen mensual de mortalidad
- ✧ Control de almacén
- ✧ Control de salidas y ventas
- ✧ Entre otros

Con los formatos y registros anteriores podemos determinar los costos de producción; adjuntando junto con ellos un resumen del dinero que invertimos en alevines, mano de obra, alimento y otros gastos, para medir la rentabilidad en relación al ingreso económico que obtenemos de la venta del producto.

Si quiere vender todo el año, es necesario sembrar alevines en forma escalonada cada cierto intervalo de meses, garantizando el producto durante todo el año, por lo cual es necesario planificar la producción.

KARDEX CONTROL DE ALIMENTO BALANCEADO

Nº DE CAMPAÑA: MES:

TIPO ALIMENTO: TIPO ALIMENTO:

DIA	CANTIDAD (kg)		SALDO (kg)
	ENTRA	SALE	
Mes Ant.			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
16			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
SALDO (kg)			

DIA	CANTIDAD (kg)		SALDO (kg)
	ENTRA	SALE	
Mes Ant.			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
16			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
SALDO (kg)			

CONTROL DIARIO ALIMENTACION

FECHA DE SIEMBRA.....CAMPAÑA N°.....

MES.....RESPONSABLE.....

DIA	Alimento (kg)						TOTAL (kg)
	Pre inicio	Inicio	Crecimiento	Engorde	Pigmento	Reproductor	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
TOTAL (kg)							
N° Bolsas							
S/. kg							
Total S/.							

CONTROL DIARIO DE MORTALIDAD

MES.....FECHA DE SIEMBRA.....

N° DE SIEMBRA.....

Fecha	N° DE TRUCHAS					TOTAL
	E. 01	E. 02	E. 03	E. 04	E. 05	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
TOTAL						
Peso prom. Gr						
Biomasa kg						
N° Eliminados						

Observaciones:.....

2.10 Materiales necesarios para la actividad de crianza

- ★ Ropa de agua, mandiles de jebe, guantes, casco, botas musleras, botas canilleras: Implementos necesarios para el trabajo en humedad y climas fríos.
- ★ Redes de mano: “carcales” (alevinos), “chinguillos” (red con mango largo para peces de mayor tamaño); útiles para conteo, selección, venta, extracción de mortalidad.
- ★ Chalecos salvavidas y otros
- ★ Balanza (de pie o reloj) de capacidades de 5, 25, 50 Kg según a la actividad <que se va a realizar, termómetros, baldes, lavadores, mallas, etc

CAPITULO III

ALIMENTACION DE TRUCHAS

3.10 Requerimientos nutricionales de la trucha

La trucha necesita energía para crecer y desarrollarse normalmente. Esta energía la obtiene de nutrientes como las proteínas (para crecer), de los lípidos y carbohidratos (para mantenerse). Asimismo necesita complementar con otros elementos vitales como son las vitaminas y los minerales.

La concentración de cada nutriente varía en la dieta de acuerdo al tamaño de la trucha. En estadio de alevinos y pre juveniles necesitara mayor cantidad de proteína que en peces de mayor tamaño. Asimismo el requerimiento de la grasa será mayor a medida que el pez vaya desarrollándose.

Requerimiento porcentual de nutrientes por estadio de crecimiento de la trucha

Nutriente	Alevinos	Juveniles	Adultos	Reproductores
Proteínas (min.)	45.0	42.0	40.0	40.0
Carbohidratos (máx.)	22.0	24.0	25.0	25.0
Grasa (min.)	10.0	10.0	10.0	10.0
Minerales (máx.)	10.0	10.0	10.0	10.0
Humedad (máx.)	10.0	10.0	10.0	10.0
Fibra (máx.)	1.9	1.9	1.9	1.9
Fosforo (min.)	1.0	1.0	1.0	1.0

a. Proteínas

Los nutrientes mas importantes para el crecimiento y formación de los órganos de la trucha; pueden provenir de origen animal y vegetal. Las proteínas están formadas de cadenas de aminoácidos.

La trucha necesita para su desarrollo 10 aminoácidos esenciales, de los cuales la lisina y la metionina son las más importantes. Estos aminoácidos pueden encontrarse en proteínas de origen animal, ya que las proteínas d origen vegetal no las contiene en su totalidad y calidad. La proteína animal es el componente alimenticio que se debe suministrar a las truchas en mayor cantidad en la dieta diaria. La cantidad de proteína en la dieta va de rangos de 40 a 45% de acuerdo al estadio y necesidades de la trucha.

- ⊕ En etapa de pre-alevinos y alevinos requiere mayor cantidad de proteína (45%)
- ⊕ Mientras va desarrollándose la cantidad de proteína requerida es menor (40%).

Requerimiento de Aminoácidos en la Trucha
(% de aminoácidos por cada 100 gr de dieta)

Aminoácido	Cantidad (%)
Argenina	1.4 – 3.5
Fenilalanina	2.5 – 6.5
Histidina	0.6 – 1.6
Isoleucena	1.0 – 2.4
Leucina	1.8 – 4.4
Lisina	2.1 – 5.3
Metionina	0.5 – 0.6
Treonina	1.4 – 3.4
Triptófano	0.2 – 0.5
Valina	1.2 – 3.1

b. Grasas

Son fuentes abundantes de energía que la trucha aprovecha para ahorrar proteína. La grasa en la dieta de la trucha no debe exceder el 10% debido a que el exceso puede acumularse en el hígado y provocar en la trucha. Sin embargo se puede adicionar grasa hasta el 15% de grasa líquida de bajo punto de fusión que son fácilmente absorbidos por el pez como el aceite de pescado.

La deficiencia de ácidos grasos produce en la trucha; bajo crecimiento, despigmentación, necrosis de la aleta caudal, estrés, anemia, distrofia muscular, degradación del páncreas. Los ácidos grasos insaturados más importantes son: oleico, linoleico, linolénico, y araquidónico.

c. Carbohidratos

Los carbohidratos son fuentes de energía, sin embargo el organismo de la trucha no puede digerir este nutriente en niveles altos. La cantidad de carbohidratos no debe exceder de 9 a 12% en la dieta de la trucha; ya que el exceso provocaría afecciones al hígado.

d. Vitaminas

Son compuestos orgánicos requeridos como trazas y son esenciales para el normal crecimiento de la trucha, su reproducción y su salud en general. La trucha no puede sintetizar las vitaminas y deben ingerirlas en su dieta. El pez criado en todos los sistemas intensivos debe ser alimentado con alimentos balanceados nutricionalmente completos, que contengan suplementos vitamínicos.

Para la trucha arcoíris se ha establecido los requerimientos de las vitaminas esenciales, que son adicionadas a alimento balanceado; los requerimientos vitamínicos adicionados por kilogramo de alimento son: Vitamina A 10,000UI, vitamina D3 2,500 UI, vitamina E 140

UI, vitamina K 6mg, Tiamina 10 mg, Riboflavin 25 mg, Piridoxina 10 mg, vitamina B12 30 mcg, Biotina 1,000 mcg, Acido Fólico 5 mg, Pantotenato de calcio 50 mg, Niacina 150 mg, Cloruro de colina 1,000 mg, vitamina C de stay 200 mg.

e. **Minerales**

Son elementos que aportan al crecimiento; ayudan a la formación de huesos, facilitan el transporte de sangre, y regulan el normal funcionamiento del organismo de la trucha. La cantidad requerida por el pez es mínima y son absorbidas a través del agua y del alimento. La ausencia de estos elementos en la dieta provoca un mal funcionamiento en el organismo de la trucha.

3.11 Alimento balanceado

Es un alimento elaborado con la combinación de distintos ingredientes e insumos de origen animal (harina de pescado, harina de huesos, aceite de pescado, etc); y de origen vegetal (harina de maíz, harina de soya, subproductos de trigo, etc). Este alimento está elaborado con una formulación determinada en función a los requerimientos nutritivos de la trucha.

La utilización de un alimento para truchas, no solamente implica el costo del alimento por kilogramo/tonelada, si no la inversión por cada tonelada del pez. Si contamos con dos tipos de alimentos; Alimento A y alimento B, para obtener el costo de tonelada de pez, se debe multiplicar el costo del alimento por el factor de conversión (Fc) de alimento. Así tenemos que: Un alimento que cuesta 2,000 nuevos soles la tonelada y proporciona un Fc alimenticia de 1.3; tendrá un costo de alimento por pez de:

$2,000 \text{ Nuevos Soles} \times 1.3 = 2,600 \text{ Nuevos Soles por Tonelada de Pez.}$

Un alimento que cueste 2,200 Nuevos Soles por tonelada y proporciona un Fc alimenticia de 1.0, tendrá un costo de alimento por pez de:

$2,200 \text{ Nuevos Soles} \times 1.0 = 2,200 \text{ Nuevos Soles por Tonelada de pez.}$

Este ejemplo simple, nos permite concluir que: para adquirir un alimento, debemos de considerar no solamente el precio del mismo, sino la calidad y eficiencia de rendimiento costo-productivo y los demás beneficios que aporta.

3.12 Forma y tamaño

La presentación del alimento es en gránulos o pellets, y su tamaño va de acuerdo a la etapa de crecimiento o estadio con el fin de ser digeridos y aprovechados eficientemente, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Tipo de alimentos de acuerdo al Estadio

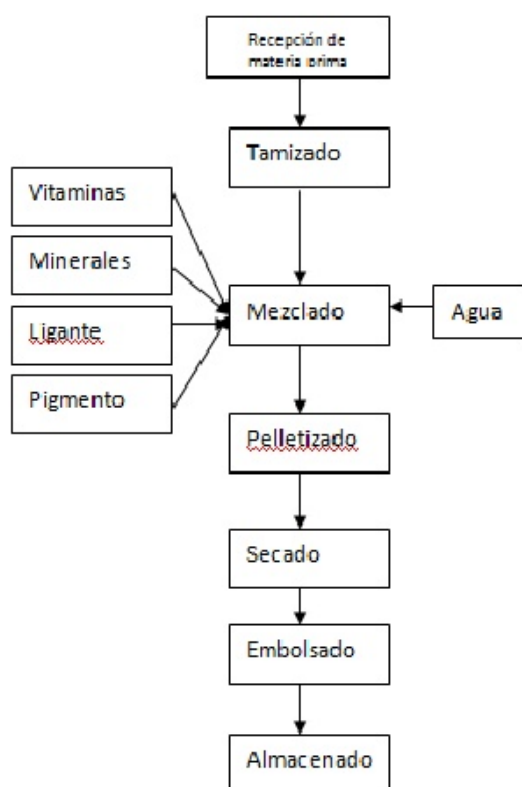
Estadio	Tipo de Alimento	Diámetro de alimento (mm)	Peso del pez rango (gr)	Talla del pez rango (cm)
Alevino	Inicio-crecimiento	1.0 -2.5	0.18 – 12.5	2.5 – 9.8
Prejuvenil	Crecimiento	2.5 – 3.5	12.5 -25.0	9.8 – 12.5
Juvenil	Crecimiento-Acabado	3.5 – 4.0	25.0 – 66.0	12.5 – 17.5
Adulto	Acabado-pigmentante	4.5 – 8.0	66.0 – 500.0	17.5 – 33.0
Reproductor	reproductor	8.0	500.0 a mas	33.0 a mas

3.13 Tipos de alimento

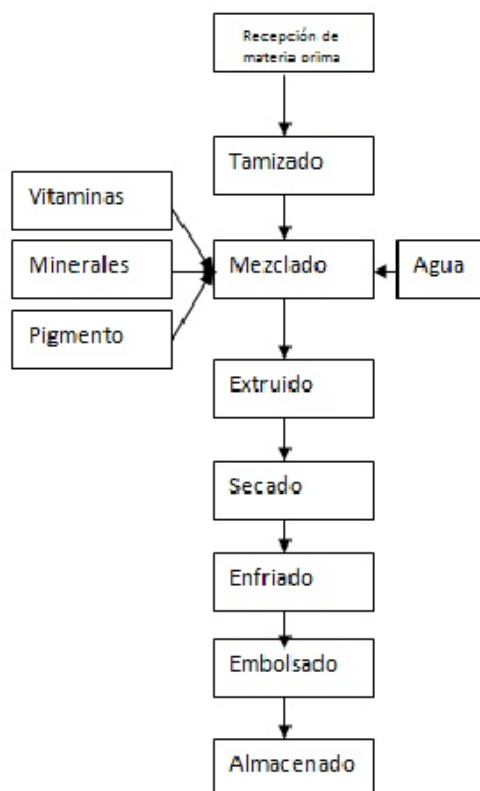
El mercado ofrece dos tipos de alimento balanceado: pelletizado y extruido.

Flujo de Proceso de Elaboración de Alimento Balanceado Pelletizado y Extruido para Truchas

Proceso de Pelletizado



Proceso de Extruido



3.14 Calidad de alimento

Las características de alto valor nutritivo y fácil digestibilidad, permiten que los peces tengan mejor crecimiento y mayor resistencia a enfermedades. Así mismo protegen el medio ambiente del pez por que no provocan contaminación del agua.

3.15 Presentación en el mercado

El alimento concentrado se adquiere en sacos de polipropileno (pp) de 40 o 50Kg, debidamente registrado. En la bolsa se presentan las características, recomendaciones y fecha de vencimiento del producto. La materia prima e insumos en la formulación de dietas comerciales son:

- Harina de pescado y harina de soya como fuente proteica y de grasa

- Subproducto de trigo, harina de cebada, gluten de maíz como fuente de carbohidratos
- Aceite de pescado como fuente de grasa
- Vitaminas y minerales, con la utilización de Premix, producto que contiene la cantidad requerida de estos nutrientes para la trucha
- Antioxidante que permiten otorgarle mayor estabilidad y durabilidad al alimento

3.16 Alimentación

Es importante mencionar que la calidad del alimento es un factor importante en la alimentación. Sin embargo no garantiza el aprovechamiento de los peces si no es suministrado mediante un manejo técnico adecuado.

3.16.1 Condiciones en relación a la trucha

Estas son las condiciones del manejo que se deben realizar para que el alimento sea aprovechado al máximo. Sin embargo no garantiza el aprovechamiento de los peces si no es suministrado mediante un manejo técnico adecuado.

Selección: La selección constante al lote de peces permite:

- ♣ Suministrar un tamaño de alimento uniforme para cada estanque
- ♣ Mínima competencia por alimento
- ♣ Crecimiento homogéneo y mejor aprovechamiento
- ♣ Control de momentos precisos de cambios de dieta por estadios de crecimiento

Biometría: El control de la evolución de crecimiento en peso y talla de los peces y el conocimiento de la población permite:

- ♣ Elegir el tipo de alimento adecuado según estadio
- ♣ Calcular la cantidad necesario para cada estanque
- ♣ Determinar los requerimientos de alimento con anticipación
- ♣ Controlar costos de inversión en alimento
- ♣ Control y manejo de factor de conversión

Control Físico-Químico del Agua: El control de estos factores permite:

- ♣ Calcular la cantidad de alimento en relación a la temperatura del agua; ya que cuando disminuye esta, el pez consume menos alimento y viceversa
- ♣ Distribuir la ración diaria; debido a que en horarios con mayor temperatura de agua es preferible darle la mayor cantidad de la ración correspondiente
- ♣ Determinar mejores horarios de alimentación
- ♣ Controlar la disponibilidad de oxígeno en el medio, porque el pez requiere concentraciones óptimas de este elemento para el metabolismo del alimento sea más eficiente.

Profilaxis: Implementar medidas preventivas permite:

- ♣ Disminuir los índices de mortalidad diaria, ya que la contaminación diaria del medio debilita a los peces
- ♣ Proporcionar adecuada circulación de oxígeno manteniendo redes limpias que faciliten a los peces alimentarse con mayor vigor
- ♣ Atender oportunamente a los peces enfermos ya que se debilitan y no aprovechan el alimento

3.16.2 Condiciones en relación a la técnica de alimentación

Un buen manejo nos asegurará el buen desarrollo y crecimiento de los peces, así como beneficios económicos a nivel de producción:

Forma de suministro: La forma adecuada de distribuir el alimento permite:

- * Distribuir el alimento esparciendo uniformemente y al voleo en toda la superficie del agua del estanque
- * Disponer el alimento para cada uno de los estanques por raciones separadas
- * Calcular la distribución diaria por número de raciones día, según estadio de crecimiento de los peces y las condiciones del agua
- * Alimentar a los peces en el momento que coman con vigor
- * Suministra el alimento por intervalos, esperando que los peces hayan consumido todo el alimento del agua.

Frecuencia de alimentación: Determinar la cantidad de veces que se alimentara al pez permite:

- * Alimentarlos considerando la etapa de desarrollo
- * En la primera etapa, la trucha requiere ser alimentado con mayor frecuencia entre 9 a 10 veces al día, es decir con intervalos de tiempo corto. El nivel proteico de la dieta debe ser alto. Conforme desarrolla la trucha, los intervalos disminuyen a 2 raciones por día.
- * En la primera etapa de crecimiento (prealevinos y alevinos) es necesario alimentarlos los 7 días a la semana. Conforme van creciendo es recomendable alimentarlos un día a la semana, con el fin de deliberar su tracto digestivo.

Frecuencia de Alimentación

Estadio	Nº de raciones al día	Intervalo
Post larvas	Saciedad	Entre 30 y 60 minutos
Alevinos	10 a 6	Cada 90 minutos
Prejuveniles	6 a 4	Cada 2 horas
Juveniles	4 a 3	Cada 3 horas
Adultos	2	Cada 4 horas

Cantidad de alimento: Determinar la proporción de alimento permitirá:

- * Evitar el mal uso de alimentos; el sobrealimentar o nutrir mal a los peces se observará en los índices productivos y económicos
- * Calcular con precisión la cantidad diaria a suministrar, la cantidad requerida se calcula con el uso de tablas como la de Leitritz o Haskell. Incluso las empresas productoras de alimento sugieren las suyas; en general la variación no es significativa pero hay que cuidar en aproximarse a las raciones optimas
- * Brindar la proporción de alimento que se necesita el pez en las etapas iniciales de crecimiento (post larvas y alevinos) alimentando a los peces asta que queden satisfechos, ya que en estas primeras etapas se define la calidad y la fortaleza de los futuros adultos

Calculo de ración y uso de tablas:

Para aplicar la tabla correctamente se necesita conocer los siguientes datos de la población

- Temperatura del agua
- Cantidad de peces
- Peso y/o talla promedio unitario por pez (gr)
- Biomasa total (Kg)
- Tasa alimenticia (%): dato obtenido de la tabla con los datos anteriores

Con los datos de temperatura y peso promedio se determina Tasa de Alimentación (TA) expresado en porcentaje, aplicando la siguiente formula para calcular la ración diaria a suministrar (Ad):



Tabla de Alimentación Guía Elaborado por Leitritz

La siguiente tabla de alimentación para truchas es para las condiciones el altiplano peruano.

Talla (cm)	Peso Unitario (gr)	Cantidad alimento (% de peso corporal por día)							
		Temperatura del agua °C							
		8	10	12	13	14	15	16	17
<2.5	<0.18	4.5	5.2	6.0	6.8	7.0	7.8	8.9	9.2
2.5-5.0	0.18-1.42	3.8	4.4	5.0	5.7	6.0	6.6	7.5	7.8
5.0-9.8	1.42-4.5	2.9	3.3	3.8	4.4	5.0	5.3	5.8	6.0
9.8-12.0	4.5-12.5	2.5	2.8	3.2	3.7	4.2	4.8	5.0	5.2
12.0-14.5	12.5-22.2	1.9	2.2	2.5	2.9	3.0	3.5	3.8	4.0
14.5-17.5	22.2-40.0	1.5	1.7	2.0	2.3	2.6	3.0	3.4	3.6
17.5-20.0	40.0-66.6	1.5	1.7	2.0	2.2	2.6	2.8	3.2	3.4
20.0-22.0	66.6-100.0	1.4	1.5	1.8	2.0	2.3	2.6	2.9	3.0
22.0-25.0	100.0-142.8	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	2.3	2.5	2.6
25.0-29.0	142.8-200.0	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.4
29.0-41.00	200.0-333.3	1.0	1.2	1.3	1.5	1.8	2.0	2.2	2.3
>41.00	333.3-909.9	0.9	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	1.6	1.7
	>909.9	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5

EJEMPLO:

Tabulamos los siguientes datos

Temperatura del agua = 15 °C

Numero de truchas en el estanque = 1500

Peso promedio = 150 gr

Biomasa o peso total en el estanque: la calculamos de la siguiente manera

$$Biomasa = \frac{(N^{\circ} peces)(Peso Pr omedio)}{1000}$$

Calculando con el ejemplo:

$$Biomasa = \frac{(1500)(150gr)}{1000} = 225kg$$

$$Alimentodiario = \frac{(225kg)(TA\%)}{100}$$

Determinamos en la tabla TA (%): a 15°C y 150gr de peso que es de 2.1%

Reemplazando en la formula anterior se tiene:

$$Ad = \frac{(225kg)(2.1\%)}{100} = 4.73kg$$

Requerimos 4.73kg de alimento diario que deberá ser dividida según el número de raciones que se suministre al día.

Si suministramos 26 días: $4.73kg \times 26 \text{ días} = 123 \text{ kg}$ al mes (esto dejando de suministrar un día por semana para efectos de hacer un lavado del sistema digestivo de la trucha).

Cabe mencionar dos puntos importantes en cuanto al uso de tablas:

- De acuerdo al comportamiento de la trucha la tasa se puede variar, no es necesario seguir estrictamente los valores de las tablas. Incluso al medio de crianza se puede determinar tablas propias, realizando seguimiento constante en distintas campañas en el mismo medio de producción. De esta manera se puede tabular datos históricos y determinar promedios de comportamiento de crecimiento y calcular la tasa alimenticia.
- Con el fin de contar con el peso exacto para determinado pedido del mercado puede convenir retardar ligeramente la tasa de conversión en la producción. En estos casos la reducción de la tasa debe hacerse progresivamente.
- De acuerdo a la demanda del mercado, puede aplicarse alimentación a saciedad en las etapas de la crianza que se requiera, procurando evitar derroche o subalimentación a las truchas. Se recomienda mantener una comparación constante entre los valores de las tablas establecidas y los nuevos valores obtenidos aplicando este sistema.

Cuidados del alimento:

Es importante que el alimento balanceado se almacene en condiciones adecuadas. Se recomienda seguir las siguientes recomendaciones:

- Contar con ambiente amplio y ventilado
- Mantener limpio el almacén
- Evitar el ingreso de roedores, insectos o aves
- Realizar periódicamente desinfecciones
- Utilizar parillas de madera para evitar contacto directo de los sacos con el piso y contar con espacios de ventilación

- Controlar en forma permanente el consumo de alimento balanceado a través del movimiento de los sacos almacenados. De acuerdo a la fecha de ingreso del alimento balanceado los sacos deben salir, controlando en forma permanente la fecha de vencimiento del producto.
- Verificar en cada uno de los sacos la siguiente información: fecha de vencimiento y recomendación de uso
- Llevar un control estricto de ingreso y salida de alimento en almacén

3.17 Factor de conversión alimenticia

Es un factor que permite medir matemáticamente en forma simple el nivel de incremento en peso de la población de peces en relación al alimento que han consumido en un rango de tiempo determinado, y se expresa de la siguiente forma:

$$FCA = \frac{\text{Alimento Consumido (Kg)}}{\text{Incremento de Peso (Kg)}}$$

Ejemplo: si el último mes el estanque de juveniles consumió 250 kg de alimento y durante el mes su peso se elevó de 300 a 520 kg de toda la población; incremento 220 kg; entonces se calcula:

$$FCA = \frac{250\text{kg}}{220\text{kg}} = 1.13$$

El nivel de conversión puede ser alto o bajo. Cuando el nivel es bajo se refleja en la tabla. Cuando los valores se acercan a 1 o superan ligeramente este valor. Cuando el nivel es alto los valores son mayores a 1. Se puede considerar un factor alto si la conversión final de producción supera valores de 1.2.

En el ejemplo el factor de 1.13 hallado nos indica un buen nivel de conversión.

Cada estadio del pez presenta un factor variable de acuerdo al tamaño y aprovechamiento del alimento. Los peces pequeños como alevines se encuentran entre 0.5 y 0.8 juveniles entre 0.8 y 1.0 y tienen baja conversión. Los peces de mayor tamaño como los adultos y los reproductores se encuentran entre 1.0 a 1.2.

Es probable obtener buen factor y mejor rendimiento económico si se aplican las técnicas adecuadas de manejo en la etapa de alimentación.

3.18 Grado de pigmentación

Un considerable sector de mercado exige trucha de característica salmonada (pigmentada). La trucha en cautiverio no pigmenta fácilmente; por lo cual el alimento balanceado se le adiciona pigmentos artificiales en distintas concentraciones (de 200 a 600 gr/TM) lo que permite un determinado grado de coloración en el musculo de la trucha. Estos pigmentos son derivados de la Cantaxantina y astaxantina de acuerdo a la coloración requerida, comercialmente son conocidos como carophyl rojo y carophyl rosado respectivamente.

Se cuenta con las talas diseñadas para medir el grado de pigmentación a nivel comercia. Para identificar el grado de pigmento basta hacer coincidir el color del musculo dela trucha con el color que corresponde en la tabla.

La escala de ROCHE para salmónidos es la mas utilizada comercialmente. El grado de pigmentación se mide en rangos de de 1 al 18 (1 a 8 para cortes tipo medallón y 11 a 18 para cortes tipo filete).

También es utilizado el “Abanico Colorimétrico para Salmónidos” que mide en rango de 20 a 34. La escala de ROCHE cuenta con un rango de medición de pigmento para tablas carophyl rosado y carophyl rojo. Para Exportación se requiere un grado de pigmentación de 28 a 30.



CAPITULO IV

SANIDAD ACUÍCOLA

En los peces en general, el estado de enfermedad se caracteriza por la aparición de anomalías de comportamiento y/o de integridad corporal que se repiten en un individuo o en el seno de una población. Éstos conducen generalmente a la muerte o al descenso de los rendimientos del cultivo las anomalías se deben a la acción nociva sobre las funciones fisiológicas del pez, que tienen su origen en causas de orden fisiológico, químico o biológico, que obran solas o asociadas y son desencadenadas de modo natural o inducido. La inducción implica una acción humana que puede deberse a fallas tecnológicas en el proceso de cultivo, por contaminación incidental de aguas o por infección directa de peces enfermos que hayan sido introducidos a los estanques. Las enfermedades de la trucha se transmiten por contagio directo o por vías indirectas. En el primer caso, la alta densidad de cultivo favorece la transmisión, particularmente cuando se trata de enfermedades infecciosas; este es el caso más frecuente y el que presenta mayores riesgos para las inversiones acuícolas.

Las enfermedades de los peces pueden ser producidas por infecciones de microorganismos del grupo de los virus, bacterias, hongos, protozoarios y gusanos, también pueden deberse a fallas en los recambios de agua, acumulación de excretas y alimento en los estanques, a deficiencias nutricionales o traumatismos sufridos por los peces.

3.2 Enfermedades virales

Cuando en una granja acuícola se presenta una enfermedad de tipo viral, resulta imposible tratar de controlar un brote infeccioso de esta clase, ya que actualmente no existen medicamentos capaces de destruir estas células infecciosas, afortunadamente en México no sea han presentado estas enfermedades, por ello sólo nos limitaremos a mencionar las enfermedades más importantes de este

género:

A) Necrosis pancreática infecciosa (NPI)

Cuadro clínico: los alevines infectados se mueven con desgano y tienden a nadar sobre sus costados con movimientos lentos en espiral hundiéndose a menudo hacia el fondo. Presentan coloración más oscura y tienen el vientre abultado, moco blanquecino en el intestino

Prevención: impedir importaciones de peces con enfermedades vírales. Evitar la entrada de peces silvestres, aves y sus excrementos, piensos para peces, manos, botas del personal, los huevos deben solicitarse sanitariamente certificados por un laboratorio competente.

Control y tratamiento

No es posible ningún tratamiento. Se aconseja matar y eliminar todos los lotes afectados (todos pueden morir), toda la piscifactoría debe desinfectarse con un compuesto de yodóforo.

B) Necrosis infecciosa Hematopoyética (NHI)

Cuadro clínico: los peces afectados presentan distensión del abdomen, acumulación de líquido ascético en la cavidad peritoneal, oscurecimiento del cuerpo, exoftalmia, anemia, y petequias en la base de las aletas. El riñón anterior, bazo, hígado y viseras se observan necrosadas.

Prevención: evitar el contacto de los peces sanos con los peces infectados, pues la transmisión es por contacto entre los peces a través del agua infectada por la orina y las heces de los peces enfermos. La permanencia de peces en aguas de temperatura de 15 grados centígrados durante 30 días y su transferencia a aguas más frías facilita la posibilidad de poder desarrollar un cierto grado de resistencia natural a la infección.

Tratamiento: No es posible ningún tratamiento.

C) Necrosis hemorrágica viral (SHV)

Cuadro clínico; Se presenta en truchas juveniles, durante el periodo de mayor crecimiento. Presentan branquias pálidas y anémicas, hemorragias petequiales en el tejido conectivo periocular y en los ojos, aletas pectorales enrojecidas de la base, hemorragias oculares, hígado pálido.

Prevención; Evitar el contacto de los peces enfermos con los peces sanos, debido a que la transmisión se efectúa a través del agua, orina y heces de las truchas infectadas. Los factores ambientales de la piscifactoría deben mantenerse en buenas condiciones en cuanto a limpieza, densidad de la población y oxigenación.

4.5 Enfermedades bacterianas

Las bacterias son seres muy pequeños que pueden observarse únicamente con los objetivos más potentes del microscopio. Abundan en el medio ambiente y pueden multiplicarse con gran rapidez. Cierta número de especies bacterianas producen enfermedades en los peces y son muy variables en la facilidad con que pueden afectar a su hospedero. Por ejemplo, ciertas especies de bacterias pueden producir la muerte del hospedador en casi cualquier época, mientras que otras únicamente causan perjuicios a temperaturas altas, en condiciones de superpoblación, de agua muy blanda o asociadas con alguna otra circunstancia ambiental que vuelve más receptible al hospedador. Algunas bacterias son habitantes normales de la piel o del tracto intestinal del pez y cuando este muere, o se sacrifica, invaden el organismo determinado la descomposición y podredumbre de los tejidos. Dentro de las enfermedades bacterianas existe una gran gama de enfermedades, para el presente capítulo, sólo nos limitaremos a describir algunas de las enfermedades más comunes en trucha arco iris.

D. Furunculosis (*Aeromonas salmonicida*)

Cuadro clínico; Se encuentran pequeños “furúnculos” localizados en la piel y musculatura, los cuales contienen bacterias, células sanguíneas y tejido necrosado. Con el progreso de la enfermedad los furúnculos aumentan de tamaño, rompiéndose y dando salida a sangre y pus, lo cual resulta en una lesión cutánea hemorrágica y necrótica. Ulceraciones en la piel, músculos y branquias. Hay descargas sanguinolentas del ano, enrojecimiento y congestión de las aletas, petequias en tejido muscular, el bazo presenta una coloración cereza y está distendido. El riñón e hígado están necrosados.

Control o tratamiento

- 1.- Betadine (Iodofon), para la desinfección de peces se usa una solución de 1:20,000 sumergiendo a los peces durante 10 min.
- 2.- Nitrofurazona (Furacin) en el alimento a razón de 7.5 grs. de ingrediente activo por 100Kg. de peso en pez suministrando diariamente durante 2 semanas.
- 3.- Furazolidona (Furoxona) en el alimento a razón de 7.5 Mg/Kg. de peso de pez por día durante 10-14 días, en una proporción del 3% del peso corporal.
- 4.- **Oxitetraciclina en el alimento** 7.5 grs. de ingrediente activo por 100 Kg. de peso de pez por día durante 10 días.

E. Enfermedad de la boca roja (*Versinia ruckeri*)

Cuadro clínico: La enfermedad puede ser aguda, sub-aguda o crónica. Los casos agudos desarrollan rápidamente letargo y anorexia, ocasionalmente los peces presentan hemorragia subcutánea en la boca y alrededor de ella, base de las aletas, opérculo y alrededor del ano; así mismo, pueden presentarse zonas hemorrágicas en la piel y en las branquias. En el curso de la epizootia, los casos crónicos presentan exoftalmia, generalmente acompañada por hemorragia alrededor de uno o ambos ojos y en el iris, pudiendo ocurrir rompimiento de los ojos, el color de los peces oscurece, algunos pueden presentar el abdomen distendido, así como hemorragias en la base de las aletas, la boca y el opérculo. Las branquias y el hígado palidecen. Puede hacer acumulación de un fluido serosanguinolento alrededor de las vísceras y algo de eritema, pero sin hemorragia. El tracto intestinal por lo regular está libre de alimento o heces, pero suele haber mucus amarillentos en el lumen del intestino. Puede ocurrir hemorragia potencial difusa en las vísceras y en el músculo.

Control o tratamiento

- 1.- Para el tratamiento se recomienda la oxitetraciclina mezclada con el alimento a una concentración de 55-75 Mg/Kg. de pez por día, durante 10-14 días.
- 2.- Así mismo, ha dado buen resultado el uso de una combinación de sulfameracina a 66 Mg/Kg. de pez/día y furazolidona a 44 Mg/Kg. de pez/día durante 5 días. Es importante considerar que los productos antes mencionados pueden ser aplicados, siempre y cuando, los peces se destinen para consumo humano, hasta 21 días después del último tratamiento.

F. Columnaris (*Flexibacter columnaris*)

Cuadro clínico: Presencia de zonas blando-grisáceas sobre el cuerpo, aletas, boca y cabeza de la trucha. A simple vista, estas zonas se asemejan a las lesiones provocadas por la saprolegniasis, por lo general el borde externo de las aletas está lesionado y la coloración que presentan es grisácea debido a la proliferación de células epiteliales y bacterias. Las lesiones branquiales presentan una coloración amarillenta y empiezan en el borde de la branquia, extendiéndose hacia la base del arco branquial dejando a su paso el tejido necrosado.

Control o tratamiento

- 1.- Nitrofurazona (Furacin) se aplica en el alimento a razón de 7.5 grs. de ingrediente activo por 100 Kg de peso de pez diariamente por 2 semanas.

2.- Permanganato de potasio en una proporción de 1:200,000. A los peces afectados se les da un baño de 30 a 60 minutos observando que los peces no entren en estrés.

G. Septicemia hemorrágica bacteriana (*Aeromonas* y *Pseudomonas spp*)

Cuadro clínico: La enfermedad generalmente se presenta en el verano cuando la temperatura del agua se incrementa o en el otoño, cuando tiende a decrecer, entonces el pez pierde su equilibrio homeostático y se estresa y aunque clínicamente la enfermedad puede pasar desapercibida, los peces empiezan a perder el apetito.

Existen cuatro formas clínicas de la enfermedad (latente, ulcerosa, ascítica y maculosa) que pueden tener relación entre sí. En la forma latente el pez se comporta normalmente, se acumula un poco de líquido en la cavidad visceral y se altera el hígado. La forma ulcerosa se presenta esporádicamente, generalmente con lesiones en la piel y en los músculos, hay exceso de mucus y las aletas se presentan deshilachadas. La evolución es de 30-40 días; en la forma ascítica, además de la pérdida del apetito, los peces nadan erráticamente y tienden a agruparse en un punto; aparecen manchas rojas en la base de las aletas, en boca, opérculo y ano. Internamente pueden presentarse zonas hemorrágicas, en el intestino, peritoneo y músculos. En la forma maculosa se presentan manchas en diferentes partes de cuerpo, también hay líquido en la cavidad visceral, hígado hiperemico y la vejiga natatoria se observa inflamada y hemorrágica, la evolución es de 5-10 días.

Tomando en cuenta que la Septicemia por *Aeromonas* móviles o cualquier septicemia hemorrágica bacteriana, está relacionada con la calidad del agua, es recomendable realizar desinfecciones periódicas y mantener limpios los estanques o canales de corriente rápida. El “estrés” está asociado con las enfermedades bacterianas, evitarlo sería un método para prevenir y controlar la enfermedad. Para lograrlo es necesario llevar un control adecuado de los parámetros ambientales, manejo y densidad de población de los peces, así como su alimentación, una medida profiláctica muy comúnmente usada en la separación de los peces enfermos.

Control o tratamiento

- 1.- Para el tratamiento de la enfermedad se recomienda Oxitetraciclina con una dosificación de 50-75 Mg/Kg de pez/día, durante 10 días mezclado en el alimento.
- 2.- También sulfameracina con una dosificación de 264 Mg/Kg. de pez/día de Nifurpirinol (Furanace) por un espacio de 11 días, también mezclado en el alimento.

3.- Como medida preventiva usar el tratamiento externo una vez por semana con azul de metileno en una proporción de 1:250,000 (4 mg/lit) ayuda a disminuir la flora microbiana y a su vez a que decrezcan las infecciones secundarias.

H. Enfermedad bacteriana de las branquias

La enfermedad bacteriana de las branquias es una enfermedad crónica aguda que ocurre tanto en salmónidos como en diversas especies de peces de aguas templadas. Algunos autores le llaman “enfermedad ambiental de las branquias” ya que se le ha asociado con condiciones ambientales deficientes. Generalmente se considera que la enfermedad se presenta cuando las branquias se irritan debido a las condiciones del agua y posteriormente por la invasión de diversas bacterias oportunistas. Factores tales como materia suspendida en el agua, concentraciones elevadas de amonio, bajo oxígeno disuelto y sobrepoblación de peces, pueden ser la causa de brote que llevarían a pérdidas de hasta 50% en 24 hrs.

Muchas especies de peces excretan sustancias nitrogenadas a través de las branquias, ya que estas les sirven a los peces como órganos excretores y respiratorios. Entre las sustancias que excretan y que a su vez quedan en el agua, se encuentran urea, ácido úrico y creatinina. Así mismo, muchos de estos compuestos pueden ser transformados a nitrógeno amoniacal por acción bacteriana y dejar en el agua un ambiente altamente irritativo para las branquias de los peces.

Los cambios patológicos de las branquias pueden ser causados por otras enfermedades, tales como “enfermedad nutricional de las branquias”, originado por deficiencia de ácido pantoténico; “enfermedad hemorrágica de las branquias”, causada por agentes tóxicos; “enfermedad necrótica de las branquias”, originada por contaminantes como amonio y otros productos metabólicos de los peces; “enfermedad micótica de las branquias”, causada por hongos (Branchyomices) y “enfermedad columnaris” originada por flexibacterias. Bacterias oportunistas de los géneros *Flexibacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas* y *Aeromonas* pueden estar involucradas en la “enfermedad bacteriana de las branquias”

Cuadro clínico: Uno de los principales síntomas de la enfermedad es la anorexia. Además, los peces tienden a ir al flujo de agua y se mantienen en la superficie, nadan erráticamente y con lentitud. Las branquias generalmente, aparecen inflamadas; el tejido de estas puede empujar desde abajo al opérculo provocando que no cierra normalmente, con frecuencia se observan manchas blancas o grises en las branquias, por otra parte, el crecimiento bacteriano adhiere firmemente a los

filamentos de las branquias y lamelas, su invasión puede ser unilateral o bilateral dependiendo de la severidad del daño.

Prevención y control

El tratamiento para la enfermedad debe administrarse tan pronto se conozca el diagnóstico; generalmente es recomendable usar desinfectantes externos en el momento en que el acúmulo bacteriano es eliminado de las branquias, los peces se recuperan.

- 1.- Los compuestos cuaternarios de amonio como el cloruro de benzalconio en una concentración de 1-2 ppm. Como ingrediente activo es el más usado, ya que reduce la población bacteriana del agua y por consecuencia la incidencia de la enfermedad, al impedir la invasión de la enfermedad por bacterias en las branquias. Es importante tomar en cuenta que el margen de seguridad de estos compuestos no es muy amplio, sobre todo cuando se trata de aguas suaves.
- 2.- Otro desinfectante usado con éxito es el dibromuro 6,7, di-hidro-di-pirido-pi-racinedio, conocido en el mercado como “diquat” a una concentración de 2-4 ppm. Como ingrediente activo.
- 3.- También los baños con sal o con ácido acético o con permanganato de potasio ($KMnO_4$) en una concentración de 2-4 ppm. Durante una hora.
- 4.- Los baños con sulfato de cobre también pueden ser efectivos a una concentración de 1:2000 por 1 minuto o bien baños más prolongados a una concentración de 1 ppm durante 1 hora.

4.6 Enfermedades parasitarias

A. Enfermedad del torneo (*Myxosoma cerebralis*)

Cuadro clínico: La enfermedad puede ser latente o manifestarse de 40 a 60 días después del nacimiento (eclosión) y persistir hasta que el pez tenga un año de edad. Las truchas menores de 3 meses suelen caer al fondo del estanque en un estado de agotamiento permaneciendo sobre su costado. Durante su crecimiento se experimentan elevadas tasas de mortalidad. Las truchas afectadas nadan desordenadamente alrededor de su propio eje, sobre todo cuando se les da de comer. Ocurre con mayor frecuencia en peces de 2 a 8 meses de edad. Otro de los síntomas es el obscurecimiento del pedúnculo; deformaciones de la cabeza y cuerpo, exoftalmia, la espina dorsal presenta una curvatura anormal, los opérculos se observan reducidos (en peces de 6 meses de edad).

Prevención y control

La Prevención se logra separando los lotes de peces libres de la enfermedad y colocándolos en estanques libres de la fase infectiva y hospederos intermediarios.

Desinfectar el laboratorio de incubación e instrumentos previo post uso, mediante la exposición de 12 horas en “Bactosa” a una proporción de 1:5,000. Esta dilución se emplea también para la desinfección de artes de pesca y botas.

Para la desinfección de estanques de concreto se vaciarán los estanques se aplicará cal viva en dosis de 1 kg/m² durante 3-4 semanas, después eliminando la cal con agua.

Posteriormente los futuros alevines se mantendrán en la sala de incubación durante un periodo de 3 a 8 meses de edad debido a que las esporas tardan aproximadamente 4 meses en desarrollarse. Se aconseja que las repoblaciones se efectúen con peces de 8 a 12 meses para tener mejores resultados. Las drogas más utilizadas para la prevención y control son la Furazolidona (Furoxona), Benomyl y Furamicina, pero en general, no existen drogas que prevengan la infección ni tampoco que curen la enfermedad cuando está ya presente.

B. Ictioftiriasis o punto blanco (ICH)

(Ichthyophthirius multifiliis)

Cuadro clínico: La infección por ICH ocasiona irritación, hiperplasia epitelial y proliferación de células mucoides, edema, infiltración celular en la dermis donde se localiza el parásito produciendo pústulas blanquesinas de tamaño de la cabeza de un alfiler. En infecciones severas, la epidermis se desintegra y la piel queda expuesta. Si la inflamación es en agallas, se presenta proliferación del epitelio inter laminar, excesiva secreción de mucus y degeneración epitelial.

Los peces afectados se frota contra los bordes y el fondo de los estanques, las truchas tienden a agruparse cerca de la entrada de agua; y en ocasiones dan saltos fuera del agua. Hay letargia e inapetencia. Conforme avanza la infección, los peces nadan frenéticamente en la superficie del agua, dando señales de asfixia y boqueando fuertemente. En alevines y crías, las mortandades son altas, lo cual no descarta que los reproductores puedan infectarse y morir.

Prevención y control

La desinfección con sustancias químicas a los estanques elimina los estadios juveniles natatorios y los quistes localizados en el fondo de los contenedores, ya que es difícil eliminar trofozoitos de las pústulas, por eso deben aplicarse los tratamientos en forma repetida, esto ayudaría además para darle tiempo a los peces para que desarrollen cierta inmunidad contra el parásito.

1.- Cloruro de Sodio (Sal) mediante baños de 15-30 grs/lts. De agua durante 15-30 minutos. El cloruro de sodio debe ser sal de grano libre de Iodo.

El lote de los peces que han sufrido la enfermedad, debe mantenerse separado hasta el momento de venderlos para consumo humano o sacrificarlos, ya que pueden actuar como portadores.

C. Costiasis (*Costia necatrix*)

Cuadro clínico: La aparición de una capa blanco azulada o grisácea, la cual se extiende sobre el cuerpo y aletas, especialmente sobre la base de la aleta dorsal y las branquias. Las partes más afectadas del cuerpo muestran enrojecimiento y hemorragias. Hay pérdidas de apetito, debilidad y letargia con movimientos desordenados y con aletas pegadas al cuerpo. Hay una tendencia de las truchas a frotarse contra las paredes en el fondo del estanque. Las truchas muestran necrosis en la capa epidérmica de la piel.

Prevención y control

Un método de prevención es evitar que la densidad de carga de los estanques sea elevado y que la alimentación no sea insuficiente o inadecuada. Cuando el problema se ha presentado se da un tratamiento de "Parasan" como un baño de corta duración a temperatura inferior a los 13°C. En una proporción de 10 ml. de Parasan por cada 10 lts. De agua, aproximadamente por una hora. Debe preverse de aireación a los peces durante el tratamiento y al finalizar éste, cambiar el agua. El tratamiento se repite por 3 días consecutivos preparando siempre una dilución nueva y al finalizar cambiar siempre el agua.

4.7 Enfermedades fungales

A. Saprolegniasis (*Saprolegnia sp.*)

Cuadro clínico: Infección secundaria, tiene lugar mediante invasión de heridas o infecciones primarias por el hongo. Presencia de una masa algodonosa de hifas nicóticas que cubren el cuerpo, aletas y branquias. En algunos casos se afecta el tubo gastrointestinal de las crías y el hongo empieza a desarrollarse en la luz del estómago y las hifas atraviesan las paredes de éste, localizándose en la pared abdominal y de ahí al exterior del cuerpo del pez a través de la pared abdominal. Una vez destruido el tegumento, el hongo penetra la musculatura y finalmente las vísceras del pez. El desarrollo del hongo en la piel y musculatura da lugar a la formación de zonas necróticas, las cuales dan origen a la muerte del pez, salvo si esta se controla a tiempo. En cuanto a las branquias, se refiere da origen a una necrosis de los lamelos de las mismas.

La importancia de esta enfermedad está relacionada con la incubación de los huevos. El hongo se desarrollo sobre los huevos muertos a partir de los cuales se extiende hacia los huevos vivos, que contienen restos de materia orgánica adherida a la superficie. Las hifas forman redes filamentosas que provocan la muerte de los huevos por asfixia.

Control o tratamiento

En el tratamiento terapéutico de infecciones micóticas, se recomienda el uso de Verde de Malaquita (Libre de Zinc) cuya aplicación se realiza en dosis de 0.15 ppm. Durante una hora. Para una erradicación completa se recomienda repetir el tratamiento por 3 días hasta su eliminación total. Para el tratamiento de huevo la dosis es de 666 ppm. Durante 10 segundos o de 0.1 ppm durante 1 hora.

B. Ictiosporidiosis (*Ichthyosporidium hoferi*)

Cuadro clínico: Inflamación abdominal, convulsiones repetidas (no confundir con la enfermedad del torneo), la enfermedad se manifiesta con un aspecto de “papel de lija” y generalmente se presentan en la región caudal latero-ventral, al destruirse la piel se produce necrosis del tejido muscular lo que da lugar a lesiones abiertas y desprendimiento de las escamas. Las lesiones cutáneas forman abscesos que terminan en ulceraciones hemorrágicas de la piel, hay exolftamia y pérdida de apetito. Internamente en el hígado, bazo, riñón, corazón, intestino y gónadas, se

observan numerosas masas blanquecinas o grisáceas de forma redonda o irregular. Puede haber acumulación de exudado en la cavidad abdominal.

Control o tratamiento

La prevención es uno de los aspectos prácticos más importantes, ya que en la práctica no se conoce ningún método químico terapéutico para controlar esta enfermedad.

Enfermedades atribuibles a otras causas

La alimentación juega un papel muy importante en la salud de los peces ya que si ésta es la adecuada, se les podrá mantener en condiciones saludables. Muchas de las enfermedades de los

peces tienen cierta relación tanto con deficiencias nutricionales como con la mala o poca alimentación o con el exceso de alimento. El pez que no recibe la alimentación adecuada carece de las defensas inmunológicas y puede llegar a sufrir “stress” lo que ocasionaría que cualquier agente patógeno presente pueda evolucionar con facilidad.

Un factor importante en el cultivo de los peces, es la nutrición. El proporcionar a los peces una correcta alimentación permite obtener altos rendimientos en corto plazo y además un índice de fecundidad elevado.

Las enfermedades de los peces provocados por mala nutrición o exceso de alimento son difíciles de diagnosticar. En estas enfermedades generalmente están involucrados microorganismos oportunistas.

CAPITULO V

BUENAS PRÁCTICAS Y CONSIDERACIONES DE INOCUIDAD EN LA CRIANZA DE TRUCHA

La adopción de Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA) consiste en aplicar durante el proceso de cultivo, el conjunto de recomendaciones, normas y actividades relacionadas entre sí, que están destinadas a garantizar que estos productos mantengan las especificaciones de calidad sanitaria e inocuidad requeridas para el consumo humano y conservación del ambiente. La inocuidad de la trucha producida por acuicultura, puede verse afectada por problemas de contaminación debido a descargas industriales, agrícolas o de asentamientos humanos, la falta de instalaciones adecuadas, la carencia de programas eficientes de higiene del personal que trabaja en la granja y de las instalaciones y equipo, la utilización no controlada de químicos y fármacos, y el uso de alimentos contaminados.

Al igual que en otros organismos acuáticos, la producción de trucha para consumo humano requiere que todas las actividades antes, durante y después de la misma, se realicen con el objetivo de obtener productos de alta calidad sanitaria conforme a las leyes y reglamentos en materia de alimentos. Para ello se recomienda la aplicación de los principios de buenas prácticas en todos los eslabones de la cadena productiva.

5.4 Buenas Prácticas

Las buenas prácticas de cultivo de trucha, están dirigidas a asegurar la producción sostenida e inocuidad alimentaria del producto, minimizando el impacto al medio ambiente, logrando con ello la sustentabilidad de la actividad.

La adopción de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Trucha, tiene como objetivo asegurar que el producto que se obtiene a pie de granja sea inocuo, es decir, que se encuentre libre de bacterias, parásitos o compuestos químicos que atenten contra la salud de los consumidores. La implementación de estas, ofrece diversas ventajas, por ejemplo:

- a) Se obtiene un alto nivel de calidad sanitaria en los alimentos.
- b) Contribuye a consolidar la imagen y credibilidad de la empresa frente a los consumidores y aumenta la competitividad tanto en el mercado interno como en el externo.
- c) Contribuye a la reducción de costos y a disminuir sustancialmente la destrucción o re-procesamiento de productos, lo que resulta en un aumento de la productividad.

- d) Aumenta la autoestima e importancia del trabajo en grupo; ya que las personas involucradas pasan a un estado de conciencia, ganando autoconfianza y satisfacción de que la producción, se realiza con un alto nivel de seguridad. Al mismo tiempo genera ganancias institucionales.
- e) En el aspecto legal la implantación de BPPAT, facilita la comunicación de las empresas con la autoridad sanitaria, puesto que la empresa ha resuelto premisas tales como: el cumplimiento de las buenas prácticas sanitarias y el énfasis en el control del proceso, asegurando la calidad sanitaria, que es el punto central de la responsabilidad del gobierno y la industria para proteger la salud de los consumidores.

5.5 Consideraciones de inocuidad

En 1995, la Conferencia de la FAO aprobó el Código de Conducta para la Pesca Responsable, que define la inocuidad y la calidad elevada de los alimentos para los productos procedentes de la acuicultura. En el Artículo 9 «Desarrollo de la Acuicultura» y en particular en el punto 9.4, establece varios lineamientos sobre el nivel de responsabilidad de la acuicultura al nivel de producción (granja), en este aspecto se pide a los gobiernos que observen los siguientes aspectos relacionados con la inocuidad:

- Asegurar la inocuidad de los productos de la acuicultura y la promoción de actividades dirigidas a mantener la calidad sanitaria de los mismos.
- Promover la participación activa de los productores y sus comunidades en el desarrollo responsable de las prácticas de manejo acuícola.
- Realizar esfuerzos para mejorar la selección y el uso de los alimentos acuícolas y sus aditivos. Asimismo, promover las prácticas sanitarias y de higiene, así como el uso mínimo de agentes terapéuticos, fármacos, hormonas, antibióticos y otros químicos que se utilizan para controlar enfermedades.
- Regular el uso de químicos en la acuicultura que sean peligrosos a la salud humana y al medio ambiente.
- Eliminación de los desechos y despojos de animales muertos, excesos de medicamentos veterinarios y otros químicos peligrosos de tal manera que no constituyan un peligro para el hombre y el medio ambiente.
- Asegurar la inocuidad de los alimentos, producto de la acuicultura y promover esfuerzos para mantener la calidad y mejorar su valor a través de cuidados antes, durante y después de la cosecha, incluyendo el transporte.

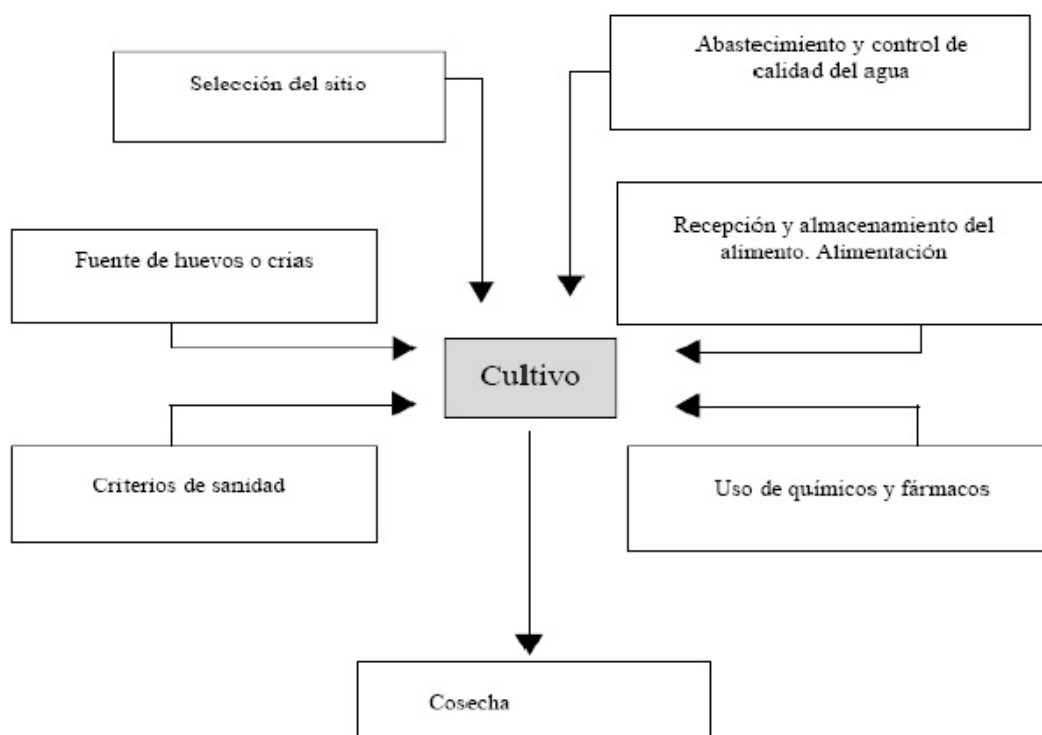
Para el consumo humano, la inocuidad en la trucha se puede definir como la característica que el producto tiene al estar libre de cualquier sustancia o material extraño que represente un peligro para la salud.

Esta característica en la trucha puede verse afectada durante la producción y cosecha por contaminantes químicos o biológicos. Asimismo, se puede presentar contaminación durante el procesamiento del producto en cualquiera de los siguientes eslabones: recepción del producto

primario, procesamiento, transporte, comercialización y distribución. Para la producción de trucha bajo los criterios de inocuidad alimentaria, las BPPAT deben considerar:

- ☞ La selección adecuada del sitio de cultivo, el cual deberá ubicarse en un lugar con un abastecimiento de agua que no esté en riesgo de contaminarse por descargas de otros afluentes y que no esté en contacto con otros animales. El sitio elegido o sus alrededores no debe tener un historial de uso agrícola que haya ocasionado la contaminación del suelo con plaguicidas o sustancias químicas.
- ☞ El diseño y construcción de un centro de producción acuícola adecuado a las necesidades del cultivo, en donde las diferentes áreas del proceso del mismo, sean independientes.
- ☞ La fuente de abastecimiento de agua tiene que estar libre de posibles contaminaciones, ser de alta calidad y cumplir con los requerimientos físico-químicos óptimos para la especie, además de que la granja debe contar con la cantidad de agua suficiente de acuerdo a su capacidad de carga.
- ☞ La higiene de las instalaciones, materiales y utensilios en las granjas así como del personal que labora en ella, deberá ser óptima.
- ☞ El uso de alimentos que cumplan los requerimientos de las normas que rigen la calidad de los mismos, debe asegurarse la utilización de alimentos libres de contaminantes químicos y de tener el control estricto sobre el manejo de la comida y la alimentación de los peces.
- ☞ El manejo adecuado de los organismos en el proceso productivo tiene como prioridad las medidas preventivas, ya que con ello se disminuyen las probabilidades de aparición de enfermedades infecciosas y el uso de antibióticos y otros compuestos químicos.
- ☞ Operaciones adecuadas durante el ciclo productivo que eviten perturbaciones biológicas o químicas. Por ejemplo, en la utilización de sustancias químicas, que debe realizarse en forma responsable.
- ☞ El uso de huevos o alevines producidos en criadero, que estén libres de cualquier contaminación biológica o química.
- ☞ El personal que labora en la granja debe tener un entrenamiento o capacitación que le permita entender la importancia de una adecuada aplicación de las BPPAT.

Figura 1 Diagrama con los aspectos más importantes en el cultivo de trucha arcoíris para la aplicación de las Buenas Prácticas de Producción Acuícola para la Inocuidad Alimentaria.



5.6 Identificación de los peligros

Los peligros potenciales que son específicos a los peces producidos por acuicultura incluyen los residuos de fármacos o medicamentos veterinarios u otros químicos que se utilizan en la producción acuícola que pueden sobrepasar los límites permitidos, también la contaminación de origen fecal en las granjas que se ubican en zonas cercanas a asentamientos humanos y otras instalaciones de cultivo de animales (Codex Alimentarius Commission, 2002). En general los peligros en los productos de la acuicultura se clasifican en biológicos y químicos.

5.6.1 Peligros biológicos

Se considera un peligro biológico a los organismos vivos y productos de origen biológico que tienen el potencial de contaminar los alimentos y causar un efecto negativo en la salud de los consumidores y de los peces, así como en la calidad del producto final. Los peligros biológicos en los peces pueden ser organismos parásitos y bacterias.

5.6.2 Peligros químicos

Los peligros químicos en el cultivo de trucha son los que representan los plaguicidas, otros químicos industriales y de origen natural y los productos utilizados como medicamentos veterinarios. Estos contaminantes llegan a acumularse en los peces a niveles mayores a los permisibles que pueden causar daño a la salud humana. Generalmente este peligro se asocia con la exposición prolongada a esos contaminantes. Para la trucha producida por acuicultura, hasta la fecha se han identificado dos tipos de peligros químicos relacionados con la especie provenientes de la contaminación por algunos productos químicos como los plaguicidas, los metales pesados y del uso de fármacos (US-FDA, 2001).

Límites para algunos metales, plaguicidas y otros compuestos químicos en el agua de cultivo de trucha en la Unión Europea

	Límite máximo
Mercurio (Hg)	0.05 µg/l
Plomo (Pb)	0.03 mg/l incubación de huevos 0.07 mg/l
Cadmio (Cd)	Agua blandas: 0.004 mg/l Agua duras: 0.012 mg/l
Cobre (Cu)	0.1 mg/l
Níquel (Ni)	0.02 mg/l
Cromo (Cr)	0.05 mg/l
Aluminio (Al)	0.1 mg/l
Arsénico (As)	0.05 mg/l
Manganeso (Mn)	0.1 mg/l, tolerancia hasta 8 mg/l dependiendo de la química del agua
Bifenilos policlorados	14 ng/l
DDT	1.0 ng/l
Lindano (γ-HCH)	80 ng/l
Fenoles	6 – 17 ng/l
Petróleo	0.3 mg/l
Gasolina	1.0 mg/l

Fuente: Schlotfeldt y Alderman, 1995. *A practical guide for the freshwater fish farmer.*

CAPITULO VI

INSTALACION DE PISCIGRANJAS PARA LA CRIANZA DE TRUCHAS

6.10 Elección del sitio

La primera decisión importante que hay que tomar antes de invertir en el desarrollo de un proyecto acuícola, es la elección de un buen lugar para ubicar la granja, conviene escoger un terreno de pendiente suave, no al pie de una colina muy empinada donde pueda inundarse durante la estación de lluvias. La granja deberá estar cerca de un río, arrollo o manantial donde el agua corra y llene el estanque.

Es necesario asegurarse que río tendrá suficiente agua durante todo el año. El agua deberá venir de un lugar más alto que la granja para que fluya hacia la granja por sí misma, es mejor construir los estanques en un lugar con un declive suave, por que se facilita la construcción de la granja. En la elección de un sitio para la instalación de una granja destinada al cultivo de trucha, es necesario considerar tanto el aprovechamiento de aguas superficiales como de aguas subterráneas. Sin embargo, para el cazo de esta especie, siempre resulta más conveniente el uso de las primeras. Las aguas superficiales las forman los ríos, arroyos embalse, rayas de agua y aquellas que corren por canales de riego.

6.11 Características para la elección del sitio

1. Localización
 - Fácil acceso = Vías de acceso
 - Cercanía a sitios poblados
 - Consecución de insumos, mano de obra
 - Comercialización
 - Servicios públicos: Energía eléctrica trifásica
2. Climatología
 - Hidrología de cuenca
3. Topografía = Zona De Vida = Pendiente, Humedad, Evaporación, Precipitación
4. Subsuelo = Permeabilidad
5. Suministro de agua

6.12 Infraestructura Básica

1. Bocatoma = captación de agua
2. Desarenador
3. Conducción (redes de suministro y desagüe)
4. Estanques

5. Laboratorio de reproducción y larvicultura
6. Sala de procesos
7. Sala de sacrificio
8. Áreas de frío
9. Áreas de bodegas, administración, operarios
10. Sistema de tratamiento aguas residuales industriales y domésticas (pozos sépticos, lagunas de oxidación, plantas)

A. Bocatoma (captación de agua)

1. Objetivos:
 - Desviar agua desde la fuente de abasto hasta las instalaciones
 - Garantizar un flujo constante y regulable de agua (Verano-Invierno)
2. Localización
 - Cerca de las instalaciones
 - Sitio que garantice conducción agua por gravedad
3. Tamaño
 - Según caudal adjudicado
4. Diseño y Construcción
 - De acuerdo con: Hidrología; Topografía; Objetivos del proyecto

Si no se tiene desnivel para conducir el agua por gravedad se debe construir diques o barreras

6.13 Estructuras para elevar el nivel del agua

A. Estructuras de desviación

1. Sencillas
2. Sumergibles
 - Barreras en Tierra
 - Barreras en estacas de Bambú
 - Barreras en Madera
 - Barreras en Piedra
 - Barreras en Concreto

B. Captación de agua

- Toma de superficie, es cuando el agua corre por encima de la estructura reguladora
- Toma sumergida, es cuando el agua fluye por debajo de la estructura reguladora

C. Regulación de caudal

- Tablones deslizantes, para tomas superficiales y sumergidas
- Compuertas, para tomas sumergidas

D. Filtros mecánicos

- Objetivo:
 - Protección contra entrada de materiales flotantes transportados por la fuente
- Instrumentos:
 - Rejillas de varillas metálicas separadas a 8 mm
- Instalación:
 - Después de compuerta de regulación en posición inclinada
- Desventajas:
 - Taponamiento frecuente realizar una revisión y limpieza periódicas

La toma de agua debe:

1. Asegurar un caudal constante y regulable a las instalaciones
2. Controlar entrada de materiales y peces indeseables
3. Conducir el agua por gravedad
4. Ser sistema económico en el largo plazo

E. Los sistemas de bombeo

Motobombas (A gasolina/eléctricas), presentan altos

6.14 Estructuras de conducción del agua

- Medio de transporte del agua hasta y desde las instalaciones
- Sistemas de Abastecimiento y Desagüe
- Tipos
 1. Canales abiertos o Flujo Libre
Acequias excavadas en tierra
 2. Tuberías o Flujo Confinado
Subterránea o superficial, en PVC, Cemento, Guadua, Metal
- Forma: la forma de los canales pueden ser rectangulares; cóncavos; trapezoidales

A. Función de canales

1. Canales de alimentación
 - Principal y Secundarios
 - Conducen agua desde la toma hasta los Estanques
2. Canales de desagüe
Evacuan aguas de estanques
3. Canales de derivación
Desvían excedentes de agua
4. Canales de protección
Recogen agua de escorrentía

a.1. Recomendaciones

Revestimiento de canales vs velocidad media max. admisible

- | | |
|------------------------------|------------------|
| • Losas de Piedra | = 160 – 180 cm/s |
| • Ladrillos | = 140 – 160 cm/s |
| • Bloques | = 16 cm/s |
| • Hormigón o Cemento vaciado | = 250 cm/s |
| • Prefabricados | = 200 cm/s |
| • Caucho o Polietileno | = 60 – 90 cm/s |

Estructuras de control y regulación del agua en los canales

- Rejillas
- Caídas
- Compuertas
- Rebosamientos laterales
- Cajas de distribución
- Estanques de sedimentación

A. Desarenador o tamiz

- Estructura: Tanque de paredes en concreto con uno o mas compartimentos
- Objetivo: Regular entrada sedimentos arrastrados por corriente a los estanques
- Funcionamiento: Disminuye velocidad corriente (Disminuye Turbidez o ST)
- Tamaño vs Caudal y ° de Turbidez del agua

Se recomienda para aguas de poca turbiedad y Q = 2-3” un desarenador sencillo de:

- Longitud = 1-2 m
- Ancho = 0.5-1 m
- Profundidad = 1 m

6.15 Estanques para la crianza de truchas

6.15.1 Definición

- Recinto de agua poco profundo
- Utilizado para el cultivo controlado de peces
- De fácil llenado y vaciado total
- Extensión de agua retenida por un fondo y paredes de “tierra”
- Embalses artificiales de agua que se pueden llenar y vaciar fácilmente según necesidades
- Estructuras de características favorables para el buen crecimiento y desarrollo de especies acuáticas que se pueden cultivar

6.15.2 Partes de un estanque

1. Paredes, diques o taludes (impermeables)
2. Entrada de agua
3. Sistema de drenaje

6.15.3 Tipos

1. De presa, barrera o de Represamiento
 - Ventajas: Aprovecha depresiones del terreno
 - Desventajas: Invierno aumenta caudal rompe muro de contención
2. De desviación o derivación
 - Excavados
 - Semi excavados o Terraplenados
- Sistema de rosario (Uno tras otro)
 - Ventajas:
 - Construcción fácil y económica
 - Buen aprovechamiento del terreno
 - Desventajas:
 - Sanidad
- Sistema paralelo (independientes)

6.15.4 Tamaño de estanques

El tamaño de los estanques depende de los siguientes factores:

- Características del terreno
- Caudal disponible
- Tipo de cultivo
- Actividades

1. Estanques pequeños

- Manejo fácil
- Cosecha - Llenado y vaciado rápido
- Estado sanitario

2. Estanques grandes

- Bajos costos de construcción y mayores volúmenes de producción

Tamaño recomendado de los estanques

ESTADIO BIOLÓGICO	DIMENSIONES DE LOS ESTANQUES (METROS)			
	LARGO	ANCHO	ALTO	NIVEL DE AGUA
Alevines iniciales	4 a 5	0.4 a 0.5	0.5 a 0.7	0.4 a 0.5
Alevines	5 a 10	1.0 a 2.0	0.8 a 1.0	0.6 a 0.8
Juveniles	15 a 20	2.0 a 3.0	1.0 a 1.2	0.8 a 1.0
Engorde	25 a 30	3.0 a 5.0	1.0 a 1.2	0.8 a 1.0
Reproductores	30 a 40	4.0 a 5.0	1.5 a 2.0	1.2 a 1.5

6.15.5 Pasos de construcción de estanques

1. Descapotar
2. Determinar el declive
3. Marcar área
4. Excavar fondo
5. Construir desnivel
6. Construir paredes
7. Construir sistema de drenaje
8. Sellar fondo y paredes
9. Construir sistema de abasto
10. Proteger taludes

A. Características estanque bien construido

1. Localización adecuada: buen uso del terreno
2. Control del agua de ingreso
3. Profundidad mínima 80 cm.
4. Paredes inclinadas
5. Piso con pendiente (0.2 - 2%)
6. Sistema de desagüe eficiente y económico
7. Recambio de agua del fondo
8. Grama alrededor del estanque sin árboles ni arbustos



B. Sistemas de drenaje

- Características
 - Localización extremo opuesto de entrada
 - Fácil manejo
 - Seguras (Sin filtración)

- Control nivel del agua a diferentes profundidades
 - Fondo estanque en espina de pescado
 - Pendiente adecuada
 - Rápida evacuación
- Objetivos:
 - Cosechar peces
 - Mejorar calidad del agua

C. Topografía

Suelo recomendado para construir estanques

- Contenido arcilla 20 – 30% en peso + arenas gruesas y finas

6.15.6 Técnicas de impermeabilización

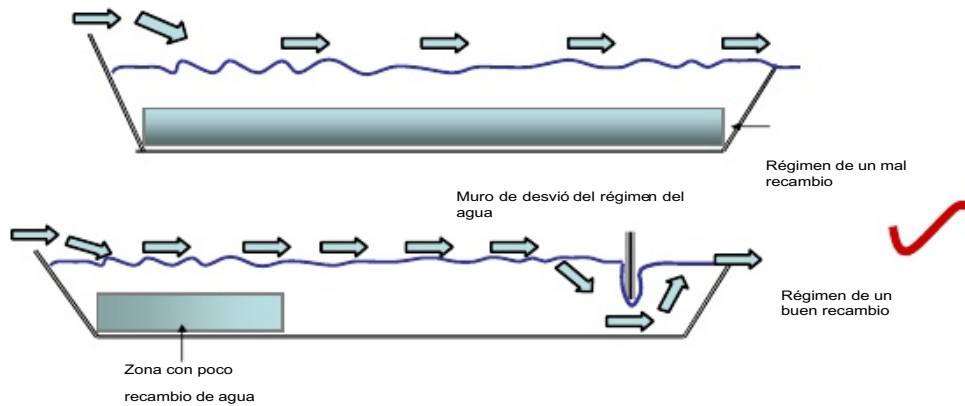
1. Compactar piso y paredes
2. Cubrir piso con arcilla = colchones o mantos de barro (contenido mínimo de arcilla de 20%)
3. Cubrir piso con material impermeable de polietileno
4. Cubrir piso con concreto
5. Aplicar abonos orgánicos intensivamente = tapa poros 10 m³ bovinaza/ha sellante rápido
6. Aplicar sal común (2.5 ton/ha)
7. Sembrar carpas
8. Agregar bentonita = 2.5 – 8 kg/m², mezclar con agua y compactar. Hidratada gana 8 – 20 veces su vol.



6.15.7 Hidráulica en la estanquería

El diseño de un estanque es fundamental para la salud de los peces. Para el buen desarrollo y engorda de la trucha, el recambio de agua se debe dar en todo el bloque de agua que se acumula en el estanque, ya que las zonas de poco recambio se convierten en zonas muertas con mala calidad de agua, comprometiendo el crecimiento, desarrollo y engorda de las truchas, provocándoles estrés.

Hidráulica de un estanque rectangular



Tipos de recambio de agua en un estanque

Para la crianza de truchas existen estanques de diferente formas tamaños, profundidades y acabados: rectangulares, circulares, cuadrados o trapezoides, de unos cuantos metros cuadrados hasta varias hectáreas de superficie, con tirante de unos cuantos centímetros de profundidad hasta 1.5 mts como máximo. Pueden ser simples fosas excavadas en tierra sin ningún acabado (rustico) o bien, con fondo de tierra y taludes revestidos (semi-rústicos), con revestimiento total de concreto o pueden estar con fibra de vidrio.

Los canales de corriente rápida o raceways son particularmente apropiados para instalaciones grandes, pero pueden también usarse a escala más pequeña. Se construyen escalonados, de tal suerte que el agua fluye de los canales superiores a los canales inferiores y se controla mediante el uso de compuertas. Pueden situarse tantos canales como sea necesario, unos juntos a otros hasta construir grandes instalaciones que pueden tener una o varias decenas de canales.



6.16 Aspectos técnicos para la instalación de una piscigranja

En general para la instalación de una granja pesquera se debe tomar en cuenta los siguientes:

- ☞ La ubicación del terreno, abundante agua, no contaminada ni polucionada, de fácil captación y de buena calidad.
- ☞ Terrenos con pendiente adecuada y que sean no aptos para la agricultura.
- ☞ La temperatura del agua durante el año sea constante con promedio de 8 a 12°C.
- ☞ El terreno tenga accesibilidad
- ☞ La producción de alimentos e insumos deben estar cerca.
- ☞ Una ves ubicado el terreno, decidido la extensión dedicado al cultivo de la trucha se debe efectuar los estudios topográficos del suelo o terreno, estudio del agua y del viento.
- ☞ En lo topográfico de preferencia con planos de nivel de cada metro, en estos planos deben estar graficados todos los aspectos mas importantes, levantamientos deben ser situ y trazar la ubicación mas conveniente de los estanques, su orientación, dimensión y todas las obras de infraestructura a construir, tanto para el suministro de agua y desagüe.
- ☞ Estudiar la posibilidad de generación de energía por caída de agua.

6.17 Recursos elementales en una piscigranja

6.17.1 Recursos suelo y topografía

El suelo es uno de los recursos importantes dentro de la acuicultura ya que en el cual descansa el agua, es decir el fondo y las paredes del estanque o el canal de alimentación.

Las consideraciones preliminares en la selección de un lugar para la acuicultura a la hora de elegir el lugar para la instalación de una piscigranja de agua dulce influyen:

- Un estudio de registros meteorológicos para determinar la cantidad y distribución temporal de las lluvias, la evaporación, la velocidad y dirección del viento y la humedad relativa.
- Un reconocimiento topográfico (con cortes y secciones para evaluar la pendiente y determinar la manera más económica de construir los estanques y remover la tierra la tierra.
- Tomar la muestras del suelo hasta 1 metro por debajo de la profundidad prevista de los estanques para analizarlos, clasificarlos y conocer sus componentes y propiedades químicas.

Debe tener el terreno una ligera pendiente, para facilitar el llenado (naturalmente o con una presa) y vaciarse por gravedad (canal de salida o desagadero), estos terrenos deben ser de carácter arcilloso e impermeables posibles, fácil de cavar , en lo posible hacer un estudio de la textura de la parte superficial y profunda en forma vertical y así se puede observar la composición y espesor de cada capa y los elementos que intervienen en la homogeneidad en la solidez y permeabilidad del terreno.

Tiene que haber suelo suficiente para construir los estanques, bien por excavaciones o levantamiento de diques, si hay piedras, rocas y otros siempre se deberá retirarlos para que no sea irregular el fondo del estanque.

6.17.2 Recurso Hídrico (Agua)

“El agua tiene importancia de alta valoración ya que el caudal será la sangre vital de una piscigranja”.

El factor mas importante y fundamental para una piscigranja es asegurarse el elemento agua, que debe ser de buena calidad durante todo el año y debemos conservar este recurso siempre en su pureza natural.



Para una buena piscicultura con respecto al agua se debe tener en cuenta lo siguiente:

a. Aguas que proviene de manantiales

Esto son de tipo reocreno, eucreno y limnocrenos, son excelentes para la crianza de los peces, son muy limpias, con temperaturas que están influenciadas en mínima parte por las variaciones estacionales del ambiente exterior y tiene la uniformidad de abastecimiento la que permite un mejor control de la producción.

El agua del manantial hay que llegar a oxigenar durante el trayecto hacia la granja o estanques.

b. Aguas del río o riachuelo

Esta clase de agua es la más abundante y rica en oxígeno, con inconveniente de que pueda estar contaminada con algunos desechos y relaves mineros.

c. Agua de lagos y laguna

Los lagos y lagunas son los cuerpos de agua que tenemos en el Perú en abundancia y que son aprovechadas muy escasamente en una crianza intensiva en jaulas flotantes.

6.18 Características fisicoquímicas del agua para la crianza de truchas

La trucha es una especie exigente en la calidad de agua, por lo que las características fisicoquímicas de esta deben ser adecuadas para su óptimo crecimiento y desarrollo.

A continuación se hace referencia de estos parámetros.

Rangos permisibles de la calidad de agua para crianza de trucha

Factor	Unidad	Rango permisible	Valor óptimo
Oxígeno disuelto	Ppm	5-10	8.5
Temperatura	°C	9-17	15
pH		6.5-9	7
Alcalinidad	Ppm	50-250	120
Turbidez	Secchi	0-2	1.5
Dureza total (CaCO ₃)	Ppm	50-250	150
Dióxido de Carbono	ppm	0-4	Menor a 1

6.18.1 Temperatura

La temperatura influye directamente sobre las funciones importantes del organismo. Las exigencias térmicas de las truchas varían según la especie. Las temperaturas óptimas para los alevines recién nacidos oscila entre 10 y 12°C; para las crías que ya han absorbido el saco vitelino 12 y 15°C, para los juveniles en pleno crecimiento alrededor de 16°C, para los adultos dependerá de la fase en que se encuentren, ya que para la época reproductiva la temperatura adecuada es de 12°C. El rango de sobrevivencia de la trucha es bastante más amplio, es decir, entre 1 y 21°C, sin embargo, a temperaturas superiores a los 20°C la concentración de saturación de oxígeno es demasiado baja como para poder utilizarla en un cultivo de trucha. A estas temperaturas resulta imposible alimentar sin correr el riesgo de producir anoxia en el estanque.

6.18.2 Oxígeno

Los contenidos máximos de oxígeno en el agua dependen de numerosos factores. La concentración de oxígeno disuelto disminuye al elevarse la temperatura y aumenta con la presión atmosférica. A las entradas de los canales de cultivo, las concentraciones de oxígeno reales dependen de la altura de la caída de agua. En el cultivo de las truchas se estima que los peces en crecimiento deben tener continuamente tasas mínimas de 5 a 5.57mg/l (Tabla 1). Los huevos y

alevines son más exigentes y piden un mínimo de 6-7mg/l. La cantidad de oxígeno utilizable por las truchas será en realidad la diferencia entre estos valores mínimos y los observados.

6.18.3 Turbidez

Es una medida de transparencia del agua, es causada por la presencia de partículas suspendidas, organismos vivos o diversas sustancias acarreadas desde el suelo o vegetación adyacente, que pueden crear una disminución en la absorción de oxígeno, causando una reacción inflamatoria en los tejidos laterales de las branquias. Además pueden causar problemas similares en los tejidos branquiales. Los resultados finales son a menudo una reducción en la tasa de crecimiento y un incremento en el factor de conversión alimenticia.

6.18.4 pH

El pH óptimo fluctúa entre 6.5 y 9, el pH optimo es de 7.5 (Tabla 1). En aguas ácidas (pH=6) los peces padecen trastornos renales. Ciertos productos de degradación de la materia orgánica y del metabolismo de los peces pueden revestir un carácter de toxicidad elevado. Se trata en particular del amoníaco, cuya toxicidad y efectos sobre el organismo varían con el pH y la temperatura. El pH, la temperatura y la salinidad del agua regulan la porción de amonio total que se presenta en forma de amonio tóxico. El pH es el más importante; cuando el pH aumenta una unidad causa que se incremente 10 veces la producción de amonio tóxico.

6.18.5 Recambio de agua

Para los estanques de engorda tipo raceway (canales de corriente rápida), que están diseñados para tener una serie de pasos de agua controlados por compuertas que sirven para desaguar parcialmente o totalmente los canales, la producción depende de la cantidad de agua. Una vez llenados los canales de corriente rápida, se necesita un flujo de agua de 90l/seg., con tres recambios por hora, siempre y cuando el oxígeno en el estanque no sea menor de 5 mg/lt, si es menor se tendrá que aumentar el flujo de agua.

CAPITULO VII

LOMBRICULTURA

La lombricultura como: “la crianza y manejo de lombrices de tierra en condiciones de cautividad”; con la finalidad básica de obtener con ella dos productos de mucha importancia para el hombre: el humus como fertilizante, enmienda de uso agrícola y la proteína (carne fresca o harina), como suplemento para raciones de animales. Por lo tanto, todas las operaciones diversas relacionadas con la cría y manejo de lombrices, se le llama lombricultura.

La lombriz de tierra es un organismo, habitante natural que vive en el suelo y contribuye en el proceso de descomposición de la materia orgánica. Actualmente los tipos más utilizados en la lombricultura intensiva son tres:

- ✦ *Eisenia Foetida*
- ✦ *Lombricus rubellus*
- ✦ Rojo Híbrico

En este manual trataremos acerca de los *Eisenia Foetida* (Lombriz Roja), debido es la especie la que se cultiva en cautiverio y que dio resultados muy importantes.

La roja californiana (*Eisenia foetida*) es de color rojo púrpura, puede ser criada en concentraciones muy elevadas (20,000 a 40,000 por metro cuadrado) y puede reproducirse a gran velocidad.

En estado adulto, la longitud media de la lombriz roja californiana esta comprendida entre 5 y 9 cm con un diámetro de 3 a 5 mm, tamaño que alcanza a los 7 meses de edad y en raros casos llega hasta 13 cm. Su peso oscila entre 0.4 y 0.6 gr, si bien en condiciones apropiadas de cría, se logran ejemplares que pueden alcanzar 1gr. Una lombriz consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalentes a su peso o ala mitad, según las condiciones de vida.

Las lombrices de este tipo, excretan un 60% de lo que ingieren. Este excremento, se denomina en inglés “casting”. El 40% restante es: 10% carne de lombriz, y el 30% restantes son pérdidas metabólicas, producto de la respiración de los microorganismos, de los cambios químicos, etc., como vapor de agua y dióxido de carbono.

Estas lombrices son muy prolíficas. Se aparean semanalmente, poniendo un cocón por lombriz cada diez días, refiriéndonos siempre a lombrices adultas. Estos huevos, de color amarillo verdoso, eclosionan a las 2 o 3 semanas cada uno, las cuales son de color blanco y a los 5 días ya son similares a sus padres. Estas recién nacidas alcanzan la madures sexual luego de 6 a 10 semanas.

Son inmunes a las enfermedades y tienen una increíble capacidad de regeneración. La longevidad de esta especie se estima en alrededor de 15 o 16 años. Cuando la cría se realiza con todos los cuidados, se obtienen los mejores resultados.



7.1 Ciclo biológico

En biología todos los datos son de magnitudes aproximadas, dado las múltiples variantes de los fenómenos. En este caso, el tipo de lombrices, su hábitat, la calidad del alimento, etc., hacen que las cifras sean siempre elásticas. Las lombrices pueden criarse en “alojamientos casi de ambientes ideales” con temperaturas y otros parámetros vitales regulados, hasta las condiciones de campo. En estos casos, el factor temperatura (que es tal vez el que más incide en la vida de la comunidad), depende de las condiciones climáticas imperantes: es así, que las temperaturas de otoño y primavera, son las más indicadas para su desarrollo, ingesta, fertilidad, etc.

Desde la formación del embrión en el cocón, hasta la emergencia de la lombricita del mismo al medio externo, transcurre aproximadamente un mes. En dos meses más, la lombriz llega al estado adulto, pero recién puede reproducirse unos días más tarde. Una vez fecundada, comienza la colocación de las cápsulas o cocones, que deposita en los primeros centímetros del alimento, en un número variable según las condiciones del medio y de la alimentación. Puede aceptarse que llegará a colocar unas nueve (9) cápsulas por mes, en los meses de primavera – otoño y unos cuatro (4), en invierno – verano, siendo así, que una lombriz fecundada, puede producir anualmente:

1) Primavera – Otoño:

$$2 \text{ cocones/semana} \times 4,5 \text{ semanas/mes} \times 6 \text{ meses} = 54 \text{ cocones/año}$$

2) Invierno – Verano:

$$1 \text{ cocón/semana} \times 4,5 \text{ semanas/mes} \times 6 \text{ meses} = 27 \text{ cocones}$$

Total de cocones anuales: aproximadamente 80

La cantidad de lombrices por cocón como promedio anual, puede calcularse en 5. Total de lombrices año = 80 cocones/año x 5 lombrices/cocón = 400

Estos son cálculos moderados, para evitar los valores fantasiosos.

Para el cultivo, manejo de lombrices y crear las condiciones óptimas tenemos que tener en cuenta lo siguiente:

7.2 El Sustrato o fuente de alimento

En este caso hablaremos de tres sustratos que se pueden utilizar para alimentos de lombrices.

- Residuos de animales: estiércol de caballo, bovino, ovino, Camélidos sudamericanos, conejo, gallinaza.
- Residuos domésticos: desechos de cocina
- Residuos industriales: papel, aserrín.
- Residuos vegetales

En el estiércol bovino hay que saber diferenciar la edad del estiércol que es un factor muy importante dentro del manejo de las lombrices.

El sustrato bovino se puede encontrar en 3 situaciones:

1. Estiércol fresco

El estiércol está acabado de producir por el bovino, teniendo una consistencia pastosa, de color verde encendido, de olor insoportable debido a que su pH es altamente alcalino, lo cual no es recomendable para la lombriz.

2. Estiércol maduro

Este estiércol tiene más o menos de 10 a 18 días de haber sido producido por el animal, su consistencia es semipastosa, de color verde oscuro o pardo, su olor es soportable, el pH se encuentra estabilizado, calculado de 7 a 8. Este es el sustrato adecuado, puesto que presenta las condiciones óptimas para la crianza de lombrices, aunque a veces le tenemos que agregar agua para estabilizar su humedad y por ende su temperatura. Nuestra experiencia nos dice que este es el sustrato que mejor aceptan las lombrices.

3. Estiércol viejo

Como la palabra lo dice, es un estiércol que tiene más de 20 días de haber sido producido, es de consistencia pastosa y dura, desboronándose al apartarse con la mano. No presenta prácticamente ningún olor. Este no es un sustrato que puede ser usado para la crianza de lombrices, puesto que su pH es altamente ácido y pueden entrar las lombrices en un período de dormición y ocurrir el desarrollo de una plaga llamada Planaria (lombriz rallada plana), la cual detallaremos más adelante.

7.9 Manejo del sustrato

El manejo del sustrato es el elemento de mayor importancia dentro del cultivo de lombrices, ya que aparte de considerarlo como el alimento es considerado como su hábitat. Si se entrega estabilizado o maduro el compostaje a las lombrices, estará asegurando que las crías se reproduzcan aceleradamente y en poco tiempo lo habremos multiplicado la cosecha.

En el manejo del sustrato se debe tener en cuenta 3 factores muy importantes:

- ✧ Humedad
- ✧ Temperatura
- ✧ pH (Acidez, alcalinidad)

A. Humedad

La humedad es un factor que influye en la reproducción y fecundidad de las cápsulas o cocones, una humedad superior al 85 % es dañina y debajo 70% para las lombrices, haciendo que éstas entren en un período de latencia en donde se afecta a la producción de humus y la reproducción de lombrices. Las condiciones favorables para que la lombriz produzca y se reproduzca son a una humedad del 80 %, es aceptable hasta 70 %, por otro lado niveles de humedad de 55 % son mortales para las lombrices.



La lombriz puede vivir temporalmente en condiciones de mucha humedad, pero no trabaja en la descomposición ni se reproduce. Es básico recordar que la humedad de 80% controla la plaga, hormigas que se acercan por los azúcares que produce la lombriz al deslizarse por las galerías del sustrato.

La prueba para medir el porcentaje de humedad en el sustrato se conoce como prueba de puño, la cual consiste en agarrar una cantidad del sustrato que alcanza con el puño de una mano, posteriormente aplicar fuerza, lo normal de un brazo y si salen de 8 a 10 gotas es que la humedad está en un 80 % aproximadamente.

B. Temperatura

La temperatura es otro de los factores que influyen en la reproducción, producción de humus y fecundidad de las cápsulas. *Eisenia foetida* vive sin problemas en ambientes con temperatura de 10 y 25 °C; a <10 °C y temperaturas > 30 °C, no hay producción de cápsulas, por lo que las temperaturas son factores importantes que influyen en la producción y fecundidad de cápsulas. En cuanto a la fecundidad, se encontró que en temperaturas controladas de 15 °C, 20 °C y 25 °C, eclosionan 2.6, 3.1 y 2.7 lombrices por cápsula respectivamente, por lo que la temperatura óptima es de 20 °C.

C. pH

El pH mide lo alcalino o ácido del sustrato. El pH es un factor que depende de la humedad y temperatura, si estos dos últimos factores son manejados adecuadamente, podremos controlar el pH siempre y cuando el sustrato contenga pH alcalinos. La lombriz acepta sustratos con pH de 5 a 8.4 disminuidos o pasados en esta escala la lombriz entra en una etapa de dormición.

El pH ácido se puede corregir con una aplicación de carbonato de calcio (cal común); aproximadamente 2 oz/m². Si el pH está alto, se agrega papel periódico picado. No importa la procedencia mezclándolo en el sustrato de bovinos 15 días antes de que esté precompostado. Para la preparación del sustrato debe hacerse mediante fermentación aeróbica. Esta fermentación es el resultado de la actividad de una serie de microorganismos de diferentes grupos. El tiempo que dure en estas piscinas de fermentación depende de los factores antes mencionados (pH, humedad, temperatura y tipo de sustrato).

Para comenzar a fermentar aeróbicamente es necesario que el sustrato esté fresco, se comienza dándole vuelta 1 ó 2 veces al día y regándole agua (80 % de humedad) para evitar que el sustrato se caliente y propiciar que se multipliquen bacterias aeróbicas que comienzan a degradar el sustrato. Además el volteo facilita que escapen gases que hacen que el sustrato se encuentre alcalino, este trabajo se hace hasta que el sustrato esté maduro.

El objetivo es que el alimento se estabilice en un pH de 7.5 a 8, humedad 80 % y temperatura 20 a 25 grados centígrados.

Los materiales que la lombriz **NO** puede digerir son:

- * Metales
- * Plástico
- * Goma
- * Vidrio

El alimento escogido para por un procesamiento de compostaje, en primer lugar, se realiza la torta de compostaje apilando capas de residuos, posteriormente al tener lista la torta se procede a regar dejando una humedad del 100%.

- Se recomienda que una vez a la semana den vuelta la torta para airearla, lo cual, es muy importante para activar la actividad microbiana y acelerar el descompostaje de los residuos (ya que en algunos casos puede durar hasta 6 meses la descomposición).
- El riego se realiza si es necesario día por medio, para ello debe medir la humedad constantemente. En verano se riega todos los días y en invierno 2 veces a la semana.

7.10 Alimentación y manejo de camas

7.10.1 Alimentación de camas (inoculación de lombrices)

Antes de poner a las lombrices en contacto directo con el alimento a las camas, se debe asegurar que la fermentación del material se haya ultimado para lo cual se procede a realizar una prueba, esta prueba garantiza la supervivencia, y se llama comúnmente Prueba de 50 Lombrices (PL50).

Para realizar la prueba P50L se procede a colocar en una caja de madera, una suficiente cantidad del alimento preparado, luego se colocan 50 lombrices pudiendo ser adultas y jóvenes. Posteriormente se riega con cuidado y adecuadamente pero sin encharcar. Las lombrices se introducen solas y tratarán de descubrir si el nuevo ambiente es adecuado para garantizar primero su permanencia y después su acción productiva. Pasadas 24 horas hay que verificar si las 50 lombrices se encuentran en condiciones óptimas de salud, es aceptable encontrar 48 lombrices vivas porque puede ser que se murieran 2 en el trasiego o por haber cumplido los 16 años de vida. Si mueren más de 2 quiere decir que el alimento no reúne aún las condiciones adecuadas y hay que proceder a unificar las oportunas correcciones. Por el contrario si todas las lombrices están vivas o al menos 48 y se han distribuido en el medio, el alimento ha sido correctamente preparado y se puede proceder a la inoculación de las lombrices en el alimento.

Otro de los métodos para comprobar si el alimento es apto consiste en: colocar en un pequeño recipiente el alimento, luego poner sobre el alimento unas cuantas lombrices y exponerlas a la luz del sol. Si las lombrices se entierran rápidamente y no salen del recipiente en unos minutos, el alimento es apto para su consumo; pero si por el contrario, no se entierran, huyen rápidamente del recipiente o mueren antes de los 48 horas en el medio de prueba, nos encontramos ante un alimento que aun no está listo para ser consumido. Se recomienda hacer esta prueba antes de darles a las lombrices cualquier alimento que sea nuevo para ellas.

Las camas pueden ser variadas, ejemplo: canoas de madera de 0.5 a 1 metros cuadrados con altura de 50 cm o canteros de 10 metros de largo y 1 a 1.5 m de ancho, o simplemente del ingenio del productor. Se procede la nivelación del suelo, posteriormente a la disposición de las camas de acuerdo a la dirección en que sopla el viento y hacia donde se encuentre dispuesta la inclinación del terreno.

La dirección de los lechos deben ir acorde con la dirección que tenga el viento para que de esta manera se permita su libre circulación, de lo contrario, al disponer la camas e dirección contraria al viento, las primeras se transformaran en barreras que bloquearan la libre circulación del aire y causaran problemas de ventilación a las camas posteriores. En cuanto a la inclinación, debemos prestarle atención ya que de ello depende el correcto drenaje de las aguas residuales del riego y en

caso de lluvia permitirán el rápido drenaje de líquidos y prevención de empozamiento en los lechos. Para lo cual se recomienda una inclinación aproximadamente de 3%.

En las tortas de compostaje de alimentación o inoculación se hace de la siguiente forma: en el piso de la cama se coloca una capa de pasto o paja de 5 cm, sobre el cual se agrega sustrato con un espesor de 10 cm sobre todo el piso de la canoa o cama cada 10 a 15 días, posteriormente se agrega 1 kg. de lombrices que son 1200 a 1300 lombrices aproximadamente, en esta población tienen que ir adultas y jóvenes. Una vez hecha la inoculación se procede a tapar la cama o canoa con pasto o paja con espesor de 5 a 10cm y se riega agua cuidadosamente. Ya realizada la inoculación las lombrices penetran inmediatamente al sustrato, y se distribuyen en todo el alimento en pocas horas comienzan a alimentarse y a reproducirse.

Un criadero de lombrices, es un lugar donde periódicamente se les hace entrega de una determinada cantidad de alimento. Un metro cuadrado, puede contener unos 20.000 anélidos de todo tamaño (incluido los cocones), manejado con eficiencia.

Ejemplo. Suponiendo un peso promedio de 0,4 gr/lombriz, el peso de la comunidad será:

$$20.000 \text{ lombrices/m}^2 \times 0,4 \text{ gr/lombriz} = 8 \text{ Kg. de biomasa}$$

La distribución de la población puede ser sin mucho error, en estas clases:

- ✧ 25% de adultos con peso promedio de 0,8 gr
- ✧ 50% de medianas que pesan en promedio: 0,3 gr.
- ✧ 25% de pequeñas con peso promedio de 0,1 gr.

El peso de cada fracción es:

$$\text{Adultos: } 0,8 \text{ gr/lombriz} \times 5000 \text{ lombrices} = 4 \text{ kg. de biomasa}$$

$$\text{Medianas: } 0,3 \text{ gr/lombriz} \times 10.000 \text{ lombrices} = 3 \text{ kg. de biomasa}$$

$$\text{Pequeñas: } 0,1 \text{ gr/lombriz} \times 5000 \text{ lombrices} = 0,5 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total de biomasa} = 7,5 \text{ kg}$$

Cantidad de ingesta (consumo):

$$\text{Adultos (comen su propio peso diario)} = 4 \text{ kg.}$$

$$\text{Medianas (comen el 25\% de su peso)} = 3 \text{ kg} \times 0,25 \text{ (25\%)} = 0,75 \text{ kg}$$

$$\text{Pequeñas (comen el 25\% de su peso)} = 0,125 \text{ gr.}$$

Cantidad de ingesta/día = 4,875kg.

Unas 20.000 lombrices pueden pesar unos 7,5 kg. e ingieren unos 4.875 kg. de alimento diariamente, por metro cuadrado de criadero.

De un criadero permanente, puede extraerse un 30% de la biomasa mensualmente y cada 4 meses, hacer una cosecha de abono (además del 30% de biomasa).

Cantidad de biomasa cosechada por período

$$\oplus \text{ Mensual: } 7,5 \text{ Kg. de biomasa} \times 30\% = 2,25 \text{ Kg.}$$

$$\oplus \text{ Anual: } 2,25 \text{ kg/mes} \times 12 \text{ meses} = \text{unos } 27 \text{ kg/m}^2$$

Cantidad de abono

$$\oplus \text{ Mensual: } 4,875 \text{ Kg. de alimento /día} \times 30 \text{ días} \times 60\% = 87,75 \text{ Kg.}$$

$$\oplus \text{ Anual: } 72 \text{ kg/mes} \times 12 \text{ meses} = 1,053 \text{ kg/m}^2$$

Cantidad de proteína fresca: (un 8% de su peso vivo)

$$27 \text{ Kg. de biomasa/año} \times 0,08 \text{ (8\%)} = 2,16 \text{ kg/m}^2 \text{ al año.}$$

Cantidad de harina o lombrices deshidratadas. (10% de su peso vivo)

$$27 \text{ Kg. de biomasa/año} \times 0,1 \text{ (10\%)} = 2,7 \text{ kg/m}^2$$

Resumiendo: Un criadero de lombrices de 1 m² con las cantidades antes citadas que se alimentan con 4,875 kg. de alimento diarios, puede producir anualmente 1,053 kg. de abono, 27 kg. de carne fresca, 2,7 kg. de harina y 2,16 de proteína de alta calidad.

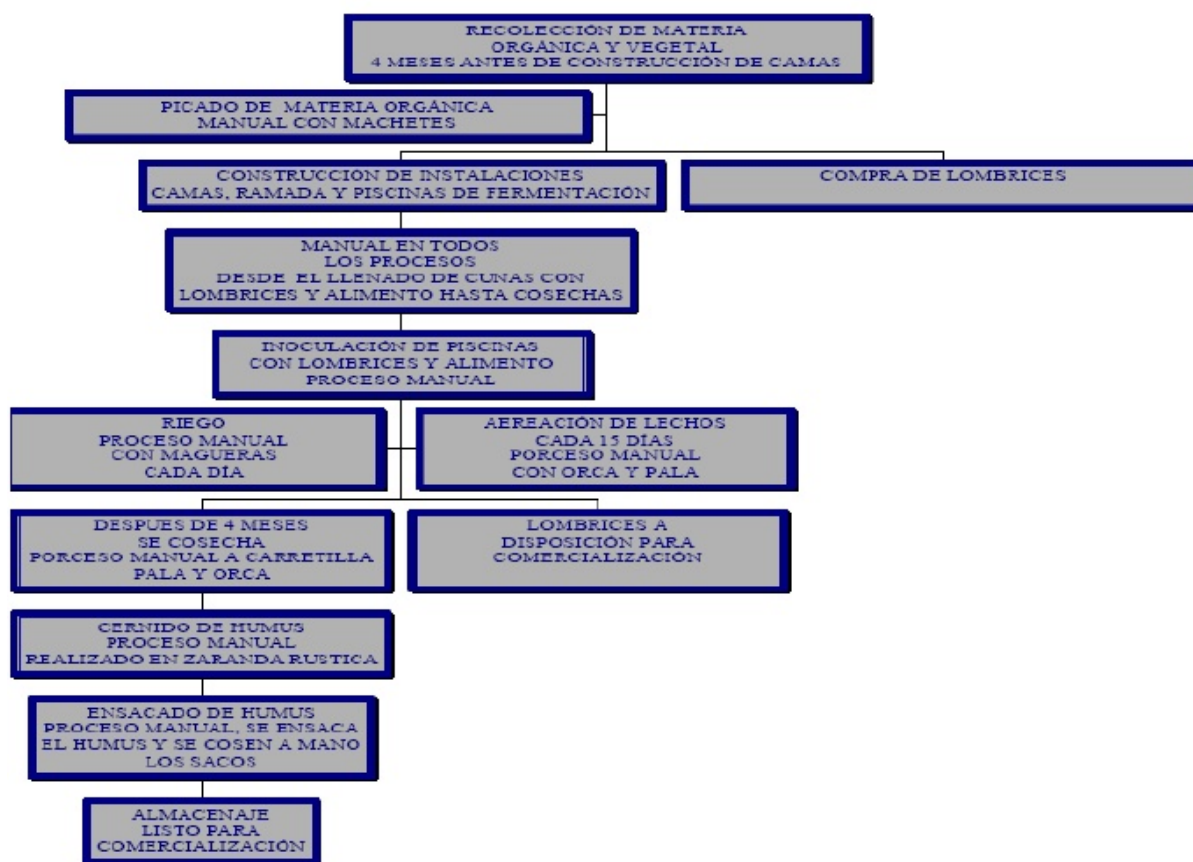
Relaciones:

$$\text{Humus/Proteína} = 1,053/2,16 = 487,5/1$$

$$\text{Humus/Biomasa} = 1,053/27 = 39/1$$

$$\text{Biomasa/Harina} = 27/2,7 = 10/1$$

7.10.2 Diagrama de flujo para el proceso de producción lombrices y humus



A. Algunas aplicaciones prácticas

Se define como excremento a la mezcla de heces o bosta, y orina.

Estiércol es la mezcla de excrementos y normalmente paja o viruta, utilizada para mejorar la limpieza y disminuir olores molestos de los animales estabulados (criados en superficies limitadas). La incorporación de paja o elementos celulósicos absorbentes, permite además, reducir el tiempo de transformación de residuos proteicos, por medio de los microorganismos celulolíticos que hacen buen uso del nitrógeno de los compuestos orgánicos.

Cantidad de excrementos

Vaca lechera de 500 kg.	40 lt/día	15% de materia seca (ms)
Cerdo de 50 kg.	6 lt/día	10 % de ms.

Cantidad de excrementos como materia seca

Vaca lechera de 500 kg 40 lt/día x 0,15 = 6 kg/día
Cerdo de 50 kg 6 lt/día x 0,10 = 0,6 kg/día

Ejemplo

* Tambo de 50 animales en ordeño

Cantidad de excrementos

50 animales x 6 kg/animal de residuos en materia seca = 300 kg. de materia seca/día

Si este material se humedece para compostar con un 50% de agua, el peso ascendería a 450 kg. de material. Con el tiempo y en el momento en que las lombrices esten en condiciones de ingerir este material se tendrá unos 250 kg. de alimento húmedo.

Por los datos anteriores:

Si 1 m² de criadero se alimenta con 4,875 kg de residuos/día 250 kg/día, necesitarán:

$$\begin{array}{r} 250 \text{ kg/día} \quad \text{—————} X \text{—} \\ 4,875 \text{ kg/día} \quad \text{—————} 1\text{m}^2 \end{array}$$

X = 51,28 m² de criaderos a los cuales hay que distribuir diariamente, los 250 kg. de material.

Esto es sólo un sistema de manejo. Hay otras que permiten acelerar el proceso, y trabajar en superficies menores. Cada uno tiene sus ventajas y desventajas.

7.11 Manejo de camas

El manejo de camas consiste en principio en alimentar, proporcionar agua y proteger a las lombrices.

Una vez que las camas están con lombrices, pasará un tiempo de 7 a 15 días para que las lombrices consuman el sustrato dependiendo de la cantidad de alimento, densidad de población. Cuando el sustrato está consumido se observarán gránulos pequeños siendo ésta la característica principal de que el lecho no tiene comida, teniendo la necesidad de agregar más sustrato.

El alimento preparado se coloca a lo largo de las camas. Este sistema permite controlar si el alimento es apropiado o está correctamente preparado, siendo después de 2 ó 3 días si el interior del lomo se encuentran las lombrices colonizando el alimento nuevo, la ausencia de lombrices descalifica el alimento por lo que habría que removerlas y cambiarlas por otro, el sistema lomo tiene además la entrada que permite determinar cuándo hay que alimentar nuevamente las camas, esto ocurre cuando el lomo ha sido consumido del todo por las lombrices, viéndose plana la cama en la parte de la superficie.

La humedad de las camas debe de mantenerse en un 80 % aproximadamente. Es necesario que cada cama tenga una abertura en cada costado para que cuando caigan lluvias, uno de los objetivos de colocar el manto de pasto en su parte superior, es conservar la humedad al no permitir que los rayos solares penetren perpendicularmente en la superficie de la cama y evitar que haya desecamiento excesivo y para no producir la muerte por los rayos ultravioletas de la lombrices.

Mantener una adecuada temperatura y humedad dentro de las camas (cercano al medio ambiente) y regular el pH utilizando el papel tornasol (si es muy ácida espolvoreé cal apagada 300 g/m² de cama). Como parte del manejo de camas se recomienda llevar periódicamente un registro con datos como: fechas de inoculación, frecuencia de alimentación, fechas de cosecha y hacia donde fue el pie de cría (venta o inocular otra canoa), problemas, población de lombrices producidas (Kg), etc.



7.12 Cosecha de lombrices y humus

Para la cosecha de lombrices es necesario que las camas estén llenas, realizándose de la siguiente forma: se retrasa la alimentación por lo menos 4 días, luego se ofrece alimento en cantidad normal, la lombriz se concentra en la superficie, esto sucede 2 ó 3 días después de haber puesto el alimento en capa de 10 cm, una vez poblada la superficie se procede a retirarla manualmente, introduciendo los dedos de la mano y retirando el sustrato, este procedimiento se repite de 2 veces más para sustraer el 98 % de la población de lombrices.



Una vez cosechada las lombrices se procede a retirar el humus con carretillas y no se usa al instante, se puede almacenar en sacos que tengan aireación y bajo sombra, cuidando que la humedad no baje del 40 %, puesto que todavía hay actividad microbiana que es la que le da la calidad al humus, como uno de los mejores fertilizantes orgánicos del mundo.

7.12.1 Preparación de lombrices

La carne de lombriz tiene un alto contenido de proteínas del 62-82 %, además tiene una buena composición de aminoácidos, contiene todos los aminoácidos esenciales superando a la harina de pescado y soya. La harina de lombrices ha sido utilizada en ensayos de alimentación de peces, aves y otros animales domésticos, incluso en la alimentación humana, también se han desarrollado experimentos en la alimentación de cerdos, observándose una mejor conversión alimenticia que los alimentos en forma tradicional. La ventaja de la proteína de la lombriz es que se sintetiza a partir de desechos orgánicos, no así las otras proteínas que son sintetizadas sobre la base de alimentos mucho más costosos. Experiencias locales no dicen que suplementando gallinas de patio con tres lombrices diarias se logra un aumento significativo en la producción de huevos.

7.12.2 Preparación de lombrihumus

Una vez que se haya cosechado las lombrices, el humus se extiende sobre la superficie de un plástico o piso y se deja que la humedad baje hasta un 40 %, posteriormente se tamiza de modo que sólo pasen las partículas más finas, quedándose las más gruesas. Una vez tamizado el humus, el fino puede empacarse en bolsas de polietileno de 5 kg. que tengan aireación para venderse al mercado para utilizarse en jardines, etc., el más grueso se integra al suelo.

7.13 Plagas y enfermedades

La lombriz es el único animal en el mundo que no transmite ni padece enfermedades (Cuevas, 1991), pero existe un síndrome que lo afecta y es conocido como Gozzo Acido o Síndrome Proteico, éste se debe a que cuando la lombriz se le suministra sustratos que son altos en proteína (40%, por ejemplo frijoles) es degradado por enzimas que la lombriz posee en su sistema digestivo y se da una alta producción de Amonio, presentando la lombriz inflamaciones en todo el cuerpo, muriendo a las pocas horas. Dentro de las plagas se conocen con mayor importancia 2: los pájaros y los ratones.

a. Pájaros

Las aves pueden acabar poco a poco con un lombricero, pero esta plaga se puede controlar fácilmente poniendo un manto de pasto de 10 cm sobre la cama de las lombrices.

b. Ratones

El ratón es otra plaga muy peligrosa para el cultivo de lombrices, pero se puede controlar al igual que las hormigas manteniendo la humedad alta o sea en un 80 %.

7.14 Características y propiedades del humus

7.14.1 Características del humus

El humus es conocido con muchos nombres comerciales en el mundo de la Lombricultura, lo podemos encontrar con los nombres siguientes: casting, lombricompost y otros nombres comerciales dependiendo de la casa que lo produzca. Se considera que el lombrihumus es el mejor abono orgánico del mundo. El humus de la lombriz está compuesto principalmente por el carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos. Las cantidades de estos elementos dependerán de las características químicas

del sustrato que dieron origen a la alimentación de lombrices. También cumple un rol trascendente al corregir y mejorar las condiciones físicas, químicas, biológicas de los suelos, influyendo de la siguiente manera:

7.14.2 Propiedades del humus

A. Propiedades químicas:

Incrementa la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo y Azufre, fundamentalmente Nitrógeno.

- ⊕ Incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente Nitrógeno
- ⊕ Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón
- ⊕ Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción
- ⊕ Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

B. Propiedades físicas:

- ✧ Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y ligosos de los suelos sueltos y arenosos, por consiguiente mejora su porosidad.
- ✧ Mejora la permeabilidad y ventilación.
- ✧ Reduce la erosión del suelo
- ✧ Incrementa la capacidad de retención de humedad
- ✧ Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica.

En lo que se refiere a la biología:

El humus es fuente de energía la cual incentiva a la actividad microbiana.

- ✧ Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.

BIBLIOGRAFIA

1. Codex Alimentarius Commission. (2002). Joint FAO/WHO Food Standards Programme. Codex Committee on Fish and Fishery Products.
2. CHIODO LLAURÓ L. (2007). “Manual de Cultivo de Truchas en Lagunas”. Tercera Ed. Argentina.
3. GARCIA O. A. (2003). “Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Trucha para la Inocuidad Alimentaria”. Chile.
4. FRAILE, J.; OBANDO R. (1992). “Lombricultura alternativa para el manejo racional de los desechos del banano”. Escuela de ciencias biológicas, Universidad nacional, Dirección de protección ambiental, CORBANA.
5. FAO. (2001). “Aquaculture Development”. 1. Good Aquaculture Feed Manufacturing Practice. FAO Technical Guide for Responsible Fisheries.
6. MIRABELLI. E. (2004). “Lombricultura”. Buenos Aires – Argentina.
7. MANTILLA M. B. (2004). “ACUICULTURA” Cultivo de Truchas en Jaulas Flotantes. Ed. Agro negocios. Puno – Perú.
8. M. GODOY. (2002). “Truchicultura”. Ediciones GAMA. Ayacucho-Perú.
9. PADILLA, M.R. (2003). “Tecnología de producción y uso de lombricompostaje en pulpa de café en Honduras”. Primera edición, Tegucigalpa, M.D.C., Honduras.
10. TINEO, B. A. L. (1991). “Estudio preliminar de algunos aspectos reproductivos de tres especies de lombrices de tierra”. Ayacucho, Perú; Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Perú, p. 1-20.
11. ZEVILLANOS G. R. (2004). “Manual de Crianza de Truchas en Julas Flotantes”. AICE—CIDEAL. Puno- Perú.