

2014

Plan de manejo basado en estrategias de
Producción Más Limpia (PML) para
sistemas productivos piscícolas en
ecosistemas de alta montaña
CASO DE ESTUDIO: APROPESCA



Departamento Administrativo de
Ciencia, Tecnología e Innovación
Colciencias
República de Colombia



FABIO ALEXANDER RUIZ V.
Biólogo e Ing. Ambiental

GRUPO DE ESTUDIOS
AMBIENTALES | GEA

CONTENIDO

	Pág.
PRESENTACION.....	6
1. LA PRODUCCION MÁS LIMPIA – CONCEPTOS	7
2. ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS DE PRODUCCION MÁS LIMPIA (PML)....	9
2.1 ESTRATEGIA No. 1: MANEJO DEL CAUDAL	9
2.2 ESTRATEGIA No. 2: CONTROL DE SEDIMENTOS	12
2.3 ESTRATEGIA No. 3: CONTROL DE OXIGENO DISUELTO.....	27
2.4 ESTRATEGIA No. 4: ESTADO DEL CONCENTRADO	36
2.5 ESTRATEGIA No. 5: ALMACENAMIENTO CONCENTRADO	37
2.6 ESTRATEGIA No. 6: DOSIFICACION DEL CONCENTRADO	38
2.7 ESTRATEGIA No. 7: DISPOSICION DE LODOS.....	39
2.8 ESTRATEGIA No. 8: DISPOSICION DE VISCERAS	44
2.9 ESTRATEGIA No. 9: MANEJO DE EFLUENTE	47
2.10 ESTRATEGIA No. 10: MANEJO DE ENFERMEDADES	54
2.11 ESTRATEGIA No. 11: MANEJO DE DEPREDADORES.....	63
2.12 ESTRATEGIA No. 12: MORTALIDAD DE ALEVINOS	66
2.13 ESTRATEGIA No. 13: MANEJO DEL PROCESO.....	68
2.14 ESTRATEGIA No. 14: RETRASO EN LA PRODUCCION.....	69
3. GLOSARIO.....	71
4. BIBLIOGRAFIA	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. La PML en los procesos productivos piscícolas.	8
Figura 2. Densidades de siembra.	10
Figura 3. Sedimentador sencillo en tierra.	12
Figura 4. Dimensiones básicas de un sedimentador en tierra: ancho (b), largo (L).	13
Figura 5. Metodología para construcción de un sedimentador en tierra.	13
Figura 6. Filtro anaerobio modular.	15
Figura 7. Diagrama del sistema para un caudal de 2 L/s:	17
Figura 8. Filtro anaerobio de flujo ascendente en concreto.	18
Figura 9. Tipos de filtros de capuchón.	19
Figura 10. Procedimiento para obtención de un filtro de manga.	20
Figura 11. (a) Filtro de manga apoyado en un bastidor de madera, (b) filtro de manga que flota parcialmente en el agua.	22
Figura 12. Caja de madera con filtro colocada en la toma del agua (fondo abierto) y bandeja filtrante.	23
Figura 13. Caja filtrante colocada debajo de la entrada del agua (fondo sólido) ...	23
Figura 14. Cesta filtrante llena de piedras colocada debajo de la entrada del agua	24
Figura 15. Barril metálico perforado colocado debajo de la entrada del agua	24
Figura 16. Caja filtrante de madera sumergida parcialmente colocada debajo de la entrada del agua.	25
Figura 17. Filtro de cámara de neumático colocada debajo de la entrada del agua	26
Figura 18. Comportamiento de los peces en estanque con baja concentración de oxígeno disuelto en el agua.	27
Figura 19. Codo de 90° y filtro vertical perforado.	28
Figura 20. Criba horizontal con perforaciones.	29
Figura 21. Salpicadero horizontal.	29
Figura 22. Salpicadero horizontal perforado.	29
Figura 23. Salpicadero horizontal perforado y salpicadero inclinado.	30
Figura 24. Salpicadero corrugado inclinado.	30
Figura 25. Molino de aireación.	31
Figura 26. Cascadas de aireación.	32
Figura 27. Dirección del viento respecto al estanque.	33
Figura 28. El efecto del viento aumenta con la longitud de su recorrido (corrientes de mezcla producidas por el viento) (Coche, 1993).	33
Figura 29. Oxigenación por sistemas de irrigación.	34
Figura 30. Sistema de aireación por goteo.	35
Figura 31. Estructuras para almacenamiento adecuado.	37
Figura 32. Reglas de alimentación.	38
Figura 33. Materiales para preparar abono.	39

Figura 34. Acomodación en capas de los materiales.....	41
Figura 35. Disposición y altura de los materiales en la pila de compost en tiempo lluvioso.....	41
Figura 36. Disposición y altura de los materiales en la pila de compost en temporadas secas.....	41
Figura 37. Aplicación de agua periódicamente.	42
Figura 38. Pasos simples para hacer compost.	43
Figura 39. Procedimiento para preparación de fermento biológico.....	45
Figura 40. Procedimiento para preparación de ensilado biológico.....	46
Figura 41. Pasos para procesamiento de sangre.	47
Figura 42. Sistema de tratamiento por módulos.	48
Figura 43. Dimensiones trampa de grasas.	49
Figura 44. Dimensiones tanque séptico.....	51
Figura 46. Dimensiones del filtro anaerobio.....	52
Figura 45. Sistema en paralelo después de la trampa de grasas.	53
Figura 48. Enfermedad del punto blanco.	56
Figura 49. Saprolegniasis (hongo).	56
Figura 50. Procedimiento para tratamiento por baño con sal marina.....	60
Figura 51. Procedimiento para tratamiento por inmersión con sal marina.	61
Figura 52. Algunas de las aves que afectan la piscicultura.	64
Figura 53. Espantapájaros de paja o de latas vacías colocado sobre el agua.	65
Figura 54. Alambres o cuerdas tendidos sobre el estanque.....	65
Figura 55. Cortaviento artificial con bambú y cortaviento vivo.	67
Figura 56. Polisombra para cubrir completamente los estanques.	69
Figura 57. Fotografías de estanques cubiertos total o parcialmente con polisombra.	70

LISTA DE TABLAS

Cuadro 1. Formato para verificación del estado del concentrado.....	36
Tabla 1. Densidades de siembra óptima para las diferentes etapas del proceso. .	11
Tabla 2. Dimensiones estándar para sedimentador en tierra sencillo (fuente: elaboración propia).	14
Tabla 3. Dimensiones del filtro anaerobio:.....	16
Tabla 4. Área superficial requerida y número de tanques de acuerdo al caudal ...	16
Tabla 5. Dimensiones requeridas por área superficial y caudal.....	18
Tabla 6. Relación carbono : nitrógeno de diferentes sustancias orgánicas.	40
Tabla 7. Ingredientes y cantidades para preparar fermento biológico para ensilado.	45
Tabla 8. Componentes de la Trampa de Grasa	49
Tabla 9. Componentes del Tanque Séptico.....	50
Tabla 10. Componentes del Filtro Anaeróbico	52
Tabla 11. Diferencias en el comportamiento y la apariencia física externa de un pez sano y de un enfermo.	54
Tabla 12. Localización en las diferentes partes del cuerpo de los peces.	57
Tabla 13. Características de aplicación de baños en sal marina.	58

PRESENTACION

El presente PM es una herramienta para los empresarios del sector piscicultor de la Asociación Productora y Comercializadora de Productos Acuícolas y Agrícolas de Silvia -APROPESCA- del departamento del Cauca, ubicados en un ecosistema de alta montaña; el PM busca mediante una estrategia de Producción Más Limpia (PML) la consolidación, innovación y mejoramiento de las empresas en el ámbito productivo-ambiental.

Esta herramienta surge como una propuesta de investigación para optar al título de Ingeniero Ambiental en el marco del proyecto que lleva como título “OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS Y ORGANIZACIONALES DE PEQUEÑOS PRODUCTORES ACUÍCOLAS, IMPLEMENTANDO REDES DE SENSORES INALÁMBRICOS DE INDICADORES CRÍTICOS DE CALIDAD DEL AGUA”, liderado por entidades como Colciencias, la Universidad del Cauca, el Grupo de Estudios Ambientales -GEA-, el Centro Regional de Productividad e Innovación del Cauca -CREPIC-, enfocados en la necesidad de que las empresas locales, regionales y nacionales sean cada día más competitivas para que tengan cabida en la demanda del mercado; es por esto que se busca el desarrollo de modelos productivos sostenibles, competitivos, innovadores y adaptables a este macroproceso. Además se hace indispensable que las empresas creen un entorno que propicie el crecimiento de este sector de la producción al ofrecer productos de alta calidad con bajos riesgos ambientales para competir en el ámbito nacional e internacional y mantener su presencia en el mercado y en el tiempo.

El Plan de Manejo basado en PML es una herramienta que le permitirá conocer al productor, estrategias de Producción Más Limpia que puede realizar en su sistema productivo, además de sugerencias para minimizar el impacto ambiental que la actividad productiva genera sobre el medio. Es por esto que es de vital importancia la aplicación de esta herramienta para que sus productos sean diferenciados, de alta calidad, legalmente viables, altamente competitivos, y sean vistos por el consumidor como productos con un valor agregado frente a otros que no cuentan con un instrumento de diferenciación ambiental.

El PM consolida acciones que pueden ser replicables a otras asociaciones de productores o unidades productoras individuales de ecosistemas de alta montaña, teniendo en cuenta el desarrollo de ajustes correspondientes para su aplicación.

Esta herramienta es netamente informativa y de uso voluntario, y dependerá del productor la correcta aplicación, si es el caso.

1. LA PRODUCCION MÁS LIMPIA – CONCEPTOS

¿QUE ES PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA?

La Producción Más Limpia es la aplicación de acciones preventivas en las diferentes etapas de los procesos, productos o servicios, en busca de tener un mejor rendimiento en la producción y minimizar los riesgos para el ser humano y el ambiente (Figura 1).

- ✓ Prevención de residuos.
- ✓ Minimización de residuos.
- ✓ Mejoramiento de los procesos.
- ✓ Prevención de la contaminación.
- ✓ Aprovechamiento de las materias primas.
- ✓ Protección del recurso hídrico.
- ✓ Uso óptimo de agua y energía.
- ✓ Disminución de costos de producción.
- ✓ Reutilización de residuos.
- ✓ Disminución de costos de tratamiento de residuos.
- ✓ Disminución de costos de tratamiento de agua.
- ✓ Producción sostenible.
- ✓ Empresas competitivas.
- ✓ Empresas amigables ambientalmente.

Figura 1. La PML en los procesos productivos piscícolas.



Fuente: PNUMA, 2001.

La PML está definida dentro de las 3 siguientes áreas: en Procesos de producción, en los Productos y en los Servicios.

“Es de nuestro interés fundamental la PML en el Proceso de Producción”

En este contexto,

- Los residuos son considerados como 'un producto' con valor económico negativo.
- Todas las acciones dirigidas a disminuir las entradas y prevenir o reducir la generación de residuos, pueden aumentar la productividad y ofrecer ventajas financieras a una empresa.
- Incluye la conservación de las materias primas y la energía.
- Eliminación de materias primas tóxicas.
- Reducción de la cantidad y la toxicidad de todos los residuos y emisiones.

Los proyectos experimentales muestran claramente que la Producción Más Limpia ofrece ventajas reales a la industria puesto que reduce los gastos, amplía los mercados e incrementa los beneficios (PNUMA, 2001).

2. ESTRATEGIAS PARTICIPATIVAS DE PRODUCCION MÁS LIMPIA (PML)

2.1 **ESTRATEGIA No. 1: MANEJO DEL CAUDAL**

Problemática: *Mortalidad por disminución del caudal.*

Objetivo: *Prevenir situaciones que generen la disminución del caudal en la unidad productiva.*

Acciones:

1. RECOMENDACIONES DE LOS PRODUCTORES:

- ① Controlar entrada y salida del agua.
- ② Reutilizar el agua (recirculación) mediante uso de motobombas.
- ③ Hacer limpieza de canales.
- ④ Instalar polisombra.
- ⑤ Aprender a hacer aforos de caudal.
- ⑥ Reforestar los nacimientos de agua.
- ⑦ Acuerdo con otros actores que usan el agua para que tenga un uso equitativo.

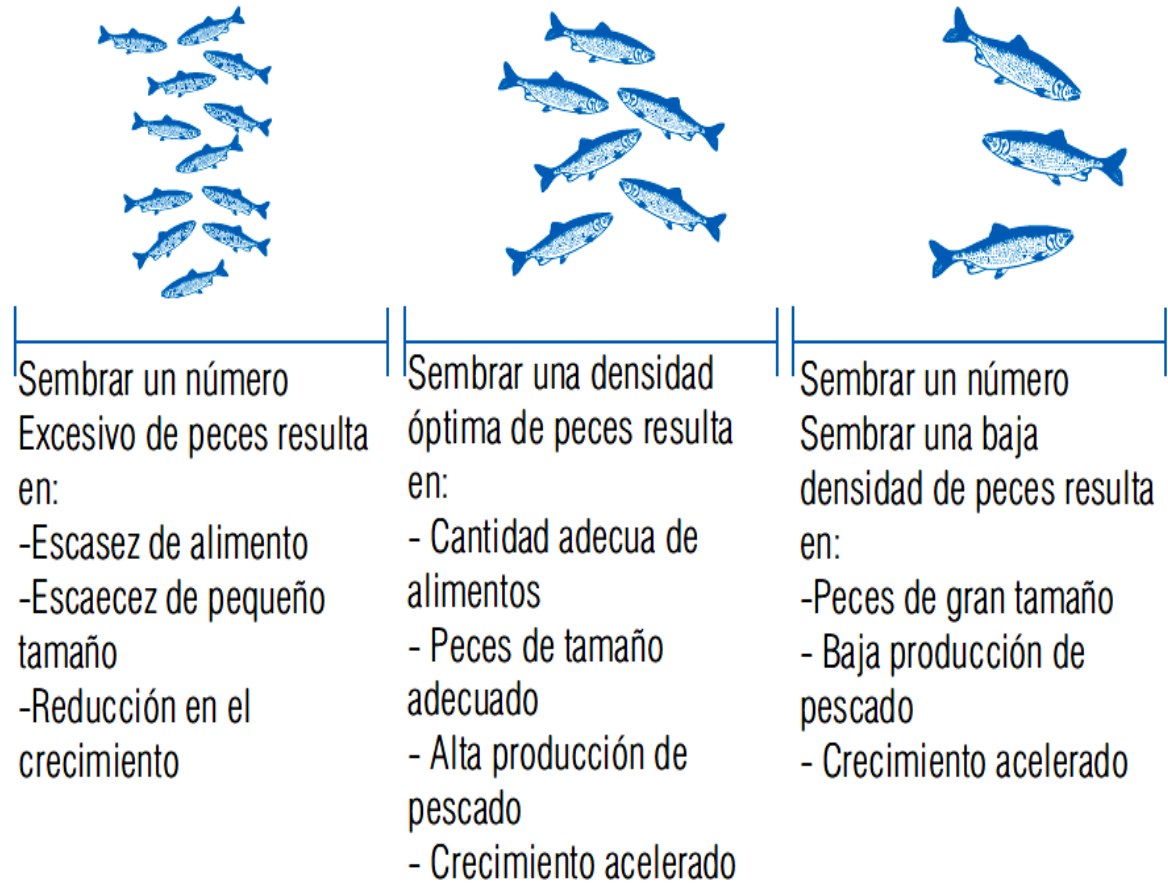
2. DENSIDAD DE SIEMBRA ÓPTIMA.

Es tentador utilizar la mayor densidad de carga (mayor número de peces por unidad de área o volumen) posible, pero el hacinamiento de los peces hace más propicia la aparición de enfermedades. Las altas densidades inducen condiciones de estrés, debilitando el sistema inmunológico y estimulando una mayor propagación de los patógenos ya que les resulta más fácil encontrar hospederos (peces).

La densidad de siembra recomendada en la etapa de engorde de peces en la producción semi intensiva, depende de varios factores, entre los más importantes se encuentran la disponibilidad de alimento, la concentración de oxígeno y la posibilidad de recambiar con agua nueva una porción del estanque con la frecuencia debida.

Para asegurar un óptimo crecimiento de los peces y una buena producción se debe sembrar en el estanque un número adecuado de alevines. Al sembrar un número excesivo de peces se sobrepobla el estanque y se reduce su crecimiento. Por el contrario, al sembrar una cantidad de peces menor que la ideal, se obtiene una población pequeña con crecimiento acelerado, obteniéndose una baja producción de pescado (Figura 2) (Bocek, 1990).

Figura 2. Densidades de siembra.



Fuente: Bocek, A. (1990)

En el siguiente cuadro puede encontrar la relación de densidades de siembra optima para las unidades productivas de la asociación piscícola APROPESCA, que fueron determinadas mediante cálculos experimentales tomando como piloto la estación piscícola La Playa.

Debe tener en cuenta para el uso de esta información: la etapa del proceso (alevinaje, levante, ceba), la cantidad de individuos por metro cuadrado ya sea en estanque en tierra o en concreto y el peso de los animales; a partir de esto se determina la cantidad de alimento a suministrar (representado en porcentaje del peso del individuo) y también el porcentaje de proteína. Es de tener en cuenta manejar un caudal de agua adecuado, en la tabla lo encuentra como rango para 1000 truchas ya sea cultivadas en estanque en tierra o en concreto; y por último el rango de temperatura a la que debe mantenerse el agua para el cultivo (Tabla 1).

Tabla 1. Densidades de siembra óptima para las diferentes etapas del proceso.

DENSIDAD DE SIEMBRA POR ETAPA DE CULTIVO					ALIMENTACIÓN POR ETAPA %		RANGO DE CAUDAL PARA 1000 TRUCHAS (L/s)		RANGO DE TEMPERATURA °C	
ETAPA	Nº DE IND/m ²		PESO (g)	BIOMASA Kg/m ²		% a suministrar	% de proteína	TIERRA		CONCRETO
	TIERRA	CONCRETO		TIERRA	CONCRETO					
ALEVINAJE	2500	3000	2	5	6	5	50	0,3 - 0,5	0,11 - 0,2	8 -- 16
ALEVINAJE	400	480	25	10	12	4,6	50	1 - 1,25	0,5 - 0,6	
ALEVINAJE	200	240	50	10	12	3,8	50 - 43	1,3 - 1,5	0,85 - 1,2	
LEVANTE	160	200	72	11,5	14,4	3,6	43	1,55 - 1,6	1,22 - 1,3	8 -- 17
LEVANTE	130	160	100	13	16	2,6	43	2,0 - 2,3	1,7 - 1,8	
CEBA	110	130	150	16,5	19,5	2,4	43	3,0 - 3,4	2,7 - 2,9	8 -- 17
CEBA	66	82	250	16,5	20,5	1,8	43 - 40	5,0 - 5,7	4,5 - 5	
CEBA	56	70	300	16,8	21	1,6	40	6,0 - 6,8	5,4 - 6	
CEBA	48	62	350	16,8	21,7	1,4	40	7,0 - 7,9	6,3 - 6,7	
CEBA	42	58	380	15,96	22,04	1,3	40	8,0 - 8,6	6,84 - 7,6	
CEBA	38	50	450	17,1	22,5	1,2	40	10 - 10,2	8,1 - 9	

Fuente: elaboración propia.

* Esta información es replicable a procesos productivos de ecosistemas de alta montaña con características similares.

2.2 ESTRATEGIA No. 2: CONTROL DE SEDIMENTOS

Problemática: *Mortalidad por alta concentración de sólidos en el agua (sedimentos).*

Objetivo: *Disminuir la concentración de sólidos suspendidos en el agua para evitar la mortalidad de los peces.*

Acciones:

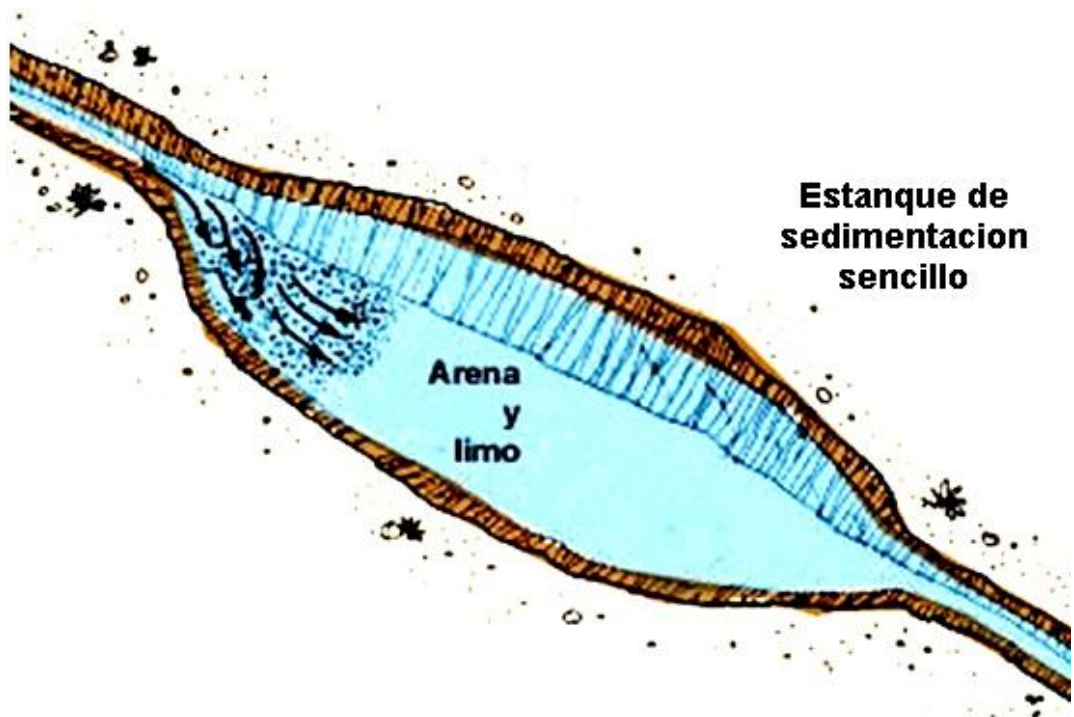
1. RECOMENDACIONES DE LOS PRODUCTORES:

- ① Lavar los estanques cada 1 o 2 días.
- ② Definir muy bien el caudal de entrada a la unidad.
- ③ Limpiar a diario el desarenador.
- ④ Modificar tamaño del desarenador.

2. ESTANQUE DE SEDIMENTACIÓN SENCILLO

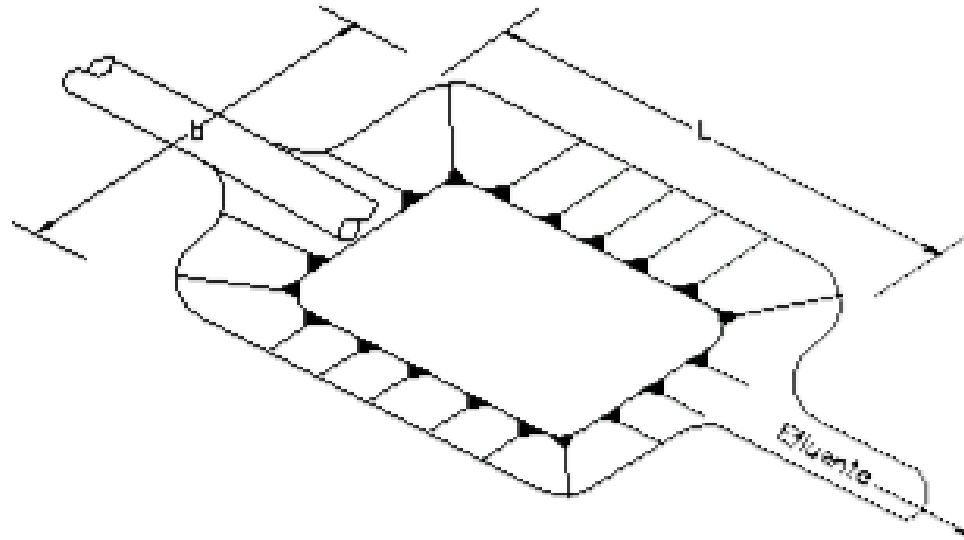
Construido en la parte inicial del canal de alimentación para aquellas unidades que aún no cuentan con uno en la entrada del agua (Figura 3), para luego a futuro lograr la construcción de uno de cemento, ladrillo u hormigón (Coche, 1981).

Figura 3. Sedimentador sencillo en tierra.



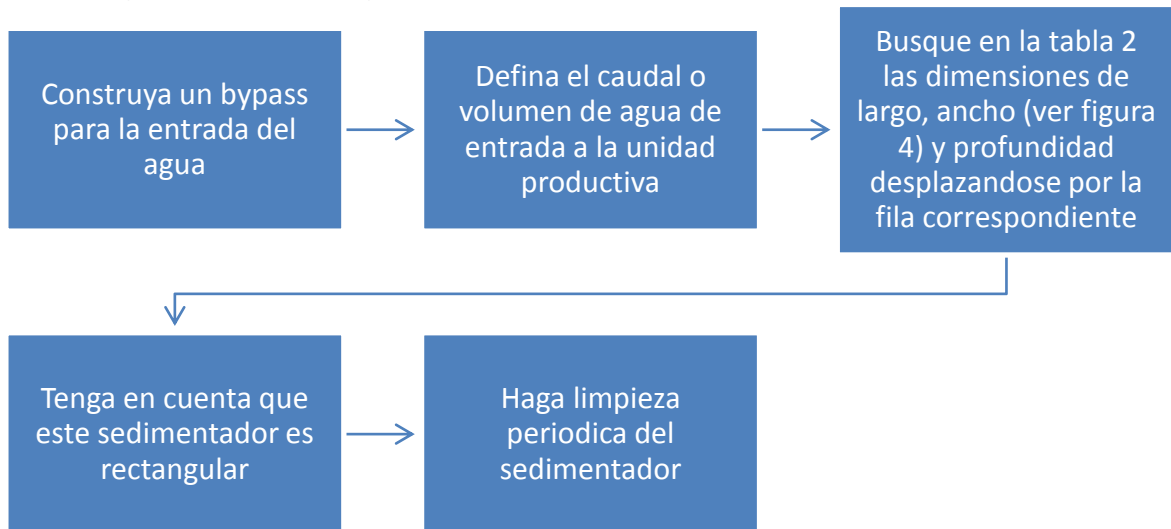
Fuente: Coche, A. (1993)

Figura 4. Dimensiones básicas de un sedimentador en tierra: ancho (b), largo (L).



Fuente: Coche, A. (1981)

Figura 5. Metodología para construcción de un sedimentador en tierra.



Fuente: elaboración propia.

Importante tener una bypass o una bifurcación del paso de agua hacia la unidad productiva para no detener el proceso productivo en el momento en que haya que hacer la limpieza de las unidades de tratamiento del agua.

En la siguiente tabla encuentra las dimensiones sugeridas para sedimentadores en tierra según el caudal de entrada a la unidad (en litros por segundo) o según el volumen de agua (en metros cúbicos). Las dimensiones generales a tener en cuenta son el largo (L), el ancho (b) y la profundidad, todas estas medidas en metros (Coche, 1981).

Tabla 2. Dimensiones estándar para sedimentador en tierra sencillo (fuente: elaboración propia).

Caudal (L/s)	Volumen de agua (m³)	L: Largo (m)	b: Ancho (m)	Profundidad (m)
5	36	6,5	2,0	2 - 2,5
10	72	9,0	3,0	2 - 2,5
15	108	11	4,0	2 - 2,5
20	144	13	4,5	2 - 2,5
25	180	14	5,0	2 - 2,5
30	216	16	5,5	2 - 2,5
35	252	17	6,0	2 - 2,5
40	288	18,5	6,0	2 - 2,5
45	324	19,5	6,5	2 - 2,5
50	360	20	7,0	2 - 2,5
55	396	21	7,0	2 - 2,5
60	432	22	7,5	2 - 2,5
65	468	23	8,0	2 - 2,5
70	504	24	8,0	2 - 2,5
75	540	25	8,5	2 - 2,5
85	612	27	9,0	2 - 2,5
90	648	27	9,0	2 - 2,5
95	684	28	9,5	2 - 2,5
100	720	29	10	2 - 2,5
105	756	30	10	2 - 2,5
110	792	30	10,5	2 - 2,5
115	828	31	10,5	2 - 2,5
120	864	32	10	2 - 2,5
125	900	32	10	2 - 2,5
130	936	33	11	2 - 2,5
135	972	34	11,5	2 - 2,5
140	1008	34	11,5	2 - 2,5
145	1044	35	11,5	2 - 2,5
150	1080	36	12	2 - 2,5
155	1116	36	12	2 - 2,5
160	1152	37	12,5	2 - 2,5
165	1188	37	12,5	2 - 2,5
170	1224	38	12,5	2 - 2,5
175	1260	38	12,5	2 - 2,5
180	1296	39	13	2 - 2,5
185	1332	39	13	2 - 2,5
190	1368	40	13,5	2 - 2,5
195	1404	41	14	2 - 2,5
200	1440	41	14	2 - 2,5

3. FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE PARA CONTROL DE SÓLIDOS DISUELTOS DEL AGUA DE ESTANQUES DE ALEVINAJE

El filtro anaerobio de flujo ascendente, es un tanque con un falso fondo sobre el cual se deposita grava o triturado de 2 a 2 1/2 pulgadas previamente lavada para eliminarle la tierra y la arena que pueden taponar el filtro.

El agua entra por tubería al falso fondo del filtro y sube a través del triturado creando un flujo ascendente uniforme, produciendo un filtrado del agua que la deja en condiciones optimas para el cultivo de peces.

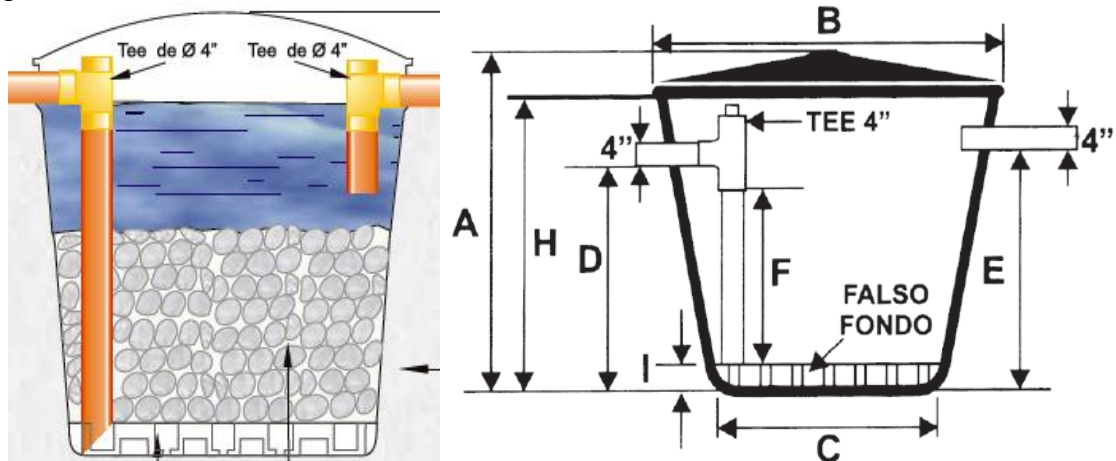
En este tipo de reactores existe un medio de soporte fijo inerte al cual crecen adheridos los microorganismos, este medio puede ser grava, pedazos de guadua, rosetones plásticos u otro material plástico como tapas o vasos de polietileno. El agua residual puede tener un flujo vertical ascendente o descendente a través de la cámara. Usualmente no tiene un comportamiento final de sedimentación.

El filtro anaerobio genera un porcentaje de remoción del 75% al 85% de la materia orgánica expresada en DBO₅, lo que permite que el agua que ingresa a los estanques de incubación y/o alevinaje sea de mayor calidad y con menor cantidad de sólidos disueltos que es lo que genera la mortalidad de alevinos que esta alrededor del 10% de la siembra.

Este tipo de filtro puede ser construido en concreto o puede ser modular utilizando tanque de polietileno de alta densidad.

FILTRO MODULAR

Figura 6. Filtro anaerobio modular.



Fuente: SKINCO-COLOMBIT. Sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas.

Tabla 3. Dimensiones del filtro anaerobio:

VOLUMEN			
MEDIDAS	500 L.	1.000 L.	2.000 L.
A	0.98	1.45	1.55
B	1.1	1.31	1.82
C	0.68	0.94	1.33
D	0.65	0.89	1.09
E	0.87	0.94	1.13
F	0.53	0.66	0.82
H	0.86	1.1	1.32
ROSETON	187	374	748

Fuente: Rotoplast. Sistema Séptico Domiciliario.

Se hace la estimación del área superficial requerida para el proceso de filtración y el numero tanques de 2000L en paralelo que requiere el sistema, a partir de diferentes valores de caudal, y teniendo en cuenta el valor teórico de velocidad del agua en el tanque que está en el rango de 0,6 a 0,9 m/s.

Tomaremos el límite superior debido a que con este valor el área superficial es menor, y en la mayoría de las unidades productivas escasea el espacio para colocar los sistemas de tratamiento.

Tabla 4. Área superficial requerida y número de tanques de acuerdo al caudal

Caudal (L/s)	Área superficial requerida (m²)	Numero de tanques (2000L) ubicados en paralelo
2	8	3
3	12	5
4	16	6
5	20	8
6	24	9

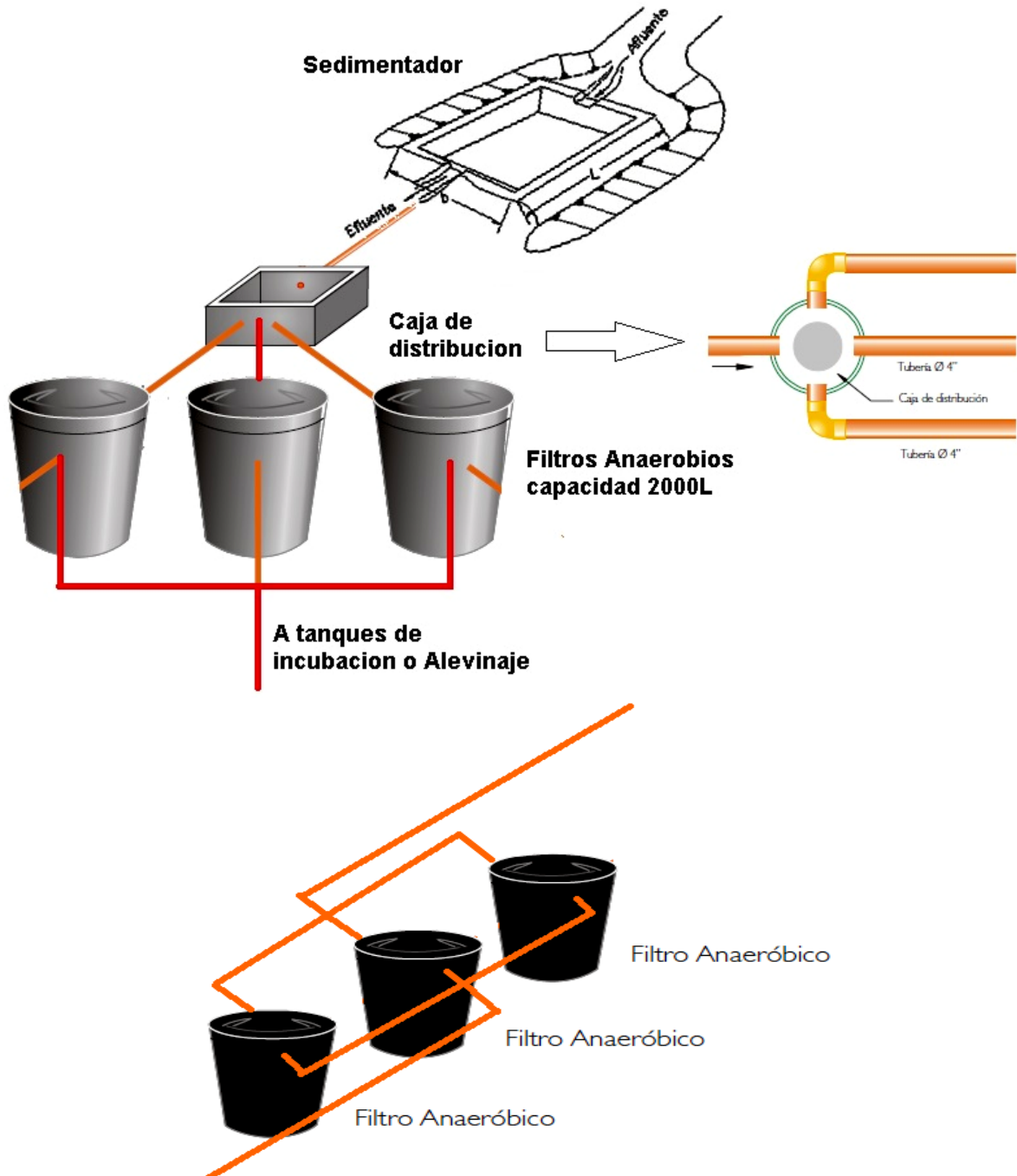
Fuente: Elaboración propia.

Aditamentos requeridos:

- Filtro de 2000L, viene con un kit que consta de: 1Tee 4", 1 Codo 4", 1 falso fondo, 1 tapa, 1 tapón registro de 4", una tubería 4" de 82cm.
- Caja de distribución para repartir el caudal
- Tubería de 4" para las conexiones externas

- Codos para conexiones externas
- Tees para conexiones externas
- Medio filtrante: hasta una altura de 1m, puede ser grava, trozos de guadua, vasos plásticos, tapas plásticas.

Figura 7. Diagrama del sistema para un caudal de 2 L/s:



Fuente: elaboración propia.

FILTRO EN CONCRETO

Se construye un filtro rectangular en concreto con un lecho filtrante igual al del sistema modular, las especificaciones para su construcción siguen a continuación, estas varían según el caudal:

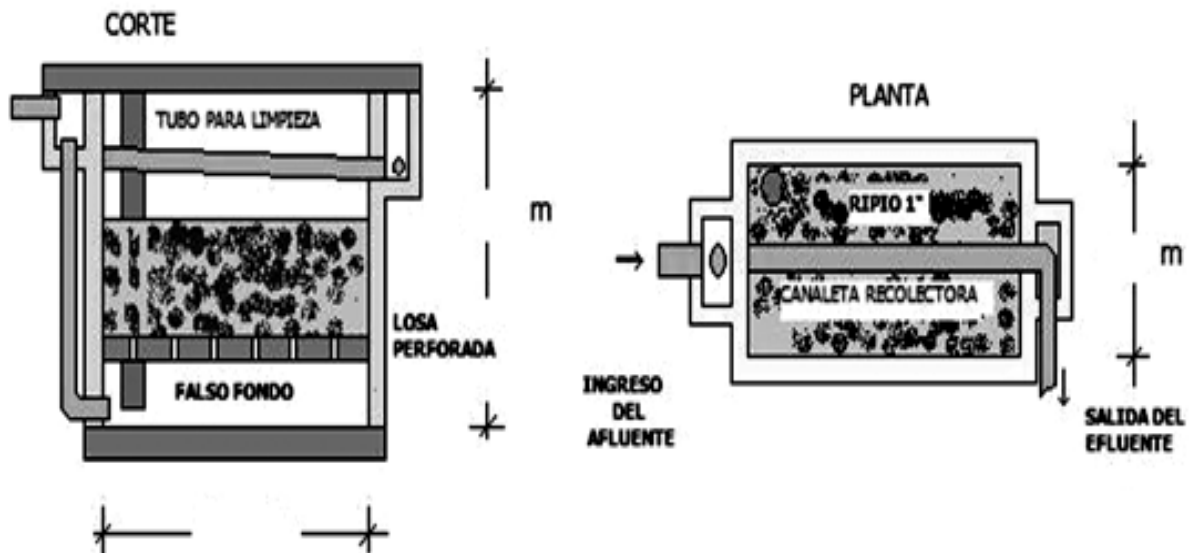
Tabla 5. Dimensiones requeridas por área superficial y caudal.

Caudal (L/s)	Área superficial requerida (m ²)	Largo (m)	Ancho (m)
2	8	4.90	1.63
3	12	6.00	2.00
4	16	6.93	2.31
5	20	7.74	2.58
6	24	8.48	2.83

Fuente: elaboración propia.

- Altura del reactor: suma de las 3 alturas siguientes:
- Altura al falso fondo: 0.50m a 0.70m
- Altura del lecho filtrante: 1m a 1.2m
- Altura del lecho filtrante a la tapa del filtro: 0.60m
- Bigas de concreto del falso fondo de 15cm de ancho y separación de 3cm
- Aberturas de la tubería perforada: 1.27cm a 2cm cada 20cm
- Tamaño de piedra: 5cm a 8cm
- Tamaño de trozos de guadua: 10cm a 15cm

Figura 8. Filtro anaerobio de flujo ascendente en concreto.



Fuente: Revista Tecnociencia Universitaria Bolivia (2009)

4. FILTRO DE AGUA

Tipos de filtro:

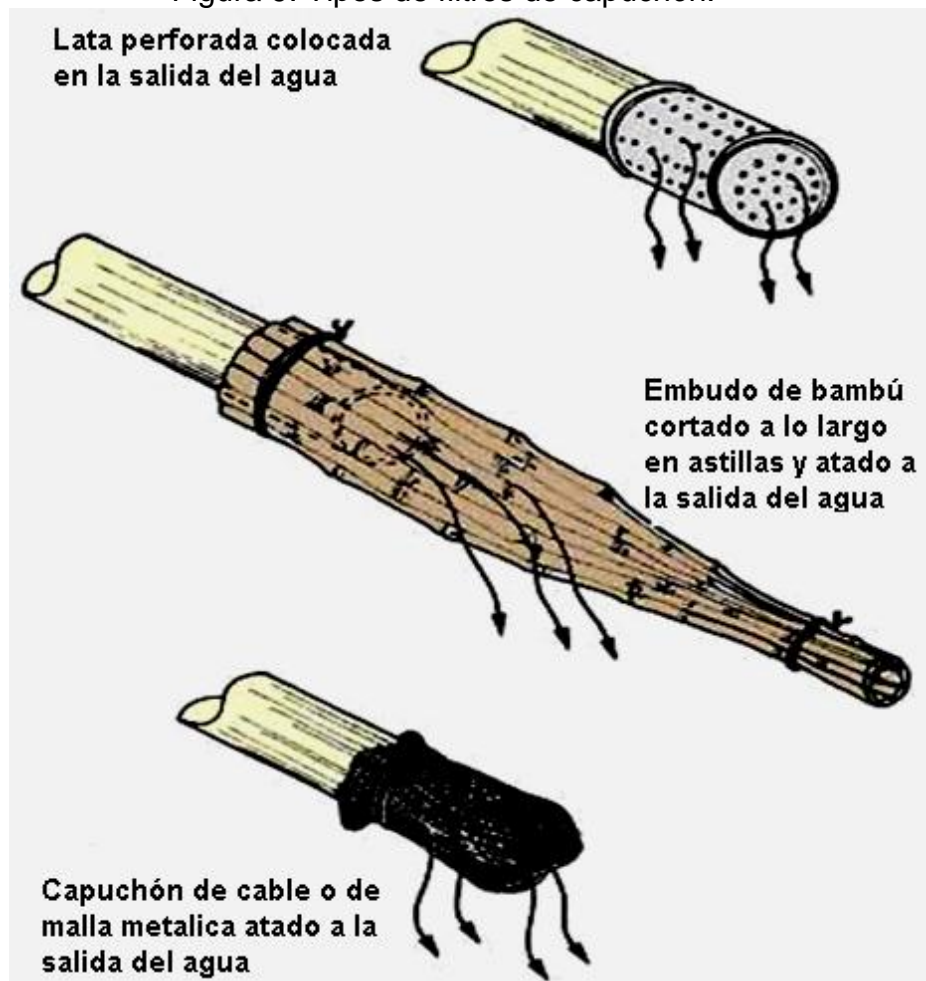
- **Filtros de capuchón en los tubos de salida**

Las tuberías de entrada y salida de los estanques, se pueden dotar de filtros a bajo precio, cubriendo los extremos con algún tipo de material filtrante flexible. Dicho material debe quedar bien ajustado al tubo y sólidamente asegurado, si es posible con ayuda de un trozo de hilo de nylon o alambre galvanizado.

Según la cantidad que se pueda gastar, es posible utilizar alguno de los siguientes elementos:

- Una lata de conserva perforada;
- Un embudo hecho con bambú cortado;
- Un capuchón hecho con malla metálica o plástica (Coche, 1981).

Figura 9. Tipos de filtros de capuchón.



Fuente: Coche, 1981

- **Filtros de manga para tuberías de agua**

Un filtro de manga consiste en un tubo cilíndrico de malla, sólidamente asegurado alrededor de la tubería de entrada por un extremo y atado en el otro extremo con ayuda de una cuerda.

Se trata de un dispositivo simple y relativamente económico, que permite el paso de un gran volumen de agua al mismo tiempo que retiene con gran eficacia, incluso los huevos y las larvas de peces silvestres. De todos modos, como normalmente está fabricado con un material sintético de malla muy fina (por ejemplo un tejido de sarán de 21 mallas por cm), existe el riesgo de que se atasque rápidamente si su superficie total no es lo suficientemente grande como para soportar la turbidez del agua y/o su caudal (Coche, 1981).

Figura 10. Procedimiento para obtención de un filtro de manga.

Corte dos pedazos rectangulares de malla



En cada uno de los rectángulos haga un doblez en los lados largos y cosalo con una doble costura



Introduzca una cuerda cerca del extremo abierto



Haga un cilindro con las dos piezas y cosa el lado abierto de la misma manera que antes

Fuente: Coche, 1981.

Si se dispone de material sintético apropiado, es muy fácil hacer artesanalmente un filtro de manga de la siguiente manera:

- (a) Se cortan dos piezas rectangulares de tejido de malla con las siguientes dimensiones, dependiendo del tamaño requerido: de 40 a 90 cm de ancho; y de 1,5m a 4m de largo.
- (b) Se doblan los bordes y con un hilo grueso, por ejemplo de nylon, se unen las dos piezas con una doble hilera de pespunte y dos costuras planas, formando un cilindro.
- (c) En cada extremo del cilindro se cose un dobléz por el que se hace pasar una cuerda de nylon, para cerrarlo.

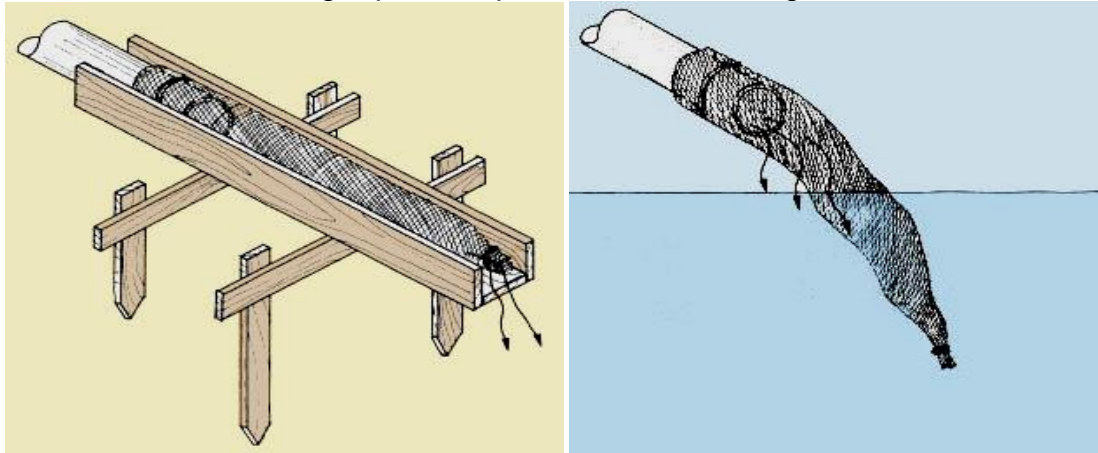
Nota: un filtro de manga de 4 m de largo y de unos 50 cm de diámetro basta para tratar un flujo de agua de 60 L/s. Se necesita alrededor de un metro cuadrado de superficie de filtro para un flujo de 10 L/s.

Utilización de un filtro de manga en la entrada de agua del estanque:

La manera de utilizar un filtro de manga depende de la distancia vertical entre el tubo de alimentación de agua y la superficie del estanque.

- i. Si la distancia es bastante grande, por ejemplo cuando se llena un estanque vacío, es preferible colocar el filtro de manga dentro de un bastidor de madera que lo sostenga en toda su longitud.
- ii. Si la distancia es relativamente pequeña, por ejemplo en un estanque lleno, el filtro de manga durará más si flota en el agua.
- iii. Se asegura uno de los extremos del filtro de manga alrededor del final del tubo de alimentación. Como un elemento de mayor seguridad, se ata el extremo de la cuerda a un punto de anclaje sólido.
- iv. Se cierra el otro extremo del filtro de manga con su cuerda. Es importante que luego se pueda abrir fácilmente para simplificar la limpieza (Coche, 1981).

Figura 11. (a) Filtro de manga apoyado en un bastidor de madera, (b) filtro de manga que flota parcialmente en el agua.



Fuente: Coche, A. (1981)

- **Filtros de caja o canasta en la entrada de agua.**

Un filtro con forma de caja o canasta consiste en un recipiente de filtración que se coloca bajo la toma de agua del estanque (Figura 9). Los desechos y los peces no deseables caen con el agua de alimentación en un recipiente, en el cual quedan encerrados mientras que el agua se va por el filtro. Según la eficacia del filtro utilizado se pueden retener materiales de tamaños diferentes.

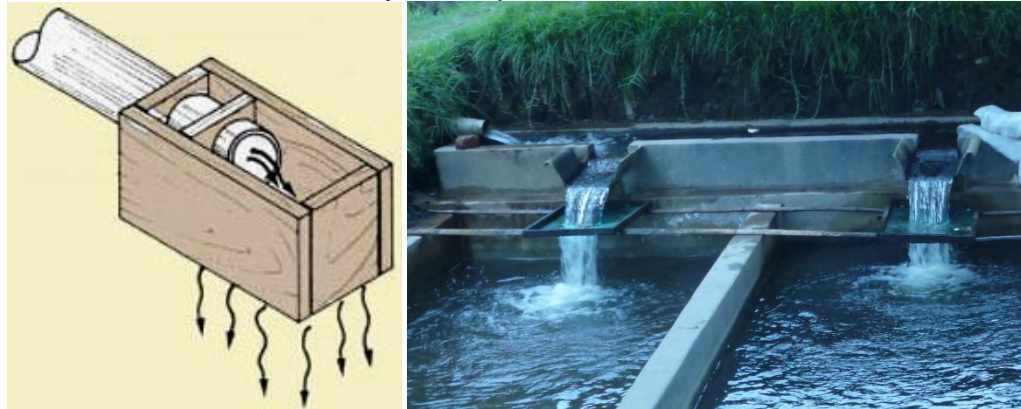
En principio, se debe procurar que el acceso y la limpieza de los filtros sean fáciles. Aunque en general se trata de dispositivos más costosos que las rejillas deslizantes, las cajas o canastas de filtración ofrecen algunas ventajas:

- Requieren menos mantenimiento
- Pueden ser más eficaces
- Pueden filtrar un flujo de agua mayor.

Existen muchos tipos de filtros de canasta o caja. Algunos son fáciles de construir artesanalmente con materiales que se pueden conseguir en el lugar. Para otros, en cambio, se debe comprar una tela especial filtrante y también contar con la ayuda de un buen carpintero. A continuación se presentan algunos ejemplos.

(a) Filtro de caja de madera fijada a la tubería de toma de agua: una rejilla de filtración sólida colocada en el fondo de la caja. En general conviene cuando se trata de flujos de agua limitados y de estanques rurales (Coche, 1981).

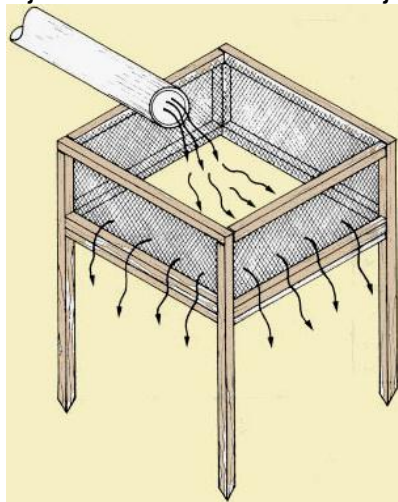
Figura 12. Caja de madera con filtro colocada en la toma del agua (fondo abierto) y bandeja filtrante.



Fuente: Coche, A. (1981)

- (b) Caja filtrante colocada debajo de la toma de agua: la fuerza del agua se reduce inicialmente cuando toca el fondo sólido de la caja. El material filtrante se utiliza solamente en los laterales (Figura 10). Cuatro patas sostienen la caja filtrante debajo de la toma de agua a una altura por encima del nivel máximo del agua del estanque. Este tipo de filtro es más costoso y las dimensiones dependen del flujo de agua: para estanques de 100 a 1.000 m² se requiere una caja de 50 x 50 cm, con una profundidad de 20 a 40 cm (Coche, 1981).

Figura 13. Caja filtrante colocada debajo de la entrada del agua (fondo sólido)



Fuente: Coche, A. (1981)

- (c) Recipiente filtrante relleno con piedras: a unos 0,5 m por encima de la superficie del agua del estanque, se fija bajo la toma de agua una canasta de madera o un medio tonel metálico con sus paredes y el fondo totalmente perforados (Figura 11). Se llena el recipiente colocando piedras gruesas hacia el exterior y fragmentos o piedras más

pequeñas en el medio. En la parte superior se deja un hueco de 20 cm para que caiga el agua. Se verifica y limpia la canasta en forma regular para impedir que se obstruya (Coche, 1981).

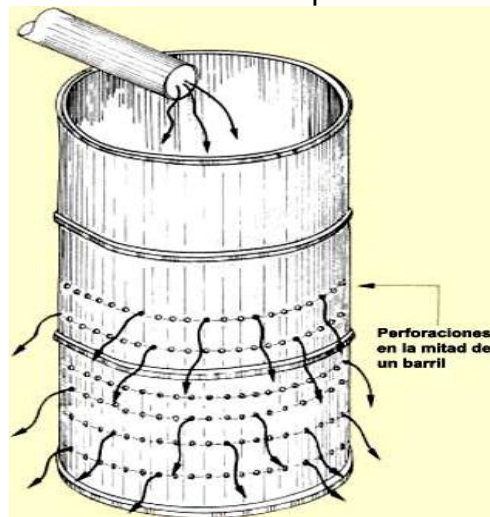
Figura 14. Cesta filtrante llena de piedras colocada debajo de la entrada del agua



Fuente: Coche, A. (1981)

(d) Tonel metálico perforado debajo de la toma de agua: un viejo barril metálico, abierto en la parte superior y con su costado perforado hasta la mitad. Para ello se usa un clavo grueso, desde afuera del tonel. Se lo fija debajo de la toma de agua de manera que el agua que entra caiga en el medio. La eficiencia del filtrado depende del tamaño de los huecos (Coche, 1981).

Figura 15. Barril metálico perforado colocado debajo de la entrada del agua

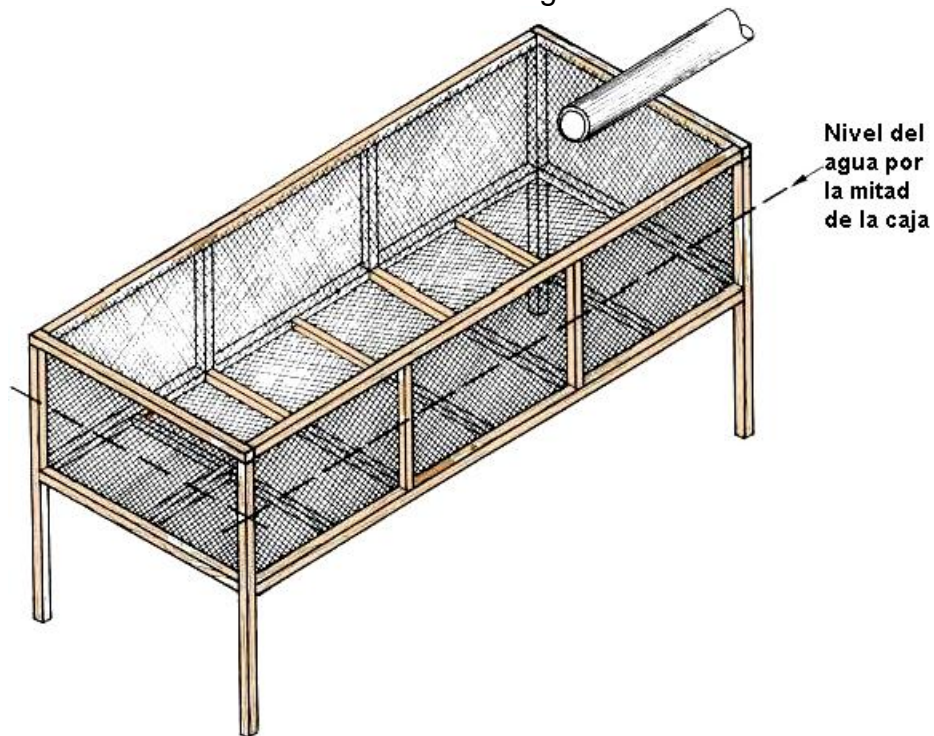


Fuente: Coche, A. (1981)

- (e) Caja filtrante parcialmente sumergida: cuando la distancia entre la toma de agua y la superficie del estanque es pequeña, se puede usar una caja filtrante sumergida hasta la mitad o hasta los dos tercios, fijada debajo de la toma de agua. Se construyen cuatro bastidores de madera y se los coloca dentro de una caja de madera rectangular. Se refuerza la parte del fondo de la estructura de manera que las aberturas sean inferiores a 35 cm x 60 cm. Se tapiza el interior de la estructura con una tela filtrante fuerte (preferiblemente de material sintético como el sarán). Se fija la caja filtrante debajo de la toma de agua. Cuando el fondo de la estructura no está sumergido, se debe reducir el flujo de agua para evitar una presión excesiva y la deformación de la tela filtrante, así como el eventual desborde del agua.

Nota: las dimensiones varían en función del caudal de agua. La caja filtrante cubierta de sarán, tiene 100 cm de anchura, 250 cm de longitud y 60 cm de profundidad (Coche, 1981).

Figura 16. Caja filtrante de madera sumergida parcialmente colocada debajo de la entrada del agua

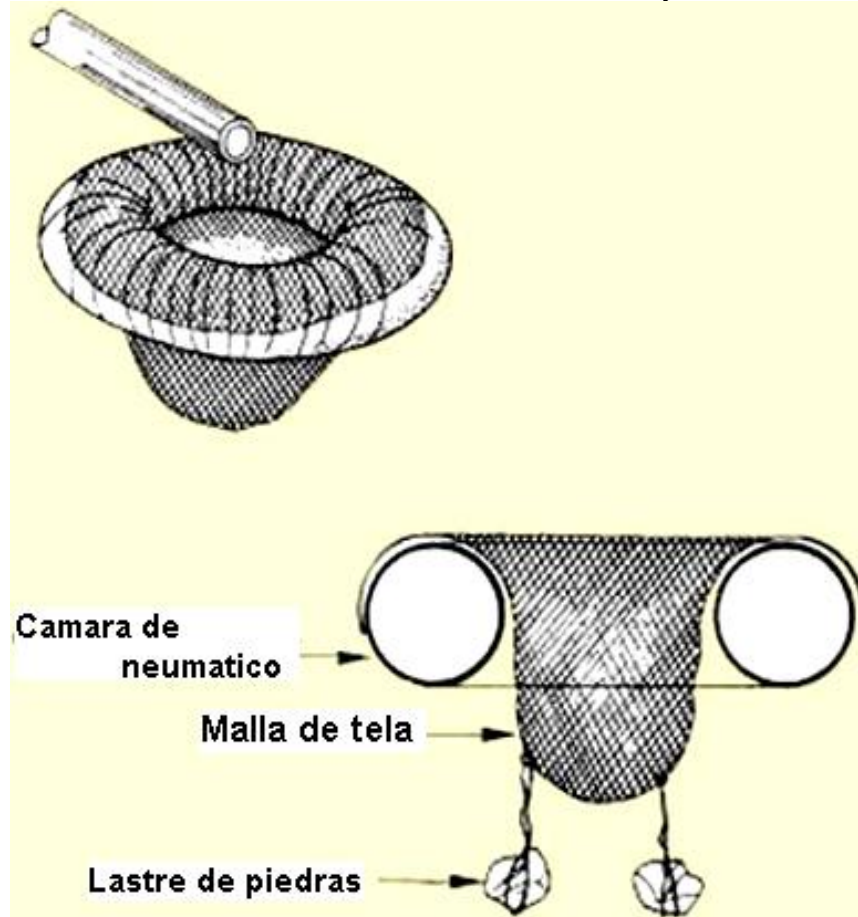


Fuente: Coche, A. (1981)

- (f) Un filtro flotante pequeño: este filtro conviene cuando el agua es muy profunda o cuando su nivel varía mucho. Se puede hacer con una bolsa de tejido filtrante, cuya parte superior se asegura a una vieja cámara de neumático. Para mantener el filtro bien sumergido, se pueden sujetar

algunos pesos de la parte inferior de la bolsa, por ejemplo piedras atadas en cada esquina o un anillo de metal colocado internamente (Coche, 1981).

Figura 17. Filtro de cámara de neumático colocada debajo de la entrada del agua



Fuente: Coche, A. (1981)

2.3 ESTRATEGIA No. 3: CONTROL DE OXIGENO DISUELTO

Problemática: *Mortalidad por baja concentración de oxígeno disuelto.*

Objetivo: *Prevenir situaciones que generen la disminución del oxígeno disuelto del agua en la unidad productiva.*

Acciones:

1. RECOMENDACIONES DE LOS PRODUCTORES

- ① Disminuir densidades (Estrategia No. 1)
- ② Mayor altura de la caída del agua.

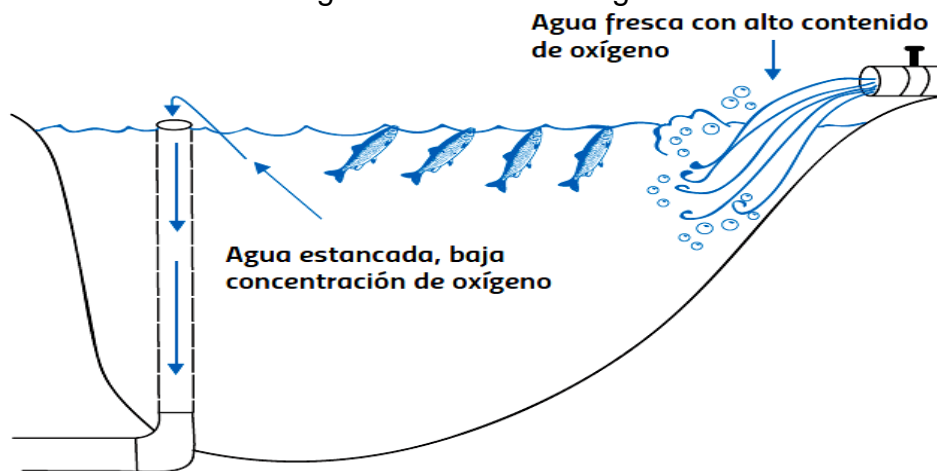
2. DETERMINACIÓN DE UNA BAJA CONCENTRACIÓN DE OXIGENO EN EL AGUA POR COMPORTAMIENTO DE LOS PECES.

Una baja concentración de oxígeno disuelto en el agua puede matar a los peces. Esta condición es producida por el exceso de comida y de fertilizante orgánico, que al descomponerse consumen el oxígeno del agua.

Si el consumo de oxígeno es elevado, los peces pueden morir asfixiados. Aquellos estanques a los que se les está suministrando grandes cantidades de fertilizantes y/o alimento deben ser monitoreados cuidadosamente para determinar si la concentración de oxígeno disuelto en el agua es la adecuada para los peces.

Por lo general, la concentración de oxígeno disuelto en el agua se agota justo antes del amanecer. Es recomendable que los agricultores visiten sus estanques temprano en la mañana para ver si sus peces están sufriendo una baja concentración de oxígeno. Cuando la concentración es baja, los peces suben a la superficie, en donde el agua está en contacto con la atmósfera y en donde los niveles de oxígeno son mayores (Bocek, 1990) (Figura 15).

Figura 18. Comportamiento de los peces en estanque con baja concentración de oxígeno disuelto en el agua.



En la superficie del agua la mayoría de los peces estarán dispersados uniformemente y parecerán como que si tragaran aire ("boqueando"). Si se les asusta, los peces chapotearán y se sumergirán a mayores profundidades, retornando rápidamente a la superficie. Este comportamiento puede ser confundido fácilmente con el de la alimentación. Sin embargo, si se asustan los peces mientras son alimentados, éstos no regresarán inmediatamente a la superficie. Por lo general, los peces no comen si la concentración de oxígeno disuelto en el agua del estanque es muy baja. Es necesario que inmediatamente tome medidas para corregir este problema (Bocek, 1990).

3. ESTRUCTURAS PARA AUMENTO DE OXIGENO DISUELTO

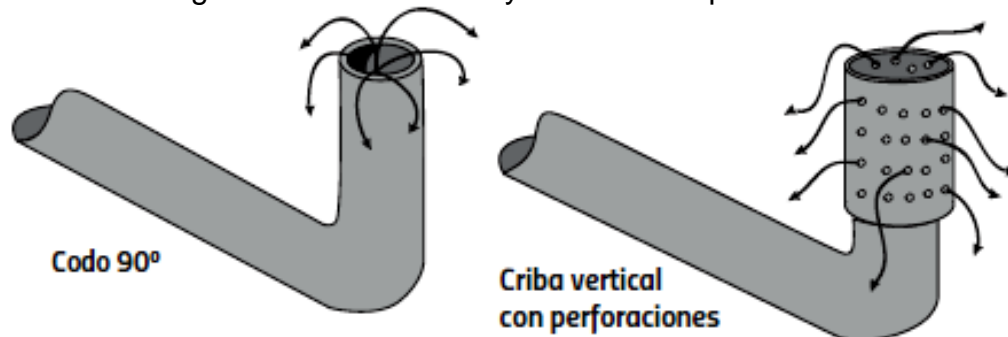
Es posible aumentar el contenido de OD del agua de un estanque de varias maneras:

a. En la toma de agua del estanque, mediante estructuras simples y económicas.

Si el agua que alimenta el estanque llega a través de una tubería, se puede mejorar la oxigenación (Coche, 1993):

- ✓ Agregando un codo de 90° al final de la tubería y dirigiendo la salida hacia arriba (Figura 16).
- ✓ Colocando un filtro vertical perforado al final de la tubería para aumentar el contacto con el aire (Figura 16).

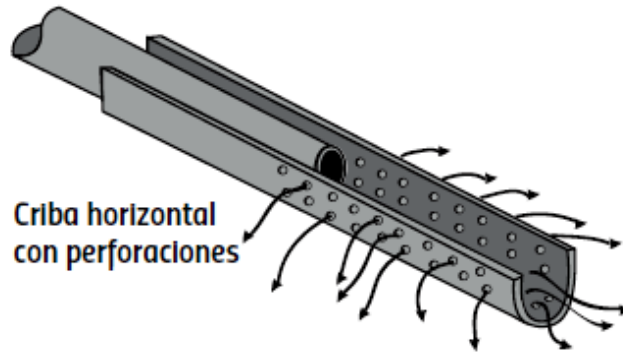
Figura 19. Codo de 90° y filtro vertical perforado.



Fuente: Coche, A. (1993)

- ✓ Fijando una criba horizontal con perforaciones, que se curve alrededor del final de la tubería y lo sobrepase ligeramente (Figura 17).

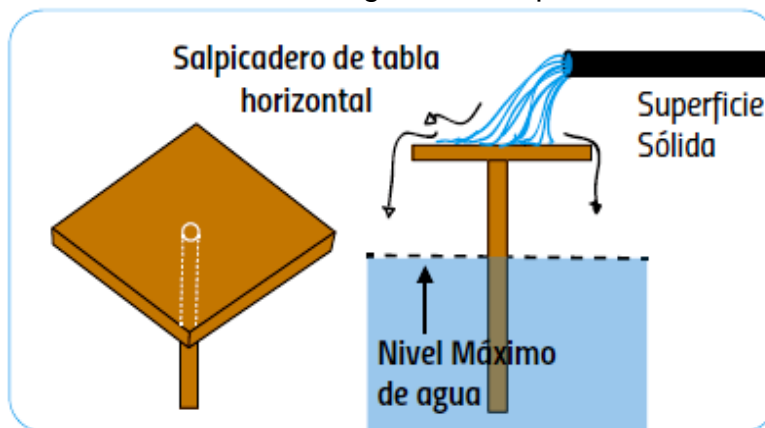
Figura 20. Criba horizontal con perforaciones.



Fuente: Coche, A. (1993)

- ✓ Un salpicadero horizontal fijado sobre un soporte de madera, por encima del nivel máximo de agua (Figura 18).

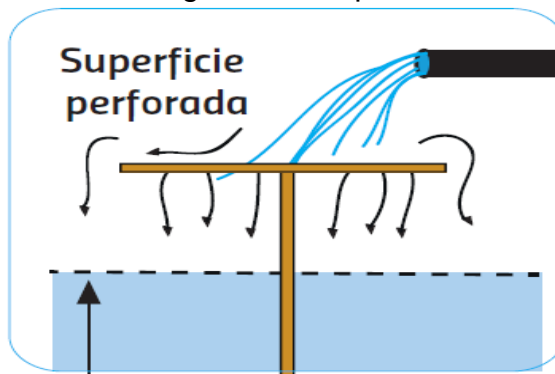
Figura 21. Salpicadero horizontal.



Fuente: Coche, A. (1993)

- ✓ Un salpicadero horizontal perforado, hecho de metal perforado o una red metálica fina, colocada por encima del agua (Coche, 1993).

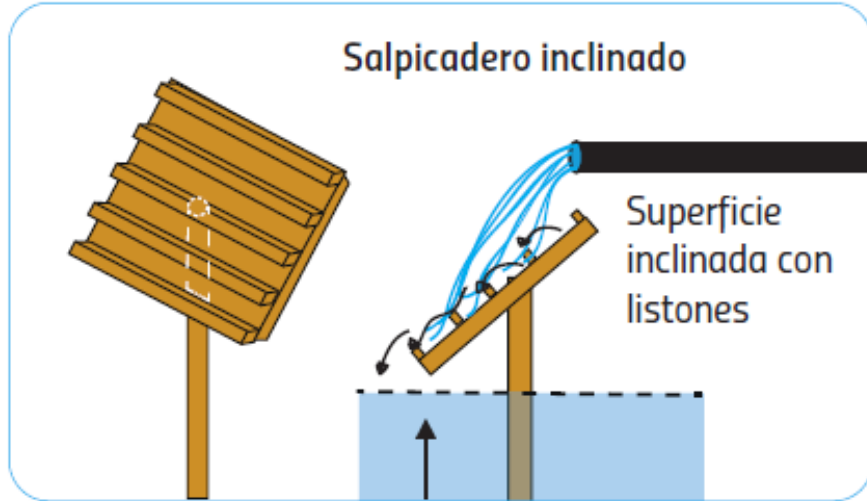
Figura 22. Salpicadero horizontal perforado.



Fuente: Coche, A. (1993)

- ✓ Un salpicadero inclinado, sobre la cual se han fijado listones transversales (Figura 20).

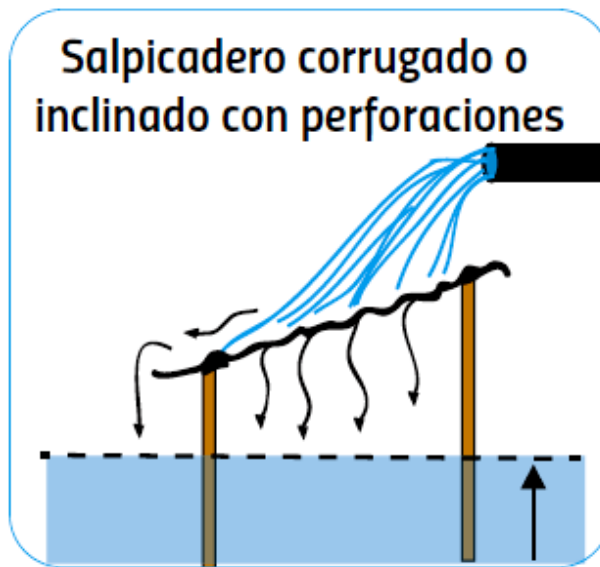
Figura 23. Salpicadero horizontal perforado y salpicadero inclinado.



Fuente: Coche, 1993

- ✓ Una pieza inclinada de metal corrugado o una lámina de asbesto, preferiblemente perforada con numerosos huecos de 8 mm (Figura 21).

Figura 24. Salpicadero corrugado inclinado.

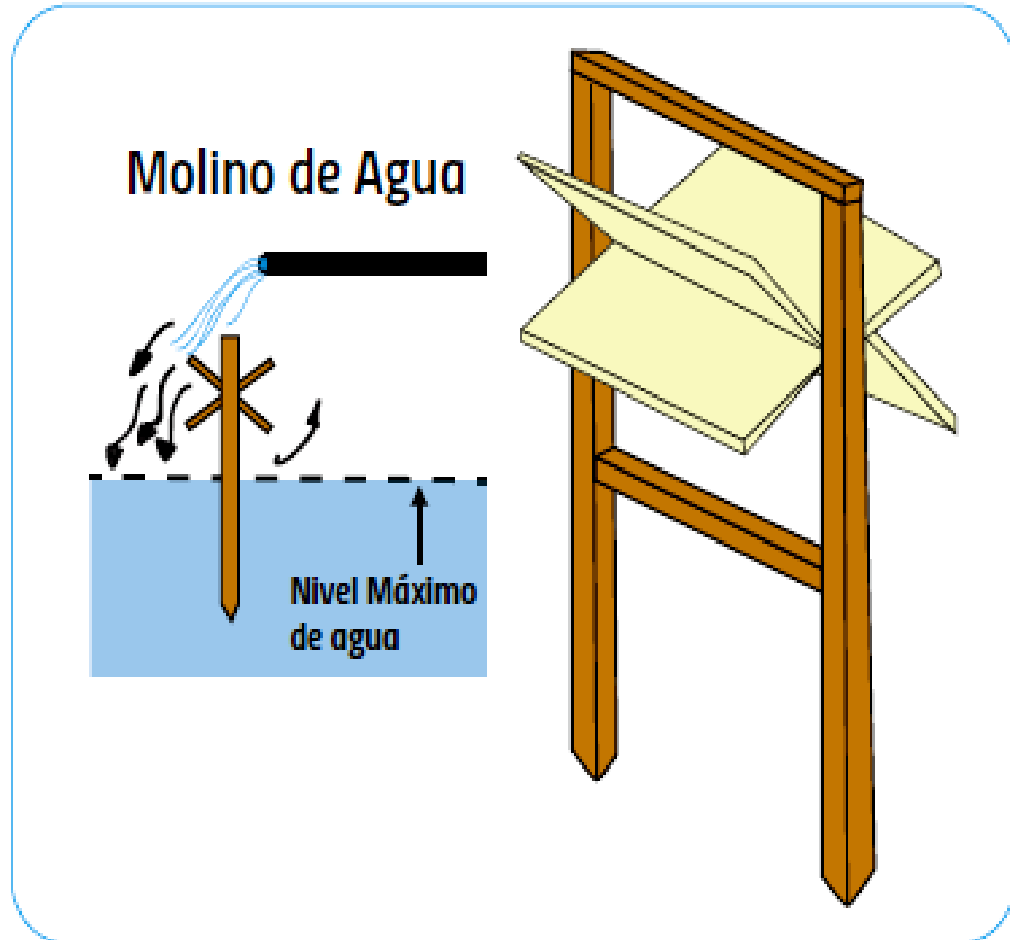


Fuente: Coche, 1993

- ✓ Una pequeña columna de aireación, hecha con un trozo de tubo o malla, en cuya parte interna se fijan trozos de plástico o de malla (Coche, 1993).

- ✓ Un molino de agua que rueda, hecho de madera, fijo o también suspendido en la toma de agua (Coche, 1993).

Figura 25. Molino de aireación.

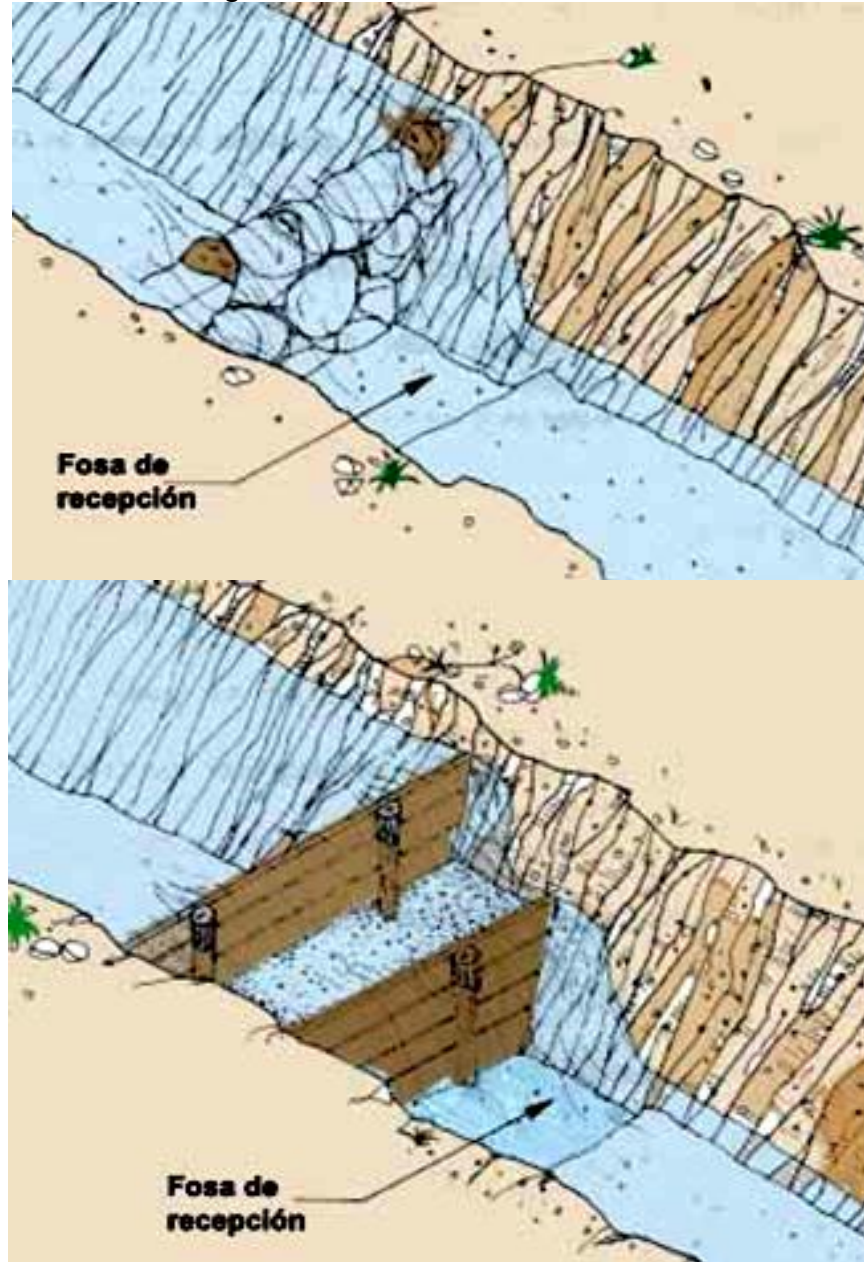


Fuente: Coche, 1993

- b. **Corriente arriba de la toma de agua, ya sea antes de la toma de agua principal o en un punto dado del canal de alimentación, con la ayuda de cascadas.**

Una cascada, que se puede construir con maderas, con piedras, o con ambos elementos a la vez, es una sencilla estructura fija por encima de la cual cae el agua (Figura 23) (Coche, 1993).

Figura 26. Cascadas de aireación.



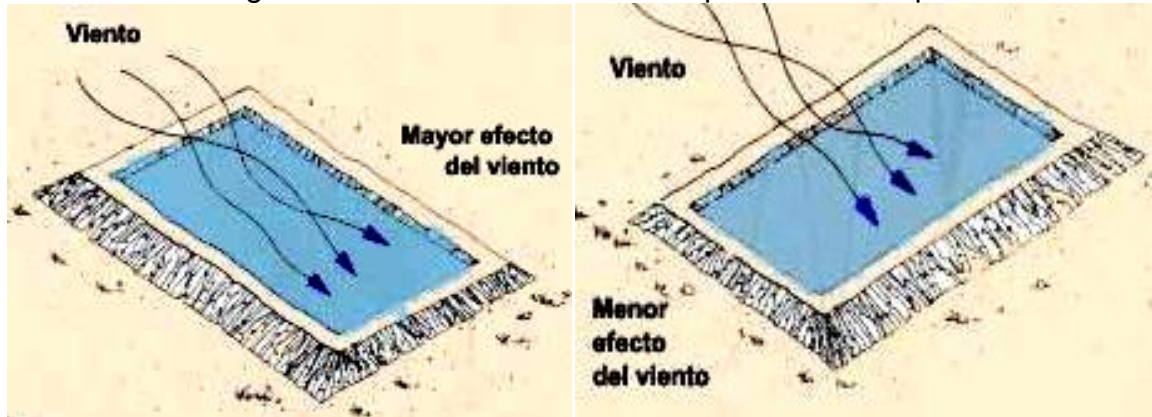
Fuente: Coche, 1993

c. Planificación de construcción de estanques.

Un modo simple de asegurar un buen suministro de oxígeno atmosférico a los estanques desde el comienzo, es planificar su diseño de manera de aprovechar al máximo el viento. Esto da como resultado una mejor aireación de la superficie del agua y una mejor mezcla con las aguas más profundas (Figura 24) (Coche, 1993).

En la medida de lo posible, los estanques, especialmente los estanques de engorde, se deben diseñar teniendo presente los siguientes puntos:

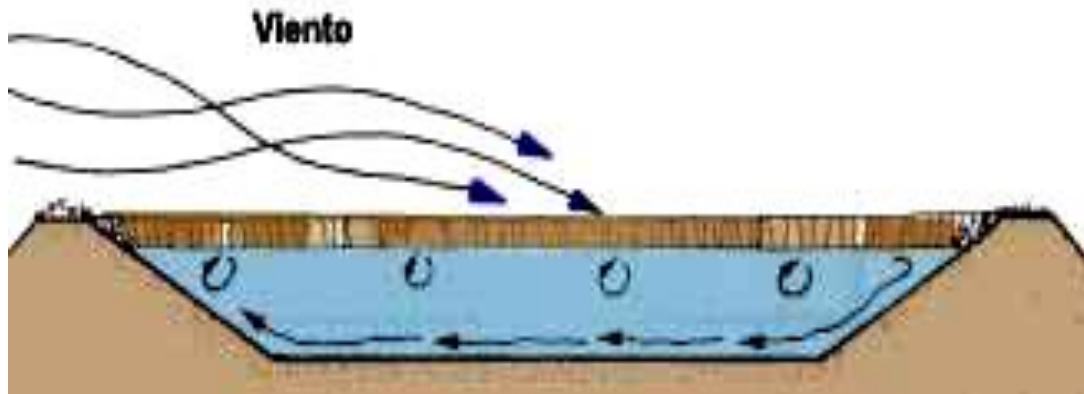
Figura 27. Dirección del viento respecto al estanque.



Fuente: Coche, 1993

- i. Se debe establecer cuáles son los vientos más importantes durante todo el año, teniendo en cuenta factores tales como los períodos críticos para la oxigenación del estanque, la fuerza y la regularidad del viento y los momentos del día en que sopla.
- ii. Cuanto mayor es el recorrido del viento sobre la superficie del estanque, mayor es su acción. Si es posible, se deben orientar los estanques de manera que el dique más largo sea paralelo a la dirección del viento que se quiere aprovechar. (Figura 25)
- iii. Es más fácil que el viento contribuya a mezclar adecuadamente las aguas del estanque, si se trata de un estanque poco profundo.

Figura 28. El efecto del viento aumenta con la longitud de su recorrido (corrientes de mezcla producidas por el viento) (Coche, 1993).



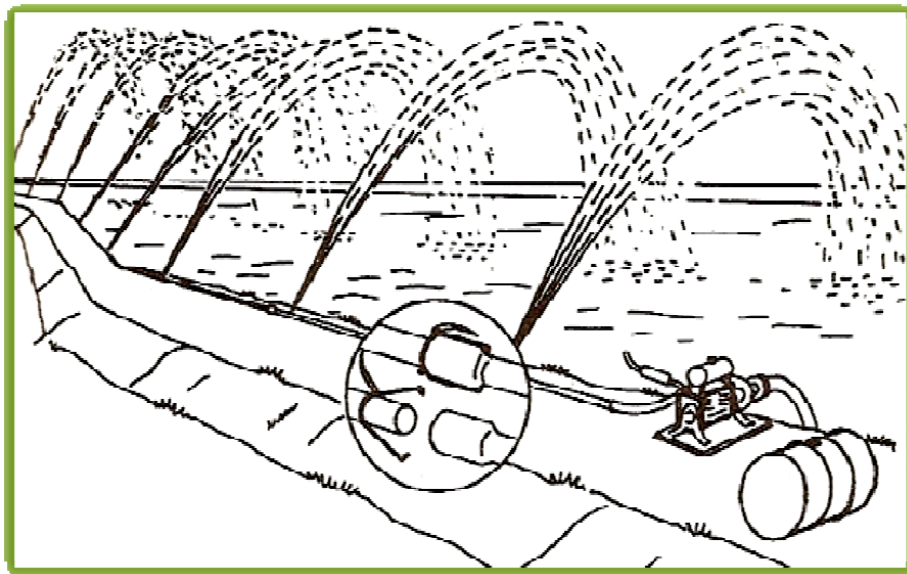
Fuente: Coche, 1993

d. Sistemas de aireación por riego.

Por irrigación o aspersión:

En estanques pequeños, otro modo de aireación es el de bombear agua y esparcirla por encima de la superficie en forma de spray (Figura 26). Cuando se espera que exista una disminución de oxígeno en el verano (con alta densidad de peces y altas temperaturas) o bien, cuando las condiciones locales causan dificultades regulares a lo largo del año (por ejemplo, estanques con agua barrosa o problemas en el abastecimiento de agua), se puede instalar un equipo especial que se use a requerimiento.

Figura 29. Oxigenación por sistemas de irrigación.



Fuente: Horváth, 2008

Debido a que estas bombas tienen solo un pequeño efecto en su radio de acción, pueden no ser útiles cuando se trata de estanques muy grandes.

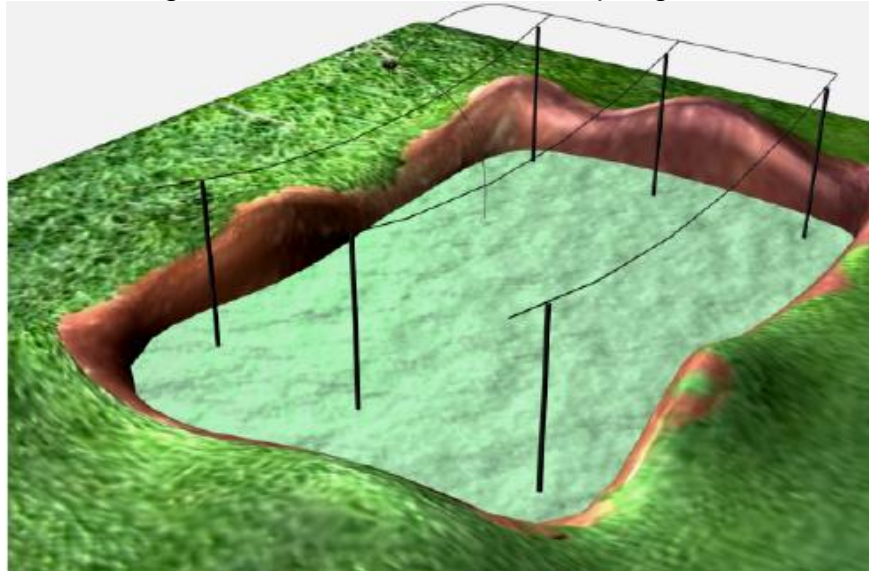
Para las disminuciones estacionales, los equipos de aireación especiales son los más efectivos. El aire puede ser incluido efectivamente a través de bombeo en estanques de baja profundidad (cerca de un metro), debido a que la presión de la columna de agua es pequeña y por lo tanto solo se requerirá una pequeña cantidad de energía necesaria para la aireación del agua. Se pueden emplear largos caños que distribuyan el aire a otras partes del estanque para asegurar que la aireación alcance a todas las áreas. Cada sistema puede hacerse funcionar durante la noche y evitar de esta forma que se produzcan disminuciones altas de oxígeno. En los lugares donde no existe electricidad, se pueden emplear maquinaria que utilicen gasolina o diesel (tractor), instalando el/los sistemas en puntos cercanos a los estanques para dirigir los compresores u otros equipos (Horváth, 2008).

Por goteo:

Esto se logra básicamente cuando el agua es golpeada y entra en contacto con el aire de la atmosfera, intercambiando niveles óptimos de oxígeno, y a su vez alcanzando una estabilización de la temperatura a través de las capas media y alta (Figura 27).

En este tipo de riego el agua se distribuye por una red de tuberías, sobre o en la línea se disponen los emisores llamados goteros (2, 4 y 8 L/h), a una distancia de 50 a 100cm entre ellos. Los goteros dejan escapar el agua en forma de gotas, las que difunden en el perfil oxigenándose (Martínez Santis, 2012).

Figura 30. Sistema de aireación por goteo.



Fuente: Martínez Santis, J. E., & Méndez Centeno, O. M. (2012)

“Cada sistema tiene sus méritos y sus desventajas y su elección dependerá por lo tanto, de los factores que causen el problema y de la disponibilidad de equipo y el costo de los mismos y su operación.”

2.4 ESTRATEGIA No. 4: ESTADO DEL CONCENTRADO

Problemática: *Verificación el estado del concentrado al llegar a la unidad productiva.*

Objetivo: *Verificar la calidad y el buen estado de los insumos y materias primas que ingresen a la unidad productiva.*

Acciones:

1. Registro y control del concentrado.

Se deberá llevar control de los siguientes parámetros que deberán estar debidamente documentados en planillas de control internas:

Cuadro 1. Formato para verificación del estado del concentrado.

Formato para verificación del estado del concentrado	
Fecha de compra:_____	Fecha de arribo:_____
Fecha de almacenamiento en el depósito:_____	
Nombre (Compañía elaboradora del concentrado):_____	
Dirección y datos de contacto:_____	
(Compañía elaboradora del concentrado)	
Tipo de alimento:_____	
Bolsas:_____	Costales:_____
Sacos:_____	Tarros:_____
Cajas:_____	
(Cantidad de envases ingresados)	
Número o identificación de los lotes:_____	
Fecha de vencimiento de cada uno de los lotes:_____	
Fecha de apertura y comienzo de uso de un determinado envase:_____	
Registro del uso de cada envase en relación del número de estanque.	
Plaga:_____	
Uso de insecticida, raticida, otro:_____	
(Reporte de la presencia de algún tipo de plaga o utilización de algún químico para su prevención y/o control)	
Observaciones:_____	
Nombre productor:_____	
Firma:_____	
(Nombre y la firma del responsable de la sección)	

Fuente: elaboración propia.

2.5 ESTRATEGIA No. 5: ALMACENAMIENTO CONCENTRADO

Problemática: Almacenamiento inadecuado del concentrado

Objetivo: Garantizar la calidad y el buen estado de los insumos y materias primas almacenados en la unidad productiva.

Acciones:

1. RECOMENDACIONES DE LOS PRODUCTORES:

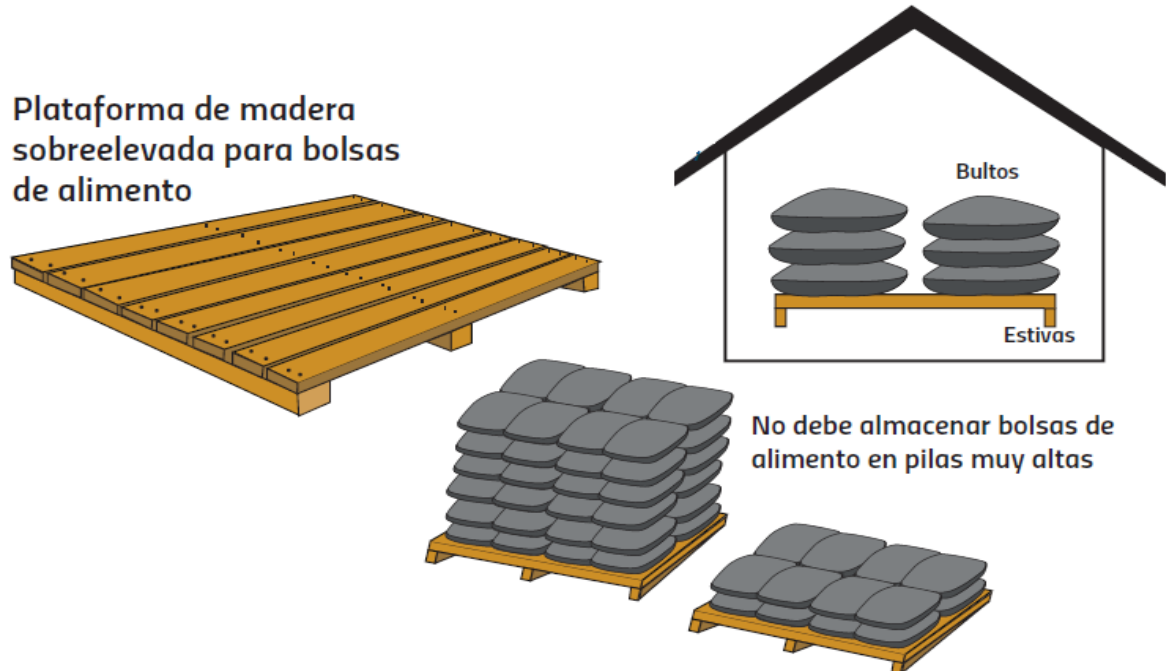
- 1 Estandarizar el almacenamiento: proporcionar o adquirir por parte de los productores el mismo tipo de tarros con tapa, con capacidad suficiente para albergar los concentrados.

2. ALMACENAMIENTO DE CONCENTRADOS

Consideraciones:

- Evitar el almacenamiento durante tiempos muy largos.
- Comprar o adquirir cantidades, en función de las necesidades y almacénelos durante el menor tiempo posible.
- Protéjalos de la humedad y la lluvia conservándolos sobre una plataforma de madera bajo techo.
- Separación mínima de 60 cm respecto a las paredes perimetrales.
- Disponerse sobre paletas o tarimas elevadas del piso unos 15 cm.
- Usar piso lavable, resistente de superficie lisa y no porosa.
- Ventilación adecuada con mallas removibles.

Figura 31. Estructuras para almacenamiento adecuado.



Fuente: Asocolflores (2000)

2.6 ESTRATEGIA No. 6: DOSIFICACION DEL CONCENTRADO

Problemática: *Dosificación inadecuada del concentrado*

Objetivo: *Promover una correcta dosificación del concentrado, reduciendo los costos del proceso productivo.*

Acciones:

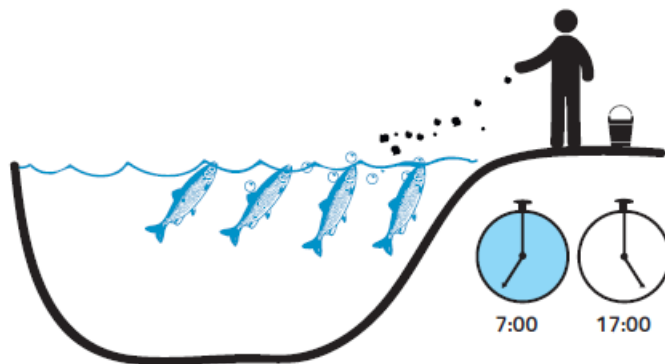
1. RECOMENDACIONES DE LOS PRODUCTORES:

- ① Tener claridad sobre el uso de la tabla de alimentación.
- ② Uso de pesas digitales.
- ③ Alimentar despacio a los animales.

2. REGLAS DE ALIMENTACIÓN:

- a. Un buen programa de alimentación incluye alimentar a los peces los 7 días de la semana.
- b. Se debe tener cuidado de no dar alimento cerca de la compuerta de salida de los estanques o cerca de los laterales de las jaulas donde la corriente puede llevarse al alimento fuera del alcance de los peces.
- c. El alimento ofertado deberá aumentarse gradualmente, previo muestreo y cálculo de la ración basada en los requerimientos según el peso promedio de los peces, la biomasa de la jaula y la temperatura del agua.
- d. Deben tomarse muestras de los peces en intervalos definidos con el objeto de determinar si se está logrando la tasa de crecimiento esperada y ajustar la tasa de alimentación.
- e. Los peces deben mantenerse sin alimentación 24 horas antes de seleccionarlos, manipularlos, transportarlos y/o cosecharlos.
- f. Si se sospecha que los peces han sido sometidos a algún tipo de estrés se debe reducir o directamente suprimir la alimentación por un tiempo.
- g. Se deben llevar registros individuales de cada estanque, origen del lote, su biomasa, el alimento suministrado, conversiones del alimento, porcentajes de ganancia de peso, temperatura del agua, oxígeno disuelto y la mortalidad producida.

Figura 32. Reglas de alimentación



Fuente: elaboración propia.

2.7 ESTRATEGIA No. 7: DISPOSICION DE LODOS

Problemática: *Disposición inadecuada de lodos*

Objetivo: Promover la utilización de abonos orgánicos en pro de la sostenibilidad y conservación de suelos, fuentes de agua, aire, biodiversidad, y que de igual manera sea beneficioso para el productor.

Acciones:

1. RECOMENDACIONES DE LOS PRODUCTORES:

- 1 Construcción de infraestructura para almacenamiento de lodos.

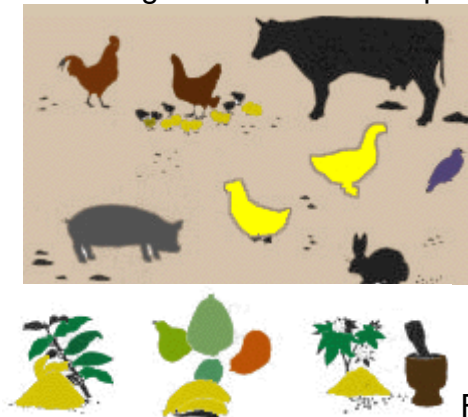
2. METODOLOGÍA PARA PRODUCCIÓN DE ABONO CON USO DE LODOS (PASO A PASO)

1 PASO.

Defina la materia prima para el proceso, es posible utilizar:

- Lodo del lavado de estanques.
- Paja, follaje.
- Restos de la cosecha y del deshierbo.
- Plantas, pequeños trozos de madera.
- Desperdicios domésticos.
- Suelo.
- Estiércol de todos los animales. (Atención: estiércol de crianza intensiva puede contener hormonas y antibióticos y por lo tanto no es recomendable utilizarlo).
- Heces humanas.
- Ceniza, cal y nitrógeno para enriquecer el compost con sustancias nutritivas.
- Compost acabado y nitrógeno para acelerar la descomposición (Brechtel, 2000).

Figura 33. Materiales para preparar abono.



Fuente: elaboración propia

IMPORTANTE:

Para definir los materiales tenga en cuenta **la relación entre carbono y nitrógeno en el compost, que deberá ser 20-30:1, ósea entre 20 y 30 partes de carbono por cada parte de nitrógeno.**

Esta relación se controla por la mezcla de materias primas con diferentes contenidos de nitrógeno, para ello tiene la siguiente tabla 3 que enuncia las relaciones para diferentes materiales.

Tabla 6. Relación carbono : nitrógeno de diferentes sustancias orgánicas.

MATERIAL	RELACIÓN C:N
Lodos activados	Lodos crudos 6:1
	Lodos digeridos 16:1
Material vegetal	Leguminosas 12:1
	Gramíneas 19:1
	Tallos de maíz 60:1
	Césped 20:1
	Hojas 80-40:1
	Paja de cereales 80:1
	Paja de trigo 128:1
Residuos comida	Restos de comida (incluye vísceras) 15:1
	Restos de frutas 35:1
Estiércol	Vaca 18:1
	Aves 15:1
	Cerdo 20:1
	Oveja 22:1
Papel	Papel mezclado 170:1
	Periódico 983:1
	Revistas 470:1
Madera	Aserrín 500-200:1
	Madera 700:1
Biomasa	Humus 10:1
	Biomasa general 90-20:1

Fuente: Brechelt, A. (2000)

2 PASO.

Con el material suficiente y deseado, se prepara la pila de compost en capas, de la siguiente manera (Figura 31):

- Capa 1: desechos vegetales (unos 30 cm).
- Capa 2: lodos, ceniza, estiércoles, adiciones (unos 20 cm).
- Capa 3: suelo (unos 2 cm).

Se repiten las capas en el mismo orden, hasta que se terminen los materiales (Figuras 32 y 33) (Brechelt, 2000)

Figura 34. Acomodación en capas de los materiales.

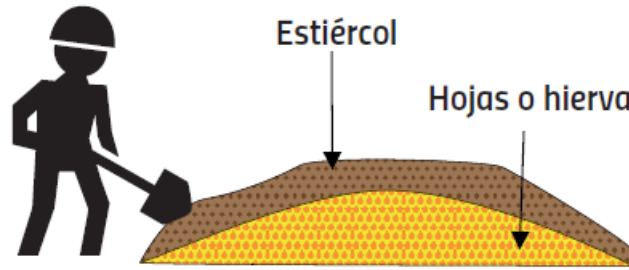
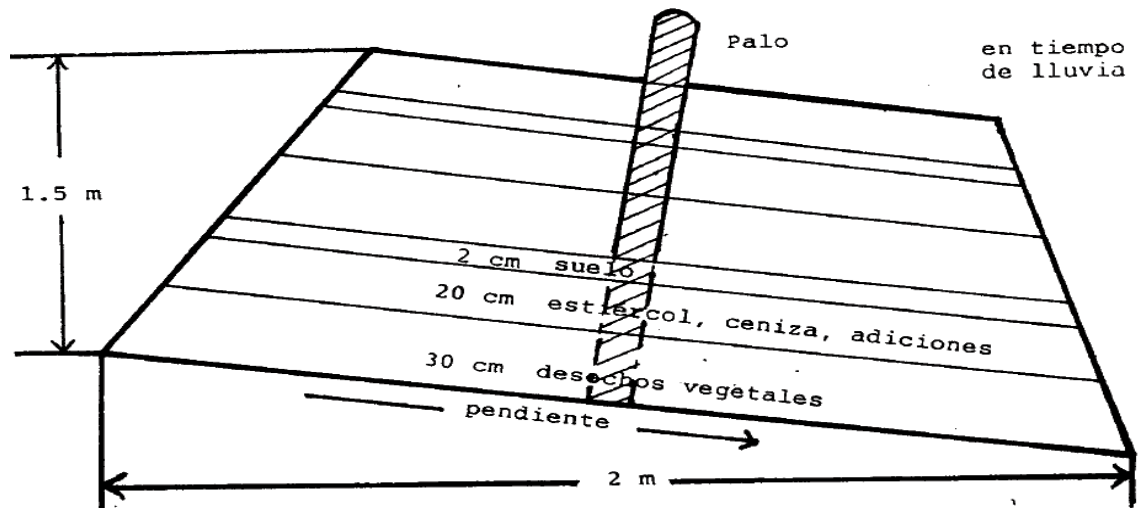
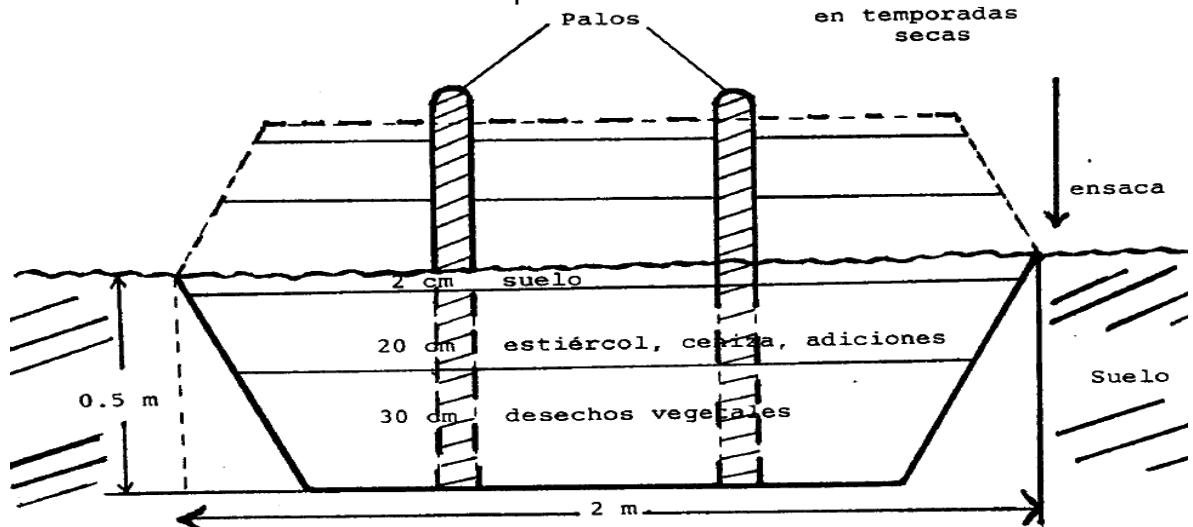


Figura 35. Disposición y altura de los materiales en la pila de compost en tiempo lluvioso.



Fuente: Brechelt, A. (2000)

Figura 36. Disposición y altura de los materiales en la pila de compost en temporadas secas.



Fuente: Brechelt, A. (2000)

3 PASO.

Los microorganismos necesitan oxígeno para vivir, y para enriquecer la pila de compost con aire se necesita:

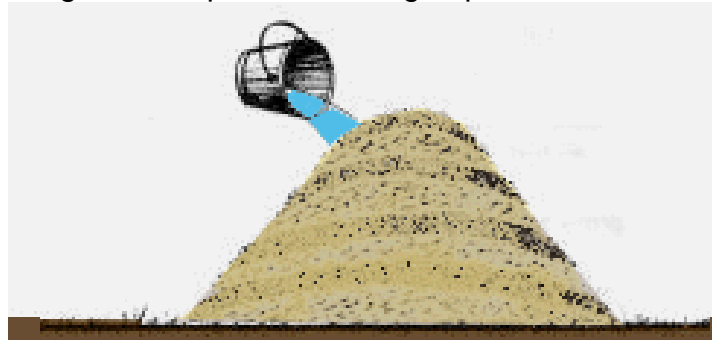
- Que una parte de la materia orgánica tenga una buena estructura y una longitud entre 7 y 15 cm.
- Que la pila no sea demasiado grande, 2 metros de ancho, 1.5 m de altura y el largo de acuerdo con la cantidad de la materia orgánica.
- Que la pila del compost no esté demasiado mojada. Es indispensable que las medidas preventivas contra la lluvia, por ejemplo, la cubierta de la pila y la pendiente permitan que el agua pueda escurrir libremente.
- Cambiar de sitio la pila de compost por lo menos una vez al mes, según la necesidad y la disponibilidad de mano de obra.

4 PASO.

Además, los microorganismos necesitan agua para vivir, por lo que se requiere:

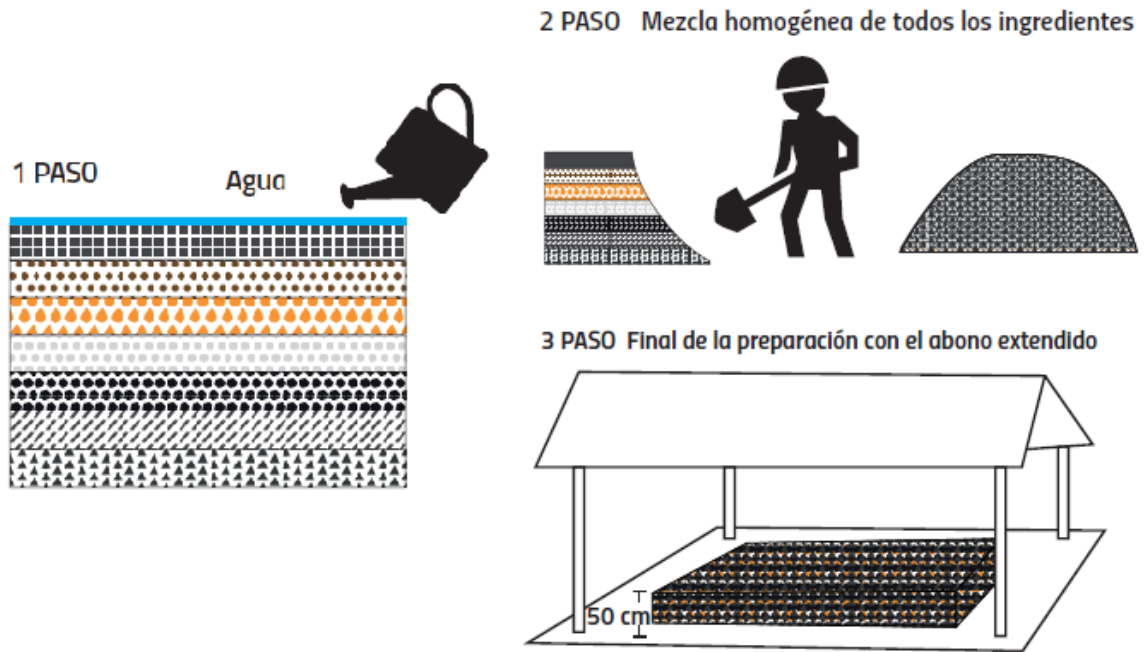
- La aplicación de agua al inicio y durante los cambios de sitio.
- Una capa de suelo para evitar la evaporación.
- La construcción del pozo en la sombra, debajo de los árboles, o con la protección de edificios (Brechelt, 2000).

Figura 37. Aplicación de agua periódicamente.



Fuente: elaboración propia

Figura 38. Pasos simples para hacer compost.



Fuente: elaboración propia

5 PASO: Criterios de madurez, estos criterios son decisivos para juzgar si el compost está listo o no:

- El material final debe ser muy homogéneo. No debe notarse el material de origen que se utilizó al inicio de la preparación.
- El compost tiene un olor parecido a la tierra de los bosques. Esto es causado por los Actinomycetes que también están en esta tierra.
- La temperatura en el montón debe ser igual a la que está alrededor del montón, porque la transformación de los nutrientes causada por los microorganismos está concluida (Brechtel, 2000).

2.8 ESTRATEGIA No. 8: DISPOSICION DE VISCERAS

Problemática: *Disposición inadecuada de vísceras*

Objetivos: Establecer un manejo integral de los residuos sólidos del proceso productivo para su aprovechamiento y evitar o minimizar los impactos al medio ambiente.

Acciones:

1. RECOMENDACIONES DE LOS PRODUCTORES:

- ① Comercializarla
- ② Utilizarla como alimento para animales.
- ③ Utilizarla como insumo para hacer abono (Estrategia No. 7)

2. PROCESO DE ENSILADO BIOLÓGICO

Características:

- El ensilado biológico de residuos de pescado, es sin duda una alternativa alimenticia para aves, peces, ganado vacuno, porcinos, ovino, y otros animales.
- La mayor importancia del ensilado radica en su utilización para la formulación de raciones de bajo costo y alto valor nutricional.
- Para la obtención del ensilado biológico son utilizados residuos de pescado resultantes del fileteado, así como aquellos peces impropios para el consumo.
- En su elaboración se usa un fermento biológico en base a vegetales ricos en bacterias lácticas que fermentan los azúcares y producen ácido láctico.
- Como consecuencia de este proceso hay preservación del residuo evitándose el deterioro y produciéndose la hidrólisis parcial de las proteínas.
- El ensilado biológico de residuos de pescado tiene un elevado valor nutricional, semejándose con la composición de la materia prima que le origina.
- El objetivo principal de esta técnica es contribuir al desarrollo de la ganadería, la avicultura y la piscicultura regional, a través de la formulación de raciones eficientes y de bajo costo, utilizándose el ensilado biológico de residuos de pescado como principal fuente de proteína (Lessi et al., 1992).

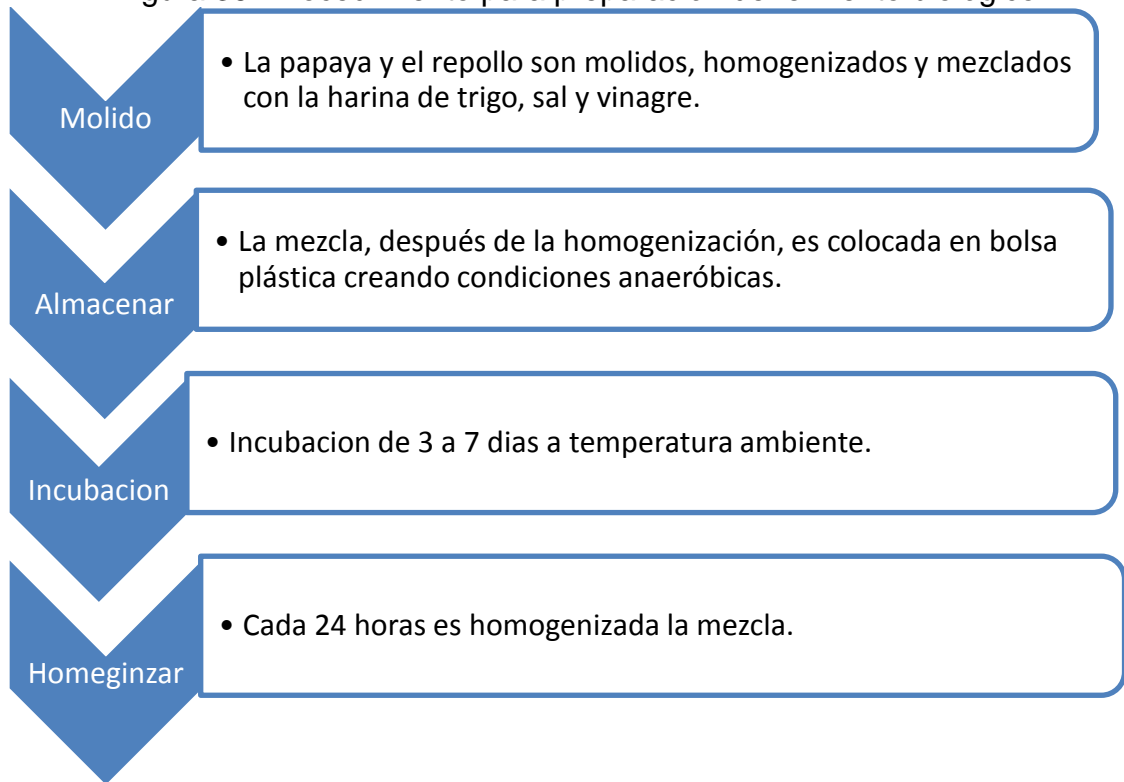
Elaboración del fermento biológico:

Según recomendaciones de la FAO (1985), son utilizados los siguientes ingredientes:

Tabla 7. Ingredientes y cantidades para preparar fermento biológico para ensilado.

Ingredientes	Cantidad a utilizar para preparación de 1kg de ensilaje	Porcentaje
Repollo	410 gramos	41%
Papaya	310 gramos	31%
Harina de trigo	170 gramos	17%
Sal de cocina	30 gramos	3%
Vinagre	80 gramos	8%

Figura 39. Procedimiento para preparación de fermento biológico.

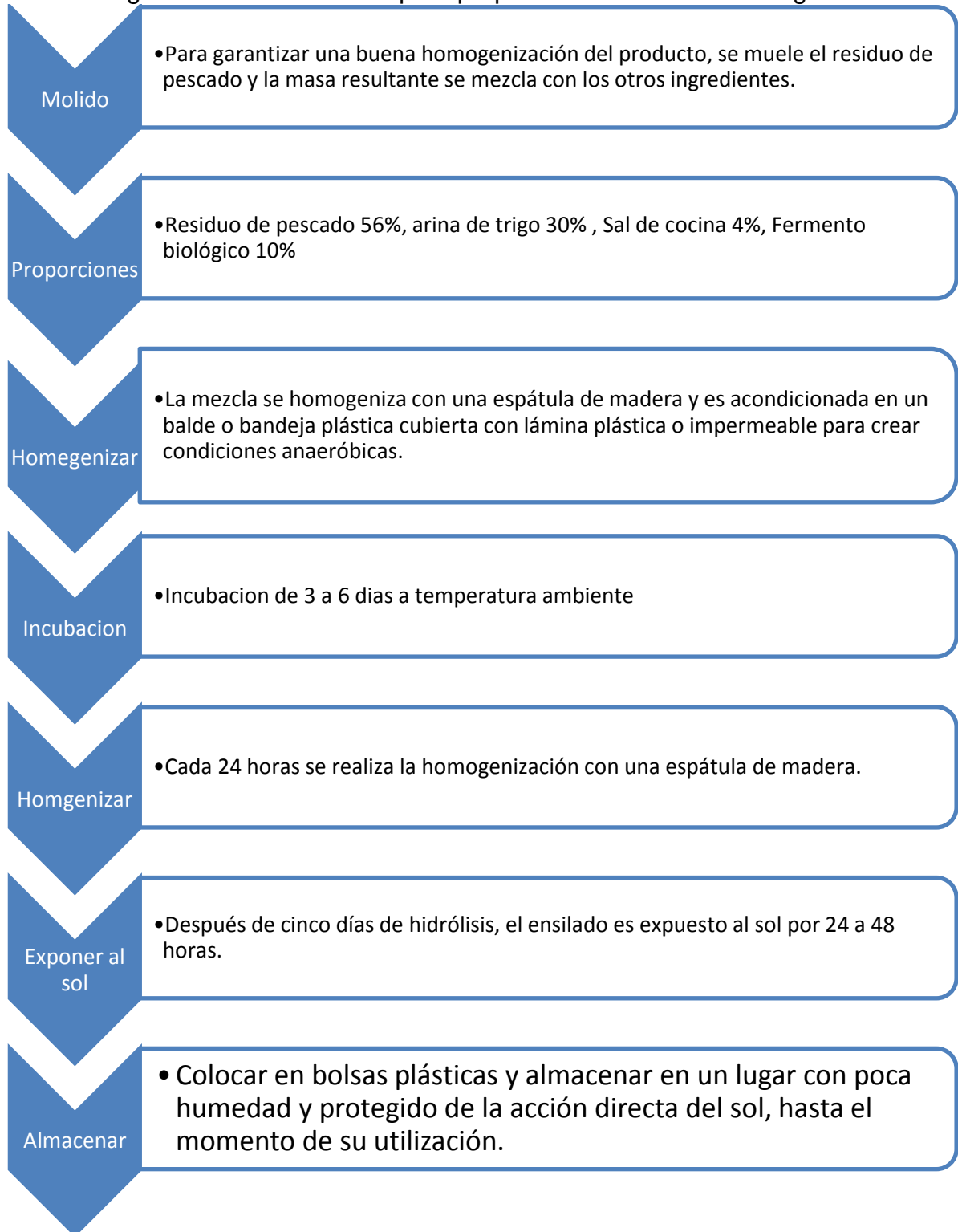


Fuente: elaboración propia

Para ampliar las posibilidades de la producción del ensilado, se puede hacer variar los componentes de la formulación del fermento, utilizándose col, almidón de yuca, harina de trigo, piña y jugo de limón, para sustituir el vinagre (Lessi et al., 1992).

Obtención del ensilado biológico: (VOL, 1996)

Figura 40. Procedimiento para preparación de ensilado biológico.



2.9 ESTRATEGIA No. 9: MANEJO DE EFLUENTE

Problemática: Tratamiento del agua luego del proceso productivo

Objetivos: Establecer un manejo integral de los residuos líquidos del proceso productivo para su aprovechamiento y evitar o minimizar los impactos al medio ambiente.

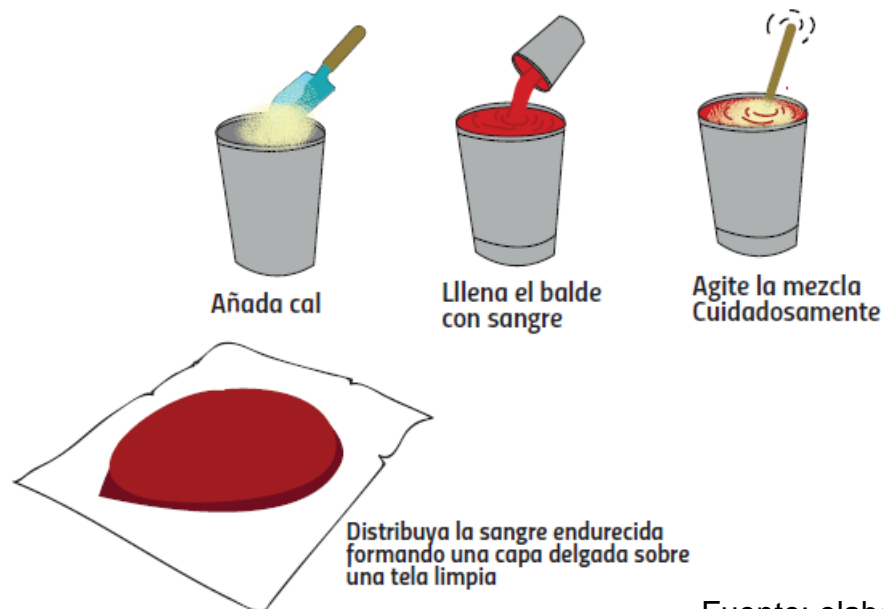
Acciones:

1. PROCESADO DE SANGRE FRESCA

Para procesar la sangre de forma simple y rápida, proceda como se describe a continuación.

- a) Coloque cal fina en polvo en el fondo de un cubo de recogida de sangre. Es preferible utilizar un gramo de cal por cada cien gramos de sangre. También puede utilizar cal inerte en una proporción de 3 por ciento. Se acepta que 1 litro de sangre pesa 1 kg.
- b) Llene el cubo con sangre.
- c) Remueva bien hasta que la sangre se endurezca formando una masa negra parecida a la goma.
- d) Distribuya la sangre endurecida formando una capa fina sobre una superficie limpia, en un lugar soleado. Puede utilizar sacos, esteras o una plataforma. También puede utilizar un secador solar.

Figura 41. Pasos para procesamiento de sangre.



Fuente: elaboración propia

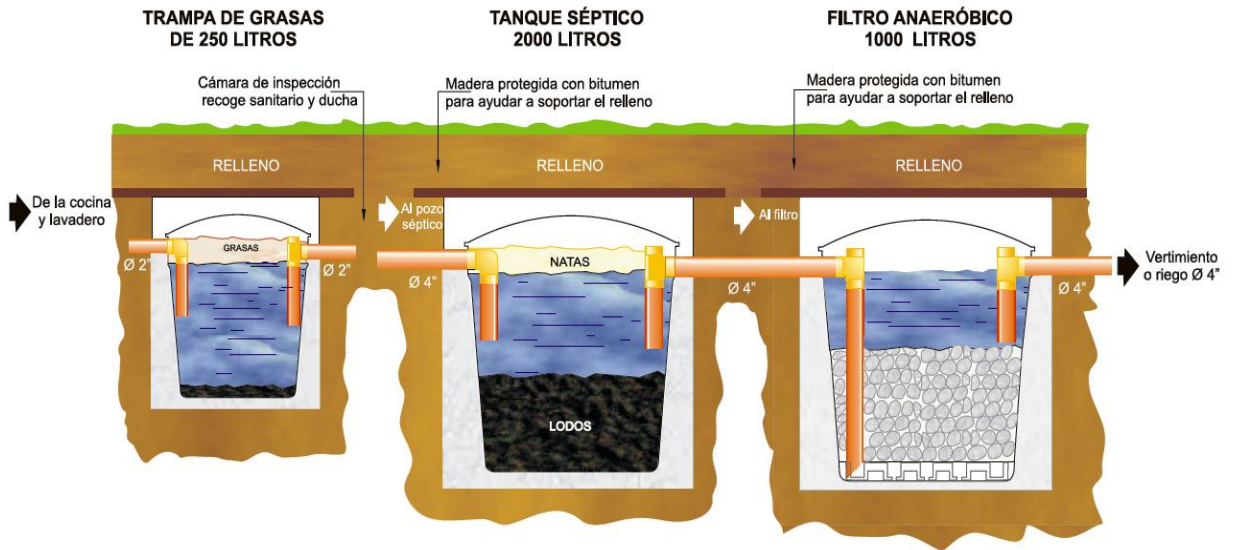
Nota: la sangre tratada con cal no se pega ni descompone. No atrae a las moscas. Su valor alimenticio se ve aumentado por el calcio adicional que contiene.

2. SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA EFLUENTE DE SALA DE EVISCERADO

El sistema de tratamiento para el efluente de la sala de eviscerado consiste en una serie de módulos que desarrollan diferentes procesos que incluyen el siguiente orden: un filtrado de grasas y aceites mediante una trampa de grasas; la separación de sólidos de la parte líquida, digestión limitada de la materia orgánica mediante un tanque séptico; y finalmente un tratamiento mediante un filtro anaeróbico para descomponer gran parte de la materia orgánica que no se descompuso en el proceso anterior. Se recomienda este sistema solo para efluentes del procesos de eviscerado, teniendo en cuenta hacer filtración inicial de las partículas grandes para q no caigan al sistema.

Se determino mediante visitas a las unidades productivas que para el proceso de eviscerado se utiliza un caudal entre 0.5 L/s a 0.6 L/s, este diseño estará fundamentado para ese rango de caudal.

Figura 42. Sistema de tratamiento por módulos.



Fuente: SKINCO (2013)

TRAMPA DE GRASAS

Es un tanque instalado aguas arriba del tanque séptico, provisto de unas perforaciones de entrada y de salida conectadas a dos pequeños tubos sumergidos en su interior. Su objeto es impedir que las aguas con alto contenido de grasas, lleguen a etapas posteriores del tratamiento obstruyendo las tuberías y el terreno e interfirieren en la descomposición biológica requerida. Lo anterior se logra gracias a que la densidad de éstas sustancias es menor que la del líquido clarificado y al llegar a la trampa de grasa, terminan flotando y siendo retenidas (SKINCO, 2013).

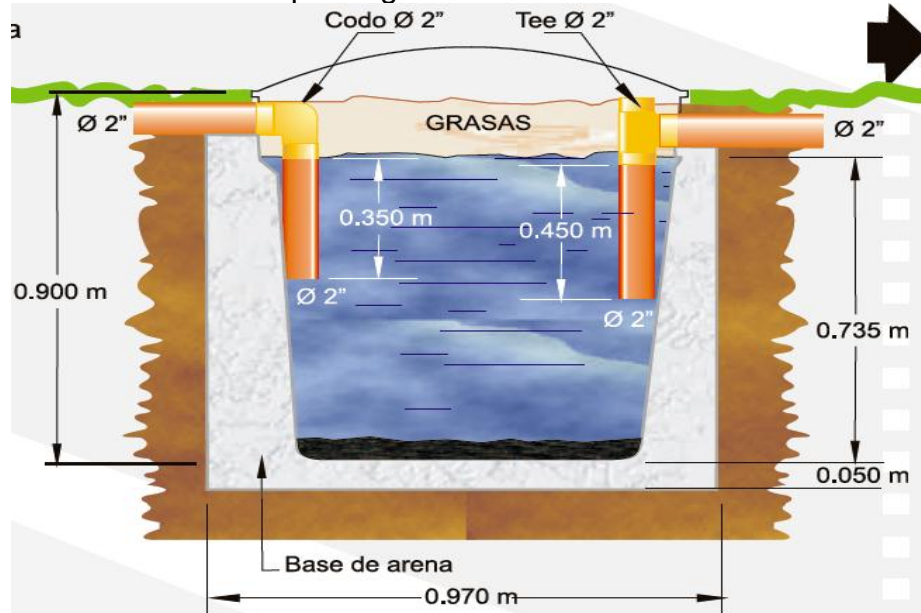
Tabla 8. Componentes de la Trampa de Grasa

Descripción	Cantidad
Tanque de Polietileno de 250 L	1
Codo de 2" para la entrada	1
Te de 2" para la salida	1
Tubo de 0.35m (entrada)	1
Tubo de 0.45m (salida)	1
Tapa	1

Características del modulo:

- Capacidad: 250 L
- Peso: 8,5 Kg
- Altura total con tapa: 99 cm
- Diámetro superior: 76 cm
- Diámetro inferior: 56cm

Figura 43. Dimensiones trampa de grasas.



Fuente: SKINCO (2013)

Instalación de la Trampa de Grasa

Se hace una excavación en un sitio de fácil acceso, teniendo en cuenta la posición de los orificios de entrada (más alto) y salida (más bajo del tanque).

Sobre el fondo de la misma, se debe vaciar una cama de arena o material de excavación limpio y libre de piedras angulares, de aproximadamente 5 cm nivelada y compactada sobre la cual se apoyará el tanque. Se procede a realizar

las conexiones entre los accesorios de PVC. Para equilibrar presiones, debe llenarse el tanque con agua hasta el nivel inferior de la tubería de salida y luego entre el espacio comprendido por las paredes del tanque y las paredes de la excavación, se dispondrán sucesivamente capas de arena compactadas una a una con pisón (SKINCO, 2013).

TANQUE SEPTICO

Es un tanque enterrado, diseñado para proveer un pretratamiento a las aguas efluentes. En dicho tanque, gracias a unas bajas velocidades de flujo, un tiempo de retención y a su gran volumen, se realizan los siguientes procesos:

- Separar los sólidos de la parte líquida: actuando como un sedimentador, las partes más pesadas se precipitan como lodo al fondo del Tanque y la grasa y partículas con menor densidad que el agua ascienden a la superficie, formando una capa de nata. Algunas partículas, de tamaño coloidal, quedarán suspendidas en el líquido clarificado.
- Lograr una digestión limitada de la materia orgánica: El ambiente al interior del tanque, pobre en oxígeno, es apropiado para la proliferación y sustento de bacterias anaeróbicas que se alimentan de la materia orgánica contenida en el agua residual. Durante su proceso de digestión, se producirán, además de lodos y agua, gases que ascenderán constantemente en forma de burbujas a la superficie las cuales arrastrarán y sembrarán el líquido que entra, con más bacterias que darán además comienzo a un nuevo ciclo de tratamiento.

El gas generado que posee mal olor saldrá por las tuberías ubicadas aguas abajo. El codo instalado en la tubería de entrada y la te instalada en la tubería de salida, impedirán el retorno de gases y olores (SKINCO, 2013).

Tabla 9. Componentes del Tanque Séptico

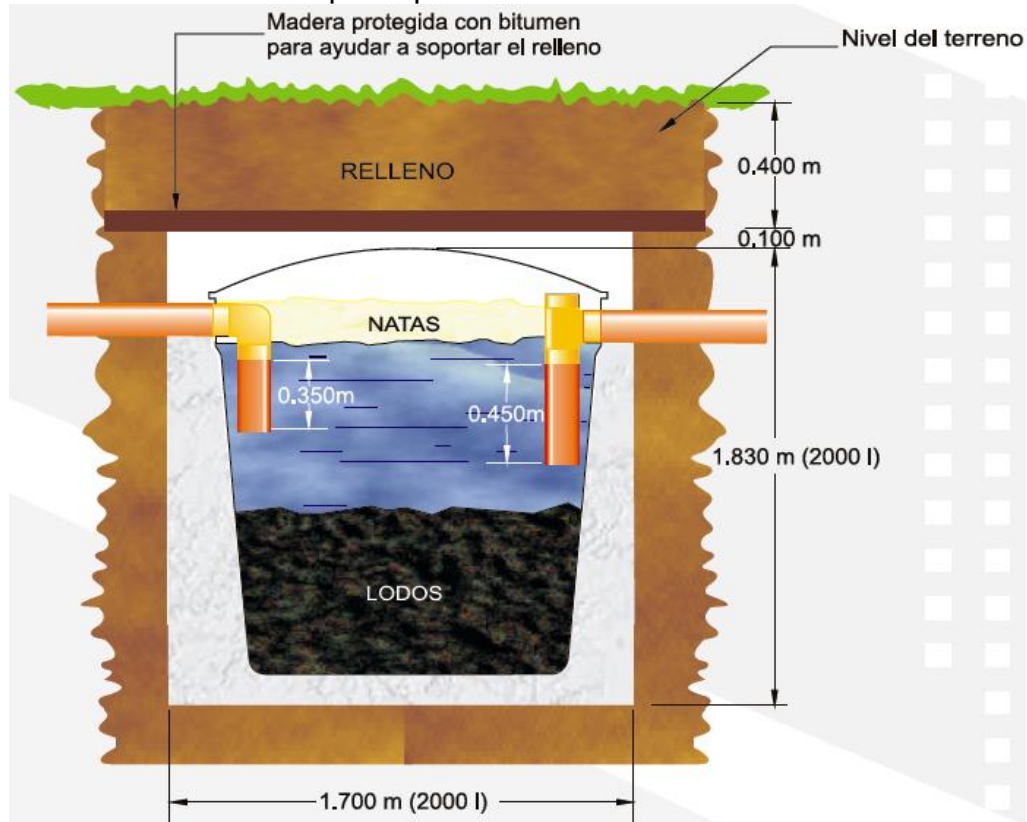
Descripción	Cantidad
Tanque de Polietileno de 2000 litros	2
Tapa	2
Codo de 4" para la entrada	2
Te de 4" para la salida	2
Tubo de 4" (entrada)	2
Tubo de 4" (salida)	2

Fuente: elaboración propia

Características del modulo:

- Capacidad: 2000 L
- Peso: 39 Kg
- Altura total con tapa: 174 cm
- Diámetro superior: 155 cm
- Diámetro inferior: 117 cm

Figura 44. Dimensiones tanque séptico.



Fuente: SKINCO (2013)

Instalación del Tanque Séptico

Deben tenerse en cuenta las mismas recomendaciones dadas para la instalación de la Trampa de Grasa. Adicionalmente, cuando el tanque sea llenado con agua, deberán vaciarse de 3 a 5 baldes de estiércol de caballo o bacterias biodigestoras con el fin de inocular las bacterias. Sobre una escala de la excavación se instalarán los tabloncillos inmunizados por ejemplo con asfalto y encima de éstos se completa el relleno hasta enrasar con la superficie. Es importante dejar marcada y protegida la zona para evitar el paso de animales y vehículos por encima, además para facilitar su ubicación durante los mantenimientos (SKINCO, 2013).

FILTRO ANAEROBIO

Su objetivo es refinar el proceso de pretratamiento brindado al agua residual durante su estadía en el tanque séptico.

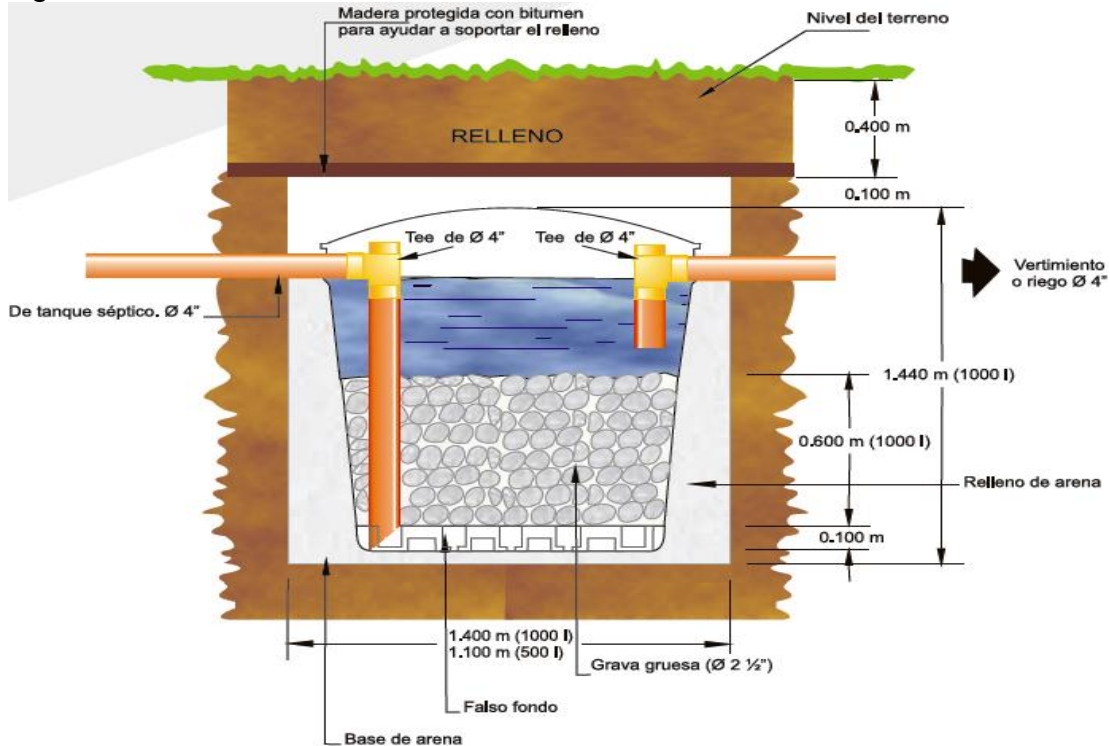
Lo anterior se logra mediante una mayor exposición de las aguas residuales a la acción de las bacterias anaeróbicas, en la medida que el medio filtrante dispuesto al interior del tanque ofrece toda su superficie para que las bacterias se adhieran a éste y formen una película de biomasa que atraparé y descompondrá la materia orgánica que no alcanzó a ser tratada previamente (SKINCO, 2013).

Tabla 10. Componentes del Filtro Anaeróbico

Descripción	Cantidad
Tanque de Polietileno de 2000 litros	2
Tapa	2
Codo de 4" para la entrada	2
Te de 4" para la salida	2
Tubo (entrada) de 4"	2
Tubo (salida) de 4"	2
Falso fondo	2

Fuente: elaboración propia

Figura 45. Dimensiones del filtro anaerobio.



Fuente: SKINCO (2013)

Instalación del Filtro Anaeróbico

Antes de vaciar el medio filtrante, se colocará apropiadamente el falso fondo, un disco plástico con perforaciones, en la parte inferior del tanque.

Posteriormente, se debe tomar el tubo de 4" de diámetro y realizar un corte en diagonal, el cual se introduce en la perforación del falso fondo con el mismo diámetro.

Una vez instalados todos los accesorios de PVC (codos, tees y tubos) se procede a vaciar el medio filtrante hasta la altura indicada (1m medidos a partir del falso fondo).

El medio filtrante, puede fabricarse con cualquiera de los siguientes materiales:

- Grava gruesa de 2 1/2"
- Cañutos de guadua de 7.5 a 10cm de diámetro y de 10 a 15cm de longitud.
- Tubos de polietileno de 2" a 3" de diámetro y de 10cm de longitud.
- Recortes de llanta picados en trozos de 5cm x 5cm (SKINCO, 2013).

Distribución del sistema de tanques:

Se propone un sistema en paralelo de dos líneas, que aunque no se acomoda completamente a las recomendaciones de la norma, es una alternativa viable teniendo en cuenta el espacio disponible en las unidades productivas y su bajo costo.

Figura 46. Sistema en paralelo después de la trampa de grasas.



Fuente: Elaboración propia

2.10 ESTRATEGIA No. 10: MANEJO DE ENFERMEDADES

Problemática: *Presencia de Saprolegniasis (hongo)*

Problemática: *Enfermedad del punto blanco (protozooario Ichthyophthirius multifiliis)*

Objetivos: *Conocer los procedimientos específicos para la prevención y el tratamiento de enfermedades en los peces.*

Acciones:

1. RECOMENDACIONES DE LOS PRODUCTORES:

- ① Uso de polisombra
- ② Medición constante de la temperatura del agua
- ③ Baños en sal marina
- ④ Baños en sal viva

2. IDENTIFICACIÓN DE LA PRESENCIA DE ENFERMEDAD EN EL PEZ

El conocimiento de la conducta y la anatomía externa normal del pez, permiten identificar la presencia de enfermedades en los recintos acuáticos, cuando se presentan anomalías (Tabla 5).

En la producción de peces la rápida identificación en los estanques de la presencia de enfermedades permitirá al piscicultor tomar medidas apropiadas para prevenir la propagación del agente patógeno en las instalaciones, como así también, realizar ajustes en el manejo en caso de enfermedades de origen no infeccioso (FAO, 2011).

Tabla 11. Diferencias en el comportamiento y la apariencia física externa de un pez sano y de un enfermo.

Aspecto a considerar	Pez sano	Pez enfermo
1. Natación	Normal (característico de cada especie)	Irregular, errático, puede ser dando giros, con hundimiento de costado en la superficie.
2. Consumo de alimento	Voracidad característica de la especie. Sea en superficie o en fondo, con actividad estimulada en los horarios de rutina de alimentación.	No consume alimento o queda volumen importante de alimento no consumidos.
3. Reacción de fuga	Responde a los ruidos y estímulos	No responde a los ruidos al acercarnos al estanques
4. Coloración	Pigmentación definida de acuerdo con la especie	Colores claros en caso de anemias, falta de oxígeno y oscurecimiento en algunas enfermedades infecciosas.

**PLAN DE MANEJO BASADO EN PML PARA SISTEMAS PRODUCTIVOS
PISCICOLAS – PILOTO: APROPECA**

5. Piel	Suave, sin descamación ni hematomas, con secreción de mucus.	Descamaciones evidentes; úlceras o hematomas con hipersecreción mucus.
6. Ojos	Brillantes con cornea transparente	Opacos
7. Branquias	Con una coloración rojo brillante y con lamelas completas	Coloración anormal (Rosa Pálidas, Cianótica, Hemorrágicas, etc.), con lamelas discontinuas (“deshilachadas”) con lesiones, o con presencia evidente de parásitos
8. Aletas	Integras, sin hemorragias subcutáneas, ni presencia de parásitos	Con heridas y/o lesiones aparentes, con presencia de parásitos Adheridos
9. Ano y papilas genitales	No deben presentar hemorragias ni estar congestionadas	Salientes con signos de hemorragias

Fuente: FAO, 2011

3. CARACTERISTICAS DE LAS ENFERMEDADES

Enfermedad del punto blanco:

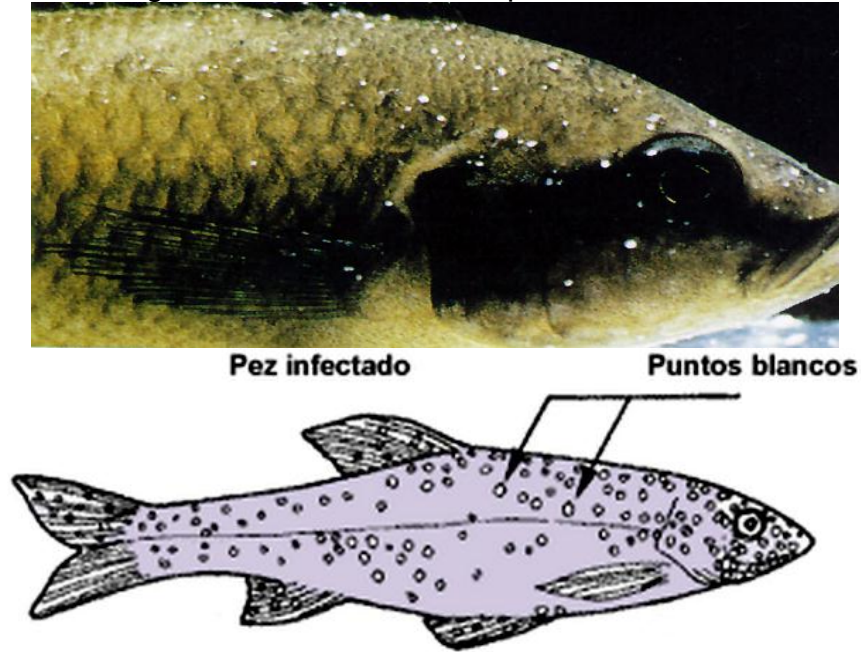
El protozoo *Ichthyophthirius multifiliis* es responsable de la enfermedad denominada punto blanco en la mayoría de las especies de peces de agua dulce (Figura 39).

Cuadro clínico (Síntomas)

Los peces afectados se frotan contra el fondo u otros objetos, saltan o se deslizan sobre la superficie del agua. Dicha conducta es debida a la irritación que produce los trofozoitos maduros al digerir los tejidos cutáneos para salir al exterior y cumplir su ciclo de vida. En una parasitosis masiva se producirán grandes lesiones que puede exponer al animal a infecciones como así también a alteraciones en la osmorregulación.

Los peces con severa afección branquial suelen tener dificultades respiratorias, signo que puede manifestarse porque nadan en la superficie o porque respiran por una sola agalla. Otro signo que puede ser tenido en cuenta es la “exoftalmia”, es decir, la protrusión del globo ocular por fuera de la órbita. Esto parece ser debido a la afección de los tejidos periorbitarios y de la musculatura ocular (FAO, 2011).

Figura 47. Enfermedad del punto blanco.



Fuente: FAO, 2011

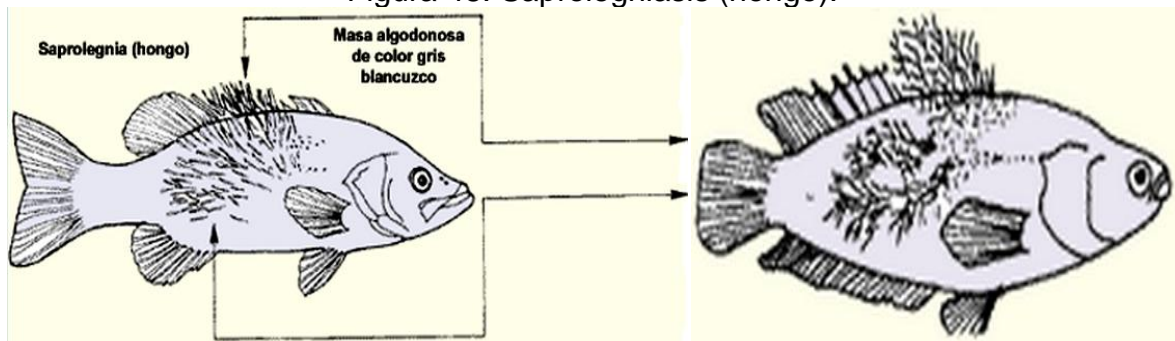
Saprolegniasis:

Es el más importante de los agentes fúngicos que ataca a los peces de agua dulce, normalmente actúa como un patógeno secundario de los peces enfermos o que estén inmunodeprimidos por la presencia de otras afecciones o por desnutrición.

Los factores que determinan la aparición y el mantenimiento de alta carga fúngica en el agua son: La presencia de una gran cantidad de materia orgánica en el agua, densidades altas de peces, animales muertos o huevos de peces en descomposición. Además, a temperaturas bajas suele ser más frecuente su aparición, debido a que la capacidad de respuestas inmunológica de los peces a las infecciones es disminuida.

Las infecciones de frezas (huevos de peces) en periodo de incubación son muy frecuentes invadiendo los huevos muertos y extendiéndose hasta asfixiar y matar a los huevos adyacentes (FAO, 2011).

Figura 48. Saprolegniasis (hongo).



Cuadro clínico (síntomas)

Presenta síntomas externos visibles, sean placas o copos algodonosos de hongos. El pez infectado se aparta y nada aislado por los rincones del estanque o cerca de la superficie respirando lentamente, se frota contra sustratos duros. Su apetito está muy disminuido.

Esta enfermedad puede invadir cualquier pequeña herida en los peces y ocurren con facilidad después de la manipulación en trabajos de rutina. También en algunas ocasiones se observan laceraciones y desgarramiento de aletas, infectan las zonas ulceradas producidas por la presencia de otras enfermedades como la furunculosis (lesiones cutáneas causadas por bacterias).

Tabla 12. Localización en las diferentes partes del cuerpo de los peces.

Parasito	Piel del cuerpo	Aletas	Agallas	Boca	Huevos
Punto blanco Ichthyophthirius	Frecuente	Frecuente	Frecuente		
Hongo Saprolegnia	Frecuente	Frecuente	Ocasional	Ocasional	Frecuente

Fuente: FAO, 2011

4. MEDIDAS PREVENTIVAS

En general la prioridad debe ser la prevención de enfermedades, más que pensar en su tratamiento. En la producción de peces, se recomienda realizar medidas preventivas para evitar la entrada del parásito en la finca. Una vez instalada la enfermedad en los estanques de producción, se torna muy difícil su eliminación, obligando al productor a tomar medidas extremas para su logro.

Las medidas básicas de prevención son:

- (a) Cuidar la calidad del agua en que viven los peces, intentando mantener rangos de pH y temperatura óptimos para las especies, así como un suministro suficiente y libre de contaminación, con un nivel adecuado de concentración de oxígeno disuelto.
- (b) Observar rutinariamente los peces, para identificar enfermedades (Rivarola, 2011).
- (c) Mantenga el ambiente del estanque en buenas condiciones: impida la sedimentación, controle las plantas, cambie el agua cuando sea preciso y desinfecte el estanque con regularidad.
- (d) Mantenga los peces en buenas condiciones: limite la densidad de población. Mantenga los diferentes tamaños o sexos separados, si es necesario, para que no se peleen. Asegure un buen suministro de alimentos.

**PLAN DE MANEJO BASADO EN PML PARA SISTEMAS PRODUCTIVOS
PISCICOLAS – PILOTO: APROPESCA**

- (e) Impida la entrada de peces silvestres utilizando filtros y pantallas y erradíquelos regularmente de canales y estanques; desinfecte todas las poblaciones piscícolas importadas, ya sea en forma de huevos, juveniles o adultos.
- (f) Para una incubadora o cría de pequeños alevines es más seguro utilizar agua procedente de un manantial o de un pozo, libre de organismos patógenos.
- (g) Si detecta una enfermedad en la granja, retire los peces muertos o moribundos de los estanques tan rápidamente como sea posible, al menos una vez al día y no moleste ni cause estrés excesivo a los peces restantes.
- (h) Entierre los peces enfermos con cal viva lejos de los estanques; trate con cuidado los estanques infectados y desinfecte todo el equipo que haya podido entrar en contacto con dichos estanques (Coche, 1981).

5. BAÑOS EN SOLUCIÓN DE SAL MARINA

La sal marina es un producto normalmente económico y fácil de obtener. En solución, no sólo mata varios organismos que producen enfermedades sino que también puede tener muy buenos efectos en los peces al estimular su apetito y promover la secreción de mucinas, mejorando su nivel de resistencia a la manipulación. (Niveles excesivos de sal pueden causar tensiones a los peces, dependiendo de la especie).

En la tabla 7 se especifican los tratamientos según sea el caso para una acción preventiva o curativa de enfermedades, para las unidades productivas de la asociación piscícola APROPESCA, que fueron determinadas mediante cálculos experimentales tomando como piloto la estación piscícola La Playa. Se encuentra la concentración de sal (en gramos por litro) a utilizar, el tiempo de administración (en minutos) y la frecuencia de desarrollo del tratamiento (Rivarola, 2011).

Tabla 13. Características de aplicación de baños en sal marina.

Tipo de aplicación	Concentración g/L	Tiempo de administración	Repeticiones
Preventiva	6 - 10 g/L	60 minutos	un día a la semana
Curativa	12 -20 g/L	30 minutos	por cuatro días seguidos

Fuente: elaboración propia

Recomendaciones antes de iniciar tratamiento alguno:

- ✓ Asegúrese de haber identificado con precisión la enfermedad responsable.
- ✓ Compruebe la calidad del agua, en particular niveles de temperatura, oxígeno disuelto, pH y la alcalinidad total, los parámetros que usted pueda medir o visualizar.
- ✓ Aumente el flujo de agua, si es necesario.
- ✓ Seleccione el tratamiento más adecuado (preventivo o curativo).
- ✓ Determine cuidadosamente la cantidad total de sal necesaria para el tratamiento. Compruebe todos sus cálculos dos veces, preferiblemente con la ayuda de otra persona.
- ✓ Compruebe la condición de las agallas de los peces a tratar. Si tuvieran una capa excesiva de mucinas y/o estuvieran deformadas o muy juntas, el pez podría ser más sensible a bajos niveles de oxígeno.
- ✓ Siempre que sea posible, deje de alimentar a los peces enfermos durante al menos 24 horas antes de su tratamiento.
- ✓ Haga una prueba con una pequeña cantidad de peces, utilizando exactamente el mismo procedimiento del tratamiento previsto. Observe detenidamente los efectos inmediatos y posteriores. De ser necesario, modifique el tratamiento de acuerdo con las observaciones (Rivarola, 2011).

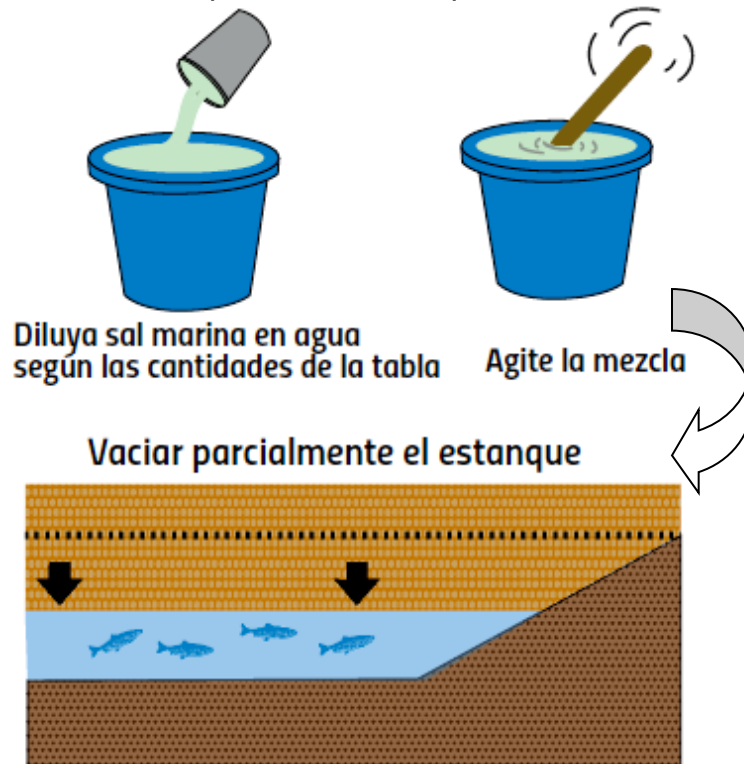
Recomendaciones durante el tratamiento:

- La temperatura del agua es lo más baja posible. Comience el tratamiento temprano por la mañana (siempre que el oxígeno disuelto sea suficiente) o bien avanzada la tarde.
- Diluya la sal antes de su utilización de acuerdo con el tipo de tratamiento a seguir. Aplíquelo por toda la superficie del agua.
- Los peces tratados se mantienen bajo estrecha vigilancia. A la primera señal de que haya problemas, por ejemplo salen a la superficie del agua, abren la boca para respirar o nadan en forma errática, detenga el tratamiento inmediatamente y administre un buen suministro de agua limpia y bien aireada (Rivarola, 2011).

Tipos de tratamiento:

Tratamiento por baño (recomendado): se suministra al estanque una solución con una concentración específica durante un período de tiempo considerado (Rivarola, 2011).

Figura 49. Procedimiento para tratamiento por baño con sal marina.



Fuente: elaboración propia

Proceda como sigue (Figura 41):

- (a) Diluya en un contenedor de plástico la cantidad de producto requerido de acuerdo al volumen de agua que debe tratar (tabla 7).
- (b) Reduzca el nivel de agua del estanque entre un tercio y la mitad.
- (c) Distribuya el producto previamente preparado, sobre toda la superficie. Si fuera necesario, mezcle el agua con una escoba limpia o un agitador para dispersar el producto uniformemente en todo el volumen de agua.
- (d) Realice el tratamiento durante el período correspondiente.

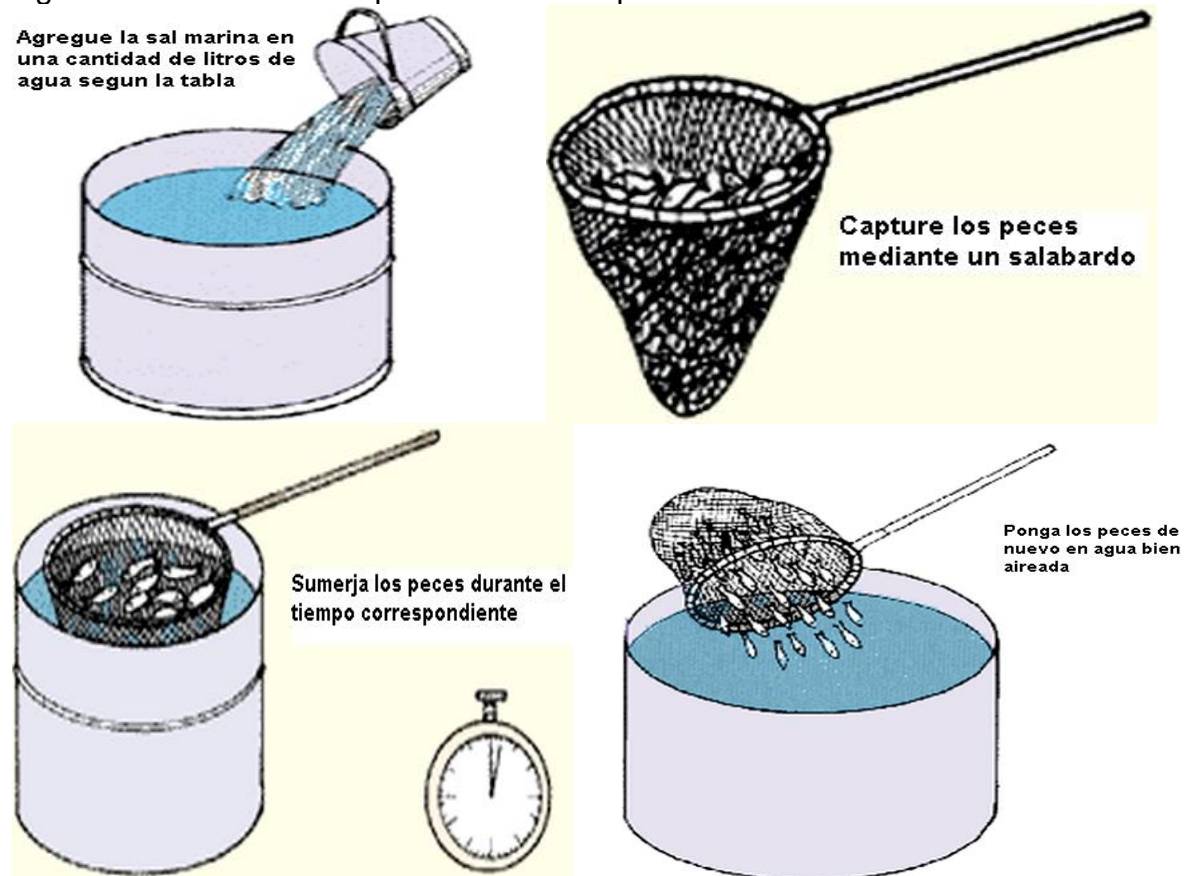
(e) Posteriormente, restablezca el flujo de agua y vuelva a llevarla a su nivel normal. Si fuera necesario, vuelva a desaguar y rellene.

Tratamiento por inmersión: los peces se mantienen dentro de una solución con una concentración específica durante un período de tiempo considerado.

Proceda como sigue (Figura 42):

- i. Prepare la solución en un recipiente adecuado (Tabla 7).
- ii. Coloque el pez o lote de peces en un salabardo.
- iii. Sumerja los peces en la solución durante el período de tiempo correspondiente.
- iv. Inmediatamente después del tratamiento, vuelva a poner los peces en agua bien aireada (Rivarola, 2011).

Figura 50. Procedimiento para tratamiento por inmersión con sal marina.



Fuente: Rivarola, 2011

Recomendaciones una vez concluido el tratamiento:

- ✓ Al día siguiente, verifique la existencia de parásitos externos en una muestra de peces. Anote sus observaciones cuidadosamente.

- ✓ Continúe observando los peces durante 24 horas. Observe y anote posibles efectos derivados del tratamiento.
- ✓ Repita el tratamiento sólo si es absolutamente necesario y no antes de que hayan transcurrido dos o tres días desde el tratamiento anterior.

6. ELIMINACIÓN DE LA ENFERMEDAD DE UN ESTANQUE

Los pasos a seguir para la eliminación de la enfermedad de un estanque, evitando así contagios en otros:

- i. Sacrificio de todo el plantel infectado. Usar incineración en áreas alejadas de la zona de producción.
- ii. Drenado total del estanque.
- iii. Exposición del fondo del estanque al sol, aplicando cal viva a razón de al menos 500 kg/Ha por al menos 2 semanas.
- iv. Introducir agua cubriendo el fondo y drenar nuevamente para desalojar los residuos de cal.
- v. Llenar nuevamente el estanque con agua nueva y sembrar sólo si no se ha detectado la enfermedad en otros estanques de la granja.
- vi. Realizar un seguimiento de la siguiente producción en dicho estanque para identificar posibles rebrotes (Rivarola, 2011).

2.11 ESTRATEGIA No. 11: MANEJO DE DEPREDADORES

Problemática: *Mortalidad por rata de agua u otro roedor*

Objetivo: Controlar la proliferación de plagas que afecten los insumos, las materias primas y los productos del proceso productivo con el fin de no afectar la economía de la unidad, y preservar la salud y el bienestar de las personas.

Acciones:

1. RECOMENDACIONES DE LOS PRODUCTORES:

- ① Instalación de mallas
- ② Instalación de cerca eléctrica

2. CONTROL DE ROEDORES

- Se construirá un corredor de por lo menos 50 cm de ancho alrededor de las instalaciones de riesgo, de modo que no haya vegetación y suciedad.
- Se cerrarán todas las aberturas de la infraestructura (puertas, ventanas, compuertas, ductos de ventilación, etc.) hacia el exterior, con malla y/o cedazo plástico o metálico
- Se instalarán láminas de metal o de hule en la parte de abajo de todas las puertas que dan al exterior de la bodega.
- Se mantendrá el orden dentro y fuera de las instalaciones, todo el tiempo.
- Se dejará un espacio de 15 cm de ancho, entre paredes y filas de productos.
- Mantener recipientes de materias alimentos y otros productos cerrados.
- Barrer las bodegas de forma periódica
- Tener buena iluminación
- Hacer rotación de materiales almacenados en la bodega, los cuales incluyen sacos, mallas, redes, alimentos, entre otros.
- Tapar todos los basureros
- Colocar basureros sobre piso de concreto y en lugares con drenaje
- Eliminar las esquinas oscuras
- Eliminar paredes y techos falsos
- Eliminar todo el equipo y tuberías que no se usen.
- Eliminar acumulaciones de basura y/o materiales
- Se deberá revisar periódicamente que no hallan huecos en paredes y piso donde los roedores puedan hacer madrigueras
- Se mantendrá un ambiente limpio de basuras en las afueras de las bodegas para evitar formar criaderos (Coche, 1981).

- Periódicamente se hará una desinfección del suelo utilizando cloro granulado. Esta labor se hará solo cuando las bodegas estén vacías.

3. PROTECCIÓN CONTRA LOS PÁJAROS

Son muchos los pájaros que comen peces, por ejemplo el Martín pescador, las garzas, las águilas pescadoras. En los estanques someros y en los sitios donde se concentran los peces, los daños y las pérdidas causados pueden ser considerables.

Figura 51. Algunas de las aves que afectan la piscicultura.

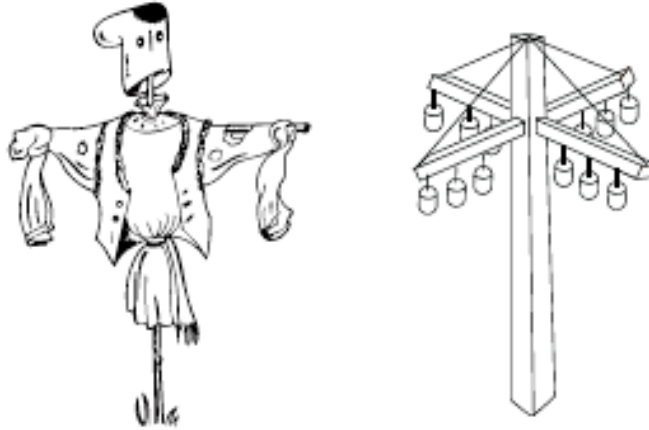


Fuente: internet

Existen varios modos de proteger áreas especialmente vulnerables de la granja, tales como los estanques de reproductores, alevinaje, reproducción y almacenamiento. Los métodos que se usan más frecuentemente son Coche, (1981):

- Dispositivos destinados a asustar a los pájaros colocados cerca o dentro de los estanques, tales como espantapájaros, conjuntos de cañas de bambú, de latas vacías, trozos de espejo colgados de una cuerda o banderas (Figura 44).

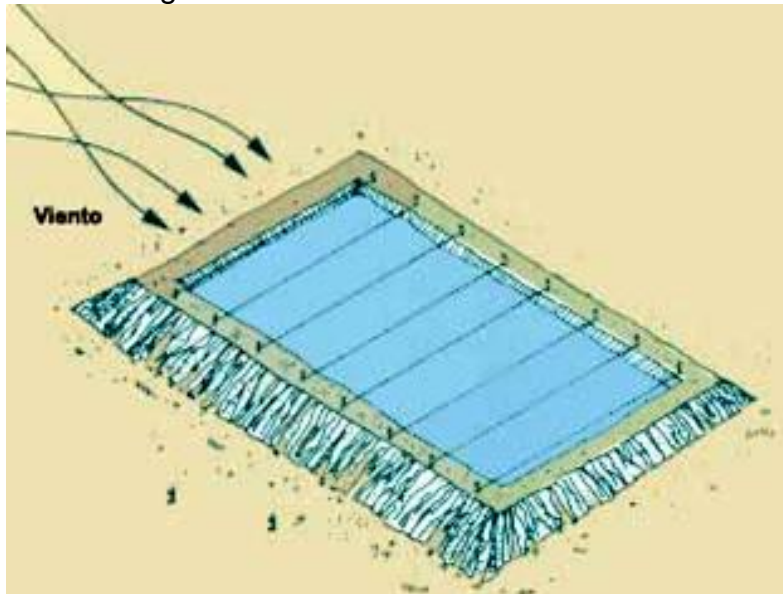
Figura 52. Espantapájaros de paja o de latas vacías colocado sobre el agua.



Fuente: internet

- Alambres delgados o cuerdas tendidas a través del estanque, perpendiculares a los vientos dominantes, para impedir que los pájaros se posen sobre el estanque, que vuelen a ras del agua o se zambullan. En estanques pequeños, los alambres o cuerdas deben estar separados por una distancia de 50 a 70 cm, en los más grandes, de 8 a 15 m; sujete bandas de color a los alambres (Figura 45).
- Cercado de las partes menos profundas del estanque o tendido de alambre fino a unos 50 cm sobre el nivel del agua y a 50 cm del borde del estanque, para impedir que los pájaros chapoteen en el agua.
- Recubrir los estanques con redes (Coche, 1981).

Figura 53. Alambres o cuerdas tendidos sobre el estanque



Fuente: Coche, 1981

2.12 ESTRATEGIA No. 12: MORTALIDAD DE ALEVINOS

Problemática: *Mortalidad de alevinos debido al invierno*

Objetivo: Buscar acciones preventivas para evitar la mortalidad de los peces a causa del invierno.

Acciones:

1. RECOMENDACIONES DE LOS PRODUCTORES:

- ① Alarmas
- ② Baños con sal
- ③ Siembras de peces de tamaño máximo 5,6 gramos
- ④ Recambios de agua constante
- ⑤ Taponamiento parcial de la tubería de entrada de agua

2. PROTEGER LOS ESTANQUES DE ALEVINAJE DEL VIENTO

Cuando un viento fuerte sopla sobre los estanques de peces, su efecto sobre el ambiente se manifiesta de varias maneras:

- (a) Aumenta la evaporación en la superficie del estanque, especialmente si se trata de un viento seco, provocando una gran pérdida de agua.
- (b) Crea movimientos en el agua y la mantiene en circulación, empujando las corrientes de superficie hacia el dique que enfrenta el viento y haciendo que afloren corrientes más profundas en la dirección opuesta. Tales corrientes contribuyen a la transferencia de calor y de oxígeno disuelto desde la superficie hacia las aguas más profundas.
- (c) Puede generar olas que aceleran considerablemente la oxigenación del agua superficial, aunque la acción de las olas sobre el dique contrario al viento puede ser dañosa y acelerar la erosión.
- (d) Si los vientos son fríos pueden demorar el calentamiento de los pequeños estanques destinados a la reproducción y la cría de alevines.

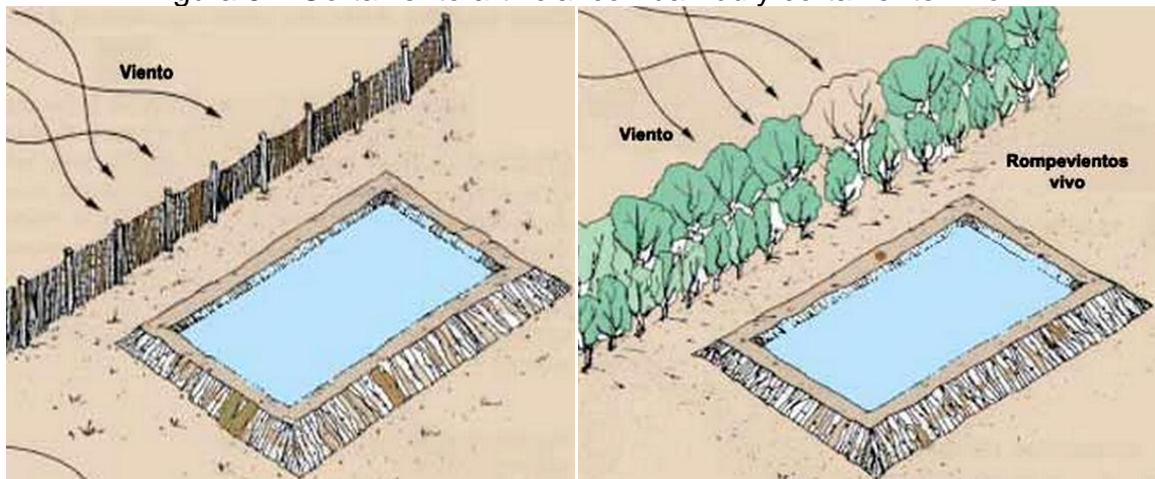
A pesar de que el viento supone ventajas bien definidas para la piscicultura, sobre todo porque mantiene el agua mezclada y oxigenada, existen algunas situaciones particulares en las cuales es necesario proteger al menos una parte del estanque:

- I. Para calentar al comienzo de la estación los pequeños estanques de reproducción y cría cuando prevalecen vientos fríos; y
- II. Para reducir la velocidad del viento y el tamaño de las olas que se generan en los estanques grandes, para controlar mejor la erosión (Coche, 1981).

Corta viento artificial

Un modo fácil de proteger algo contra el viento es construir una pantalla sencilla, utilizando por ejemplo tela, plástico, o un tejido de tiras de bambú estirado entre postes de madera. La pantalla presenta la ventaja de que se instala fácilmente cuando y donde se necesita. De todos modos, ofrece protección a un área muy limitada, quizás a una distancia equivalente a tres o cuatro veces su altura, dependiendo de las condiciones.

Figura 54. Cortaviento artificial con bambú y cortaviento vivo.



Fuente: Coche, 1981

Corta viento vivo

Si se requiere una protección permanente que abarque una superficie mayor, en general es mejor implantar un seto vivo cortaviento, hecho de vegetación perenne y diseñado para reducir la velocidad del viento justo por encima de la superficie del suelo. Se debe prestar atención a los siguientes puntos:

- Utilización de árboles altos, árboles pequeños, arbustos o hierbas altas.
- El cortaviento se planta a una distancia de al menos 3 m de la línea media de los diques del estanque e incluso más lejos si los árboles pueden desarrollar largas raíces horizontales.
- Se planta al menos una hilera continua de árboles altos. Si es necesario, se agrega una o más hileras de árboles más pequeños, arbustos o eventualmente hierbas altas para completar la barrera semipermeable en su parte inferior.
- El área protegida se extiende un poco delante del cortaviento, pero sobre todo detrás de él y la velocidad del viento se reduce en proporción a la altura máxima (H en metros) de la pantalla (Coche, 1981).

2.13 **ESTRATEGIA No. 13: MANEJO DEL PROCESO**

Problemática: *Manejo inadecuado del proceso productivo*

Objetivo: Formular una serie de recomendaciones para generar mayor sentido de pertenecía sobre la actividad productiva.

Acciones:

1. RECOMENDACIONES DE LOS PRODUCTORES:

① Registros y contabilidad para piscicultores comerciales.

A medida que las granjas piscícolas de pequeña escala se desarrollan y se convierten en empresas comerciales, la generación de registros precisos y detallados se transforma en una tarea importante que debe llevar a cabo regularmente el administrador, por varias razones.

- a. Los registros de gestión de estanques se utilizan para el análisis de la producción de cada estanque así como para determinar las razones por las que se han logrado resultados buenos o malos.
- b. Los registros contables de todas las transacciones, tanto en especie como en efectivo, mantienen al administrador informado sobre gastos e ingresos. Estos registros le permiten verificar el progreso de la granja piscícola como empresa comercial.
- c. La existencia de buenos registros proporcionan una buena base sobre la cual establecer prácticas futuras de gestión y su precisa planificación y financiación, con un buen grado de antelación.

Existen varios tipos de registros que se pueden utilizar para gestionar este tipo de empresa, que abarcan los elementos siguientes:

- Producción de peces en diferentes estanques;
- Cuestiones económicas de la granja, por ejemplo, ingresos y gastos;
- Mano de obra y almacenes;
- Producción integrada de, por ejemplo, pollos, patos y cerdos.

2.14 ESTRATEGIA No. 14: RETRASO EN LA PRODUCCION

Problemática: Retraso en lotes de engorde y levante a causa del invierno

Objetivo: Generar alternativas para evitar retrasos en la actividad productiva.

Acciones:

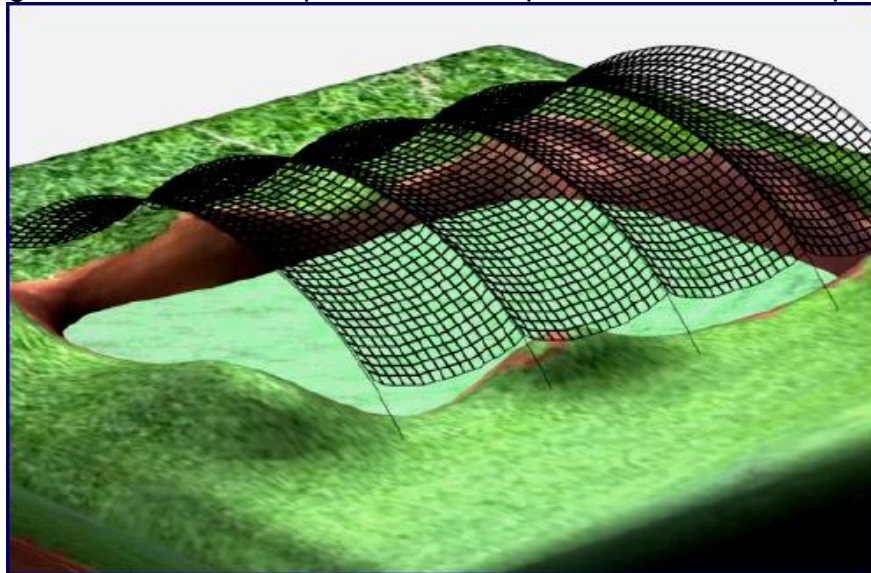
1. RECOMENDACIONES DE LOS PRODUCTORES:

- ① Hacer selección de animales
- ② Alimentar en horas tempranas (Estrategia No. 6)
- ③ Instalación de equipos de aireación (Estrategia No. 3)
- ④ Recirculación del agua
- ⑤ Bajas densidades de siembra (Estrategia No.1)
- ⑥ Proteger los estanques del viento (Estrategia No. 12)

2. POLISOMBRA Y TECHOS

Este método se trata simplemente de colocar un medio que interrumpa los rayos solares, una cubierta que no permita el paso o inhiba gran parte de la radiación solar. Esta cubierta podría estar hecha de tal forma que deje pasar una alta porción de la luz y absorba calor. Estos sistemas los usan, en general, para invernaderos en regiones frías donde se requiere conservar una temperatura y propiciar un clima cálido determinado. Al mismo tiempo con esta opción podremos estar contrarrestando la radiación solar que incrementa la temperatura del agua y genera desprendimiento de oxígeno (Martínez Santis, 2012).

Figura 55. Polisombra para cubrir completamente los estanques.



Fuente: Martínez Santis, 2012

Figura 56. Fotografías de estanques cubiertos total o parcialmente con polisombra.



Fuente: elaboración propia

3. GLOSARIO

ASPECTO AMBIENTAL: Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente.

BASURA: Todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o recirculación a través de un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, no se reincorporan al ciclo económico y productivo, requieren de tratamiento y disposición final y, por tanto, generan costos de disposición.

CENTRO DE ACOPIO: Lugar donde los residuos sólidos son almacenados o separados y clasificados según su potencial de reúso o transformación.

COMPOST: Aquellos residuos orgánicos vegetal o animal que han sufrido un proceso de degradación o se ha humificado.

COMPOSTAJE: Es el termino para designar todo el procedimiento para producir compost.

CONTAMINACIÓN: Descarga artificial de sustancias o energía en una concentración tal que produce efectos perjudiciales sobre el medio, incluido el hombre.

DESECHO: Término general para residuos sólidos excluyendo residuos de comida y cenizas sacados de viviendas, establecimientos comerciales e instituciones.

GESTION AMBIENTAL: La gestión ambiental es un proceso que está orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, entendido éste como aquel que le permite al hombre el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio biofísico y cultural y, garantizando su permanencia en el tiempo y en el espacio.

HUMUS: Ultimo estado de descomposición que ha sufrido la materia orgánica.

IMPACTO AMBIENTAL: Efecto que las actuaciones humanas producen en el medio. La intensidad de la alteración está relacionada con la capacidad de asimilación del entorno donde se desarrolla la actividad impactante.

LIXIVIADOS DE COMPOST: Durante todo el proceso de compostaje el material va perdiendo la humedad que tenía inicialmente. Todos estos efluentes, aumentados con el agua de riego sobrante de las pilas, es lo que se conoce con el nombre de lixiviados y constituyen las aguas residuales del proceso.

**PLAN DE MANEJO BASADO EN PML PARA SISTEMAS PRODUCTIVOS
PISCICOLAS – PILOTO: APROPESCA**

MATERIAS PRIMAS: factor de la producción. Dícese de los elementos que serán transformados en el proceso productivo.

MEDIO AMBIENTE: Conjunto de condiciones físicas, químicas y biológicas que rodean a un organismo.

PREPARACIÓN DE MEZCLAS: Agregar y diluir en agua los plaguicidas en el tanque de mezclas, en la secuencia y cantidades descritas en una programación de aplicaciones.

PROCESO DE PRODUCCIÓN: es el procedimiento técnico que se utiliza en el proyecto para obtener bienes y servicios a partir de insumos y se identifica como la transformación de una serie de éstos para convertirlos en productos mediante una determinada función de producción.

PRODUCCION LIMPIA: Consiste en la aplicación continua de una estrategia de prevención ambiental a los procesos y a los productos con el fin de reducir riesgos tanto para los seres humanos como para el medio ambiente. En cuanto a los procesos, la producción más limpia incluye la conservación de las materias primas y la energía, la eliminación de las materias primas tóxicas y la reducción de la cantidad y de la toxicidad de todas las emanaciones y desperdicios antes de ser eliminados de un proceso. La estrategia tiene por objeto reducir todos los impactos,

durante el ciclo de vida del producto, desde la extracción de materias primas hasta su disposición final.

RECICLAJE: Procesos mediante los cuales se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelven a los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje consta de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, acopio, reutilización, transformación y comercialización.

RESIDUOS ORGANICOS: Restos de material de origen vegetal o animal.

VERTIMIENTO: Es cualquier descarga final de un elemento, sustancia o compuesto que esté contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios, aguas negras o servidas, a un cuerpo de agua, a un canal, al suelo o al subsuelo.

TRATAMIENTO: Es el método, técnica o proceso capaz de modificar las características físicas, químicas o biológicas, o la composición del residuo sólido, para neutralizar o reducir los impactos ambientales, o transformarlo en inerte, o recuperarlo, o reducir su volumen, de manera que se pueda transportar, almacenar, disponer o aprovechar en forma segura.

4. BIBLIOGRAFIA

- Bocek, A. (1990). Introducción al policultivo de peces. Acuicultura y Aprovechamiento del Agua para el Desarrollo Rural. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments. Auburn University. Alabama.
- Brechelt, A. (2000). Agricultura Orgánica. 44.
- Coche, A. G., & Muir, J. F. (1993). Construcción de estanques para la piscicultura en agua dulce: estructuras y trazados para explotaciones piscícolas (Vol. 20). Food & Agriculture Org.
- Coche, A. G., Van der Wal, H., & Laughlin, T. (1981). Agua para la piscicultura de agua dulce. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- E. LESSI, A. X., H. LUPIN. (1992). Obtención de ensilado biológico de pescado. Paper presented at the 2ª Consulta de Expertos sobre Tecnología de productos pesqueros en América Latina, Montevideo (Uruguay).
- FAO. (1985). Relatorio de Tecnología e controle de Qualidade de Productos de Pesca. 24.
- FAO. (2011). Manual básico de sanidad piscícola. Paraguay. 52.
- Horváth, L., Tomás, G., & Seagrave, C. (2008). Carp and Pond Fish Culture: Including Chinese Herbivorous Species, Pike, Tench, Zander, Wels Catfish, Goldfish, African Catfish and Sterlet. John Wiley & Sons.
- Martínez Santis, J. E., & Méndez Centeno, O. M. (2012). SISTEMA REGULADOR DE TEMPERATURA Y OXIGENO PARA ESTANQUES DE CULTIVO PISCICOLA EN ZONAS CALIDAS.
- PNUMA, P. d. I. N. U. p. e. M. A. (2001). Capitulo 4.1 Producción Más Limpia, p. 13. Retrieved from <http://www.unep.org>
- Rivarola, E. D. B., Morinigo, V. M. R., Nava, A. F., & Meza, J. (2011). Manual básico de sanidad piscícola. 68.
- Rios Montes, Rossio. Disminución de la carga contaminante orgánica del efluente de las cámaras sépticas utilizadas en el tratamiento de aguas residuales domésticas en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra. Bolivia, 2009.
- SKINCO-COLOMBIT. Sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas. Colombia, 2013.
- VOL, F. A. (1996). TECNICA DEL ENSILADO BIOLÓGICO DE RESIDUOS DE PESCADO PARA RACION ANIMAL. DE INVESTIGACIONES DE LA AMAZONIA PERUANA, 147.

