

Acuicultura Multitrófica Propuesta CORFO Propuesta de Difusión Tecnológica 2018-2021

Difusión de la tecnología de acuicultura integrada en tierra de pequeña escala al sector de pequeñas empresas de la pesca artesanal y comunidades costeras de la octava región, como una herramienta para diversificar sus actividades productivas y de generación de ingresos.

Facultad de Ingeniería UCSC. Departamento de Ingeniería Civil, Laboratorio LHIA
(<http://lhia.ucsc.cl/>)



Cultivo de Truchas en Sistema de Recirculación con agua de Agua de Mar, Biofiltro Pelillo



TALLER N ° 2

“Operación y Mantenimiento de un sistema de cultivo integrado de pequeña escala”

I. IMPORTANCIA DE LA OPERACIÓN Y MANTENCIÓN DE SISTEMAS INTEGRADOS DE CULTIVO

Qué logramos con la operación y mantención de los sistemas AMTI de pequeña escala?

- Logramos el cultivo controlado de las especies cultivadas
- Alcanzamos nuestros objetivos productivo:
 - Ej. 8 ton de peces, 5 ton de moluscos y 7 ton de algas
- Evitamos la aparición de enfermedades
- Sobrevivencia de los organismos: no perdemos nuestra inversión y esfuerzo de trabajo
- Mejor crecimiento, mejor producción acuícola
producto de características deseadas (buena calidad)

II. ETAPAS DE LA OPERACIÓN Y MANTENCIÓN DE SISTEMAS INTEGRADOS DE CULTIVO

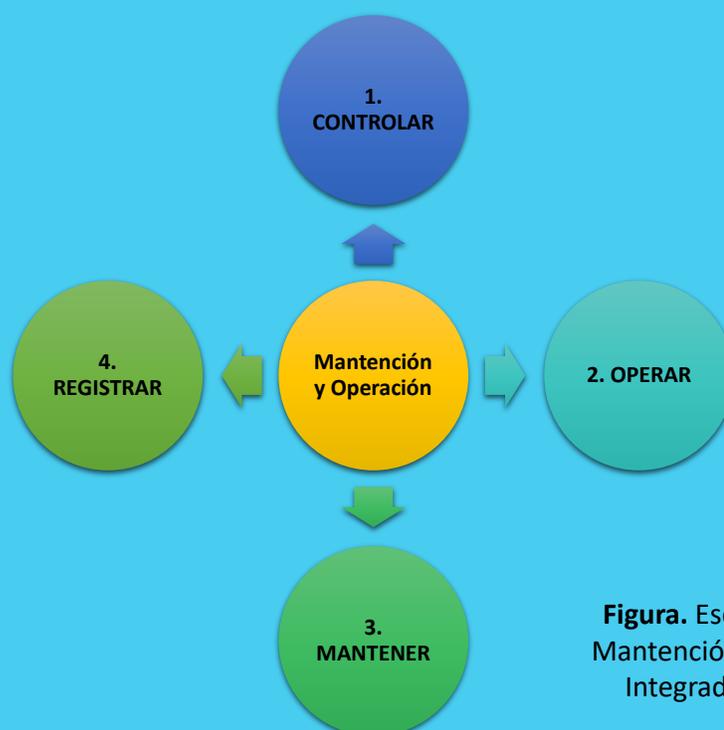
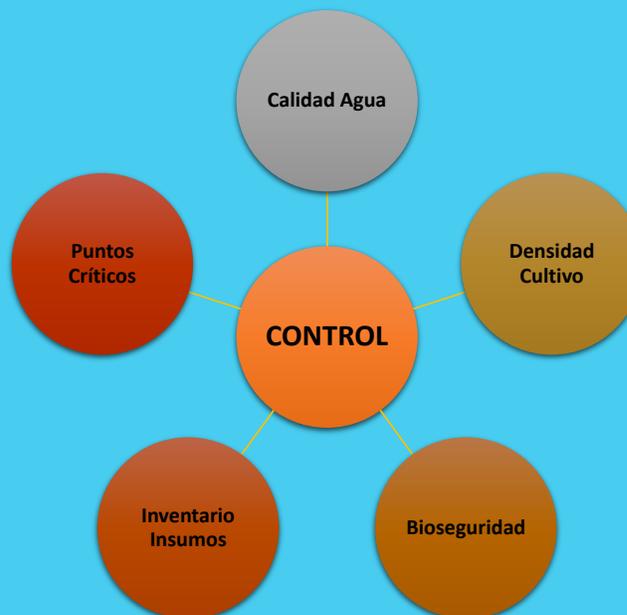


Figura. Esquema de Operación y Mantenimiento de Sistema de Cultivo Integrado de Pequeña Escala



2.1 ETAPAS O ACTIVIDADES DE CONTROL

2.1.1 Medición y Control de Variables de Calidad de Agua



- Control durante las mañanas (AM)
- Utilizar equipamiento calibrado y en buen estado.
- Almacenamiento adecuado de reactivos de medición.
- Utilización de reactivos en buen estado (no vencidos)
- Contar con un espacio limpio, seco y adecuado para realizar las mediciones.
- Evitar la introducción de equipos de medición con sonda entre sistemas de cultivo.
- Realizar siempre las mediciones en una muestra de agua del sistema.
- Mantener un plan de calibración de los equipos de medición.

Regla Básica



Procedimiento de Medición y Control de Variables de Calidad de Agua:



Frecuencia de medición de variables de calidad de agua.

Variables de Calidad de Agua	Frecuencia
Oxígeno Disuelto	2 veces al día
pH	2 veces al día
Temperatura	2 veces al día
Amonio-N	2 veces al día
Nitrito-N	2 veces al día
Nitrato-N	1 vez cada 3 días

Ejemplo de Control de Calidad de Agua:

Verificación del estado de la Calidad de Agua Medida

Variable	Límite Crítico Establecido (LC) (*)	Medición Registrada	Control (Si/No)
Amonio	Menor a 3 mg/L	3,5 mg/L	SI
Alcalinidad	Entre 50 a 100 mg/L	85 mg/L	NO
Dióxido de Carbono	Menor a 15 mg/L	25 mg/L	SI
Nitrato	Menor a 300 mg/L	126 mg/L	NO
Nitrito	Menor a 1 mg/L	0,65 mg/L	NO
Oxígeno	Mayor a 5 mg/L	6,7 mg/L	NO
pH	Entre 6,7 y 9	6,5	SI
Temperatura	10 – 22°C	18°C	NO
Salinidad	Depende de la fase de cultivo	25 g/L	-

(*) Límites Críticos Trucha Arcoíris (*O. mykiss*)

Tabla de Control de Variables de Calidad de Agua:

Variable fuera del Rango	Causas	Problemas	Medidas de Control
Amonio	<ul style="list-style-type: none"> Falla del biofiltro Tasa alta de Alimentación Bajo recambio de agua 	<p>Mortalidad total o parcial del cultivo, formación a amoniaco a pH mayores a 7</p> <p>La acumulación de puede provocar daño branquial, menor fecundidad y tener efectos sobre el sistema nervioso e inmune.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de agua Control con aumento de pH (peligroso). Cambio de biofiltro o agregar más material con bacterias
Alcalinidad	<ul style="list-style-type: none"> Agua poco tamponadas Alta actividad nitrificante del sistema (reduce la alcalinidad) 	<p>Incapacidad del agua en regular su pH. Las variaciones de pH serán más amplias en un agua poco alcalina (mala capacidad tamponadora)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Agregar carbonato al sistema. Ej. Bicarbonatado de sodio
Dióxido de Carbono	<ul style="list-style-type: none"> Densidad de carga elevada en el sistema. Falla del desgacificador Descomposición de materia orgánica en el sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Disminuye la tolerancia de los organismos a concentraciones bajas de oxígeno. A concentraciones muy elevadas provoca efecto narcótico en los peces. 	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de agua Mejoras del proceso de desgasificación. Limpieza más frecuente de la materia orgánica. Disminuir la densidad de cultivo en los sistemas.
Nitrato	<ul style="list-style-type: none"> Bajo recambio de agua en el sistema 	<ul style="list-style-type: none"> Provoca un efecto más crónico que severo, provoca falta de crecimiento, bajo desarrollo, falta de apetito. En algunos casos altas concentraciones puede provocar muerte por envenenamiento por nitrato. La acumulación de NO₃ puede afectar el órgano del equilibrio de los peces, su apetito y provocar decaimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Recambios más frecuentes de agua.

Tabla de Control de Variables de Calidad de Agua:

Variable fuera del Rango	Causas	Problemas	Medidas de Control
Nitrito	<ul style="list-style-type: none"> Falla del biofiltro Descomposición de materia orgánica en el sistema. 	La acumulación puede provocar la enfermedad de la sangre marrón, afectando mucho a su capacidad para respirar.	<ul style="list-style-type: none"> Cambio de agua Control con aumento de pH (peligroso). Cambio de biofiltro o agregar más material con bacterias
Oxígeno	<ul style="list-style-type: none"> Disminución de oxígeno por alta temperatura del agua. Alta densidad de carga del cultivo Fallas del sistema de oxigenación 	<ul style="list-style-type: none"> Bajo crecimiento Mortalidad total o parcial del cultivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Disminuir la densidad de carga del sistema Instalar un equipo adicional de aireación Cambio de agua más frecuente. Disminuir la temperatura del agua (si es posible).
pH	<ul style="list-style-type: none"> Alta actividad nitrificante 	<ul style="list-style-type: none"> A pH mayores a 7 se produce amoníaco 	<ul style="list-style-type: none"> El mantenimiento de los valores de alcalinidad. Control de pH con algún carbonato
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> Bajo control de la temperatura del sistema. Falla del equipo de calor o enfriamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Bajo crecimiento por temperatura inadecuada. Bajas de oxígeno por temperaturas elevadas 	<ul style="list-style-type: none"> Enfriar o calentar el agua.

2.1.2 Control de Densidad de Cultivo

MUESTREO:

Parámetros de Crecimiento

Muestreo
(Peso y talla)

Capacidad de carga
(densidad)

Curvas de crecimiento

Estado de madurez sexual

Clasificación por tamaños

Parámetros Físicos y Biológicos

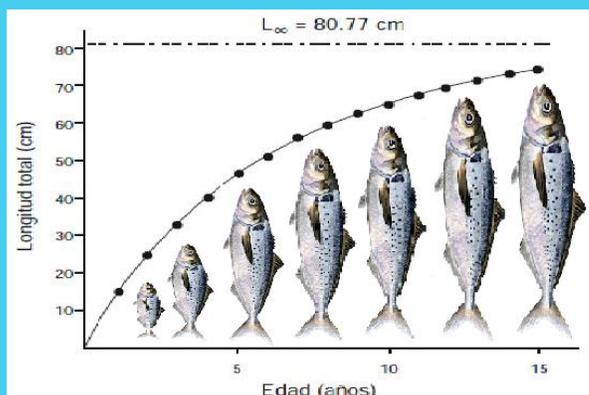
Factor de Condición (K)

Estado de Maduración sexual

Cantidad de Alimento Suministrado

Porcentaje peso cuerpo (%PC)

Factor de conversión (FC)



Curvas de Crecimiento

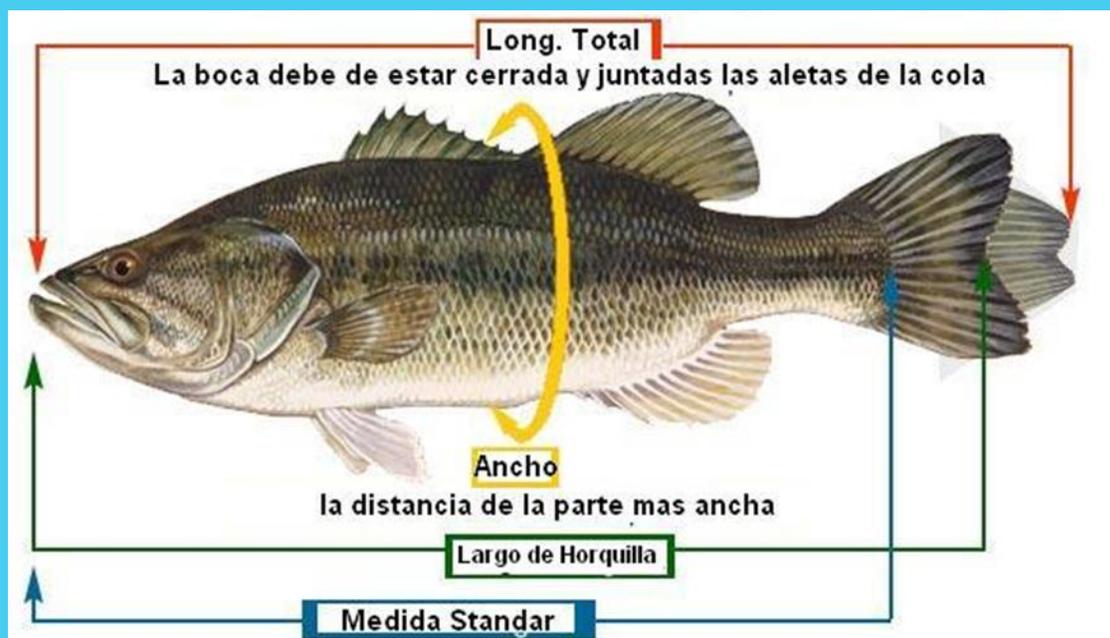
K = Factor de Condición

$$K = \frac{\text{Peso (gr)}}{\text{Longitud}^3} \times 100$$



Peces esbeltos $K \leq 1.0$ Normales $K 1,2 - 1.3$ Peces rollizos $K > 1.3$

¿Cómo Medir?



Procedimiento de Muestreo:



Extracción de Unidad

- Uso de quechas
- Manejo adecuado (sin golpear ni ajetrear)



Anestesia

- Benzocaína BZ-20, solución en base a clavo de olor, lidocaína, gas carbónico, otros.



Medición Peso y Talla

- Uso de guincha de medir y balanza electrónica



Recuperación

- Solución de agua fresca con abundante aireación u oxigenación



Reposición

- Ingresar nuevamente a la unidad de procedencia (muestreo con reposición)



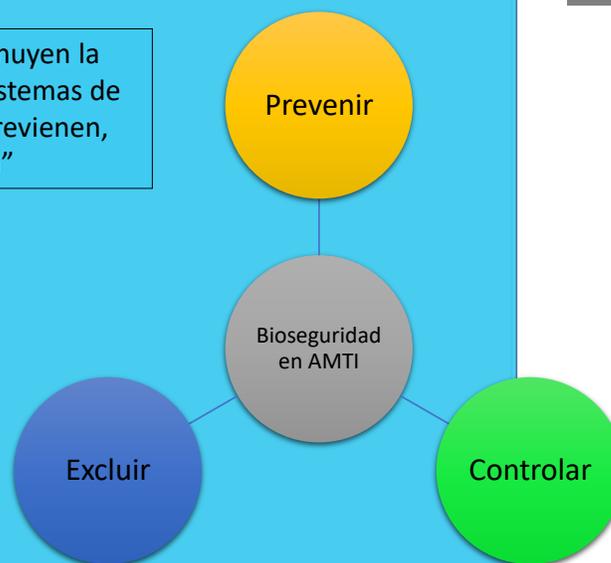
Registro

- Registro de peso y talla por organismos muestreado

2.1.3 Manejo de Bioseguridad

“Son acciones o actividades de trabajo que disminuyen la posibilidad de aparición de enfermedades en los sistemas de cultivo de organismos, a través de acciones que previenen, controlan y eliminan el riesgo de aparición”

- Medidas de exclusión: Compuesta por barreras internas y externas del centro AMTI pequeña escala.
- Medidas de Control: Compuesta por todas aquellas actividades realizadas cuando una enfermedad ya está presente en el cultivo
- Medidas de prevención: todas aquellas actividades que evitan la aparición de enfermedades en el sistema AMTI pequeñas escala.



Medidas de Exclusión

- Adquisición de organismos libres de patógenos
- Fuentes de agua libre de patógenos
- Filtros sanitarios al ingreso de la instalación
 - Maniluvio
 - Pediluvio
- Limpieza y desinfección
 - Personal
 - Visitas
 - Insumos y materiales
- Prohibición de ingreso de equipos y ropa de trabajo de otros centros de cultivo
- Control
 - Visitas
 - Vehículos
 - Depredadores y roedores



Figura 04a. Pediluvio con una solución de amonio cuaternario utilizado en

Medidas de Control

- Utensilios propios de cada sistema
 - Balde y quecha de mortalidad
 - Esponjas, escobillones
- Introducción de equipamiento de medición de calidad de agua en sistemas de cultivo.
- Desinfección constante del personal de trabajo
- Plan de Limpieza y Desinfección
 - Superficies
 - Equipamiento
 - Personal
 - Ropa de trabajo
- Desinfección de efluentes
- Manejo adecuado
 - Mortalidad y/o muestras
 - Desechos



Medidas de Prevención

- Uso de probióticos y/o vitaminas
- Mantención adecuada de la calidad de agua
- Nutrición y alimentación adecuada
- Densidad óptima de cultivo

- Manipulación genético
- Desinfección constante de infraestructuras
 - Piso y paredes del centro
 - Estanques
 - Superficies de contacto
- Inspección visual de organismos



2.1.4 Control de Inventario



- Manejo de inventario de todos los insumos y materiales que permiten la producción de los organismos en cultivo.
- Establecer el tiempo en el cuál solicitar la compra de insumos, considerando:
 - ✓ El tiempo de flete o traslado que se demora en enviar la empresa el producto
 - ✓ El tiempo administrativo de la empresa
 - ✓ Días feriados, festivos y/ fines de semana.
 - ✓ Un tiempo adicional en caso de imprevistos

Beneficios del Control de Inventario:

- Mantener un stock mínimo
- Reducir costos por sobre existencias
- Evitar la falta de insumos y/o materiales claves (ej. Alimento, combustible)

2.1.5 Control de Actividades Críticas en Mantenimiento y Operación de Sistemas

PCC	Puntos a Controlar	Límites Críticos (LC)
Anestesia	Dosis utilizada y tiempo de inducción.	Utilizar "Dosis y tiempo de acción" recomendadas por el fabricante del producto adquirido.
Calidad de Agua	Calidad de agua Físico-Químico para la especie	La tolerancia máxima de calidad de agua para las variables físico-químicas del agua para el cultivo.
Densidad de Cultivo	Biomasa de cultivo	Verificar mensualmente la densidad de cultivo y controlar según la densidad máxima establecida. Ej. 20 kg/m ³
Ingreso y salida del personal	Control de Personal y Visitas.	Personal externo debe ser instruido en los procedimientos de bioseguridad del centro de cultivo AMTI pequeñas escala
Limpeza y desinfección	Concentración y tiempo de acción	Dosis y tiempo de acción recomendada por el fabricante del producto adquirido.
Recepción de peces.	Certificado Sanitario de los Peces.	Certificado sanitario no debe tener más de 15 días de emisión. Cada lote debe venir acompañado con su certificado sanitario.
	Certificado Sanitario de Transporte.	Certificado de limpieza y desinfección del vehículo, con no más de 1 o dos días desde la fecha de emisión del certificado.
Tratamiento de agua fresca y residual	Dosis de desinfección y tiempo de tratamiento.	Se debe utilizar la dosis y tiempo de tratamiento recomendadas por el fabricante del productos adquirido.

Llancaleo, 2013. LHIA-UCSC



2.2 ETAPAS O ACTIVIDADES DE OPERACION

2.2.1 Revisión, Retiro y Manejo de Mortalidad

- Primera actividad del centro AMTI (revisión AM)
- Utilizar los implementos de retiro propios del sistema
- Evitar golpear los organismos durante la revisión (manejo adecuado)
- Poseer una zona exclusiva para el manejo de mortalidad
- Evitar derrames de mucosidad o fluidos de los organismos muertos.



Regla Básica



Procedimiento de Revisión, Retiro y Manejo de Mortalidad:

1. Inspección Visual de los Estanques

- Mirar las unidades de cultivo para verificar la existencia de mortalidad
- Ayudarse de linternas para iluminación y quechas para remover el fondo de las unidades

2. Extracción de Mortalidad

- Con la quecha extraer la mortalidad existente en la unidad de cultivo
- Dejar escurrir el agua antes de sacar completamente la quecha de la unidad

3. Almacenamiento de Mortalidad

- Tomar la mortalidad y almacenarla dentro de una bolsa plástica o recipiente hermético.
- Manejo de mortalidad con guantes de látex.

4. Disposición Final

- Eliminar la mortalidad en vertedero municipal
- Despachar a un centro de harina de pescado

5. Limpieza y Desinfección

- Realizar la limpieza de los materiales utilizados en la extracción (quechas, ropo y bota de trabajo, baldes de mortalidad, infraestructura, otros).
- Realizar la desinfección de materiales según el desinfectante establecido.

6. Registro

- Registrar en la planilla de cantidad de muertos registrados, la unidad de procedencia, reducción de inventario, motivo de mortalidad otro.

2.2.2 Alimentación

- Suministrar alimento de buena calidad
- Suministrar alimento en raciones
- Suspender la alimentación cuando existan bajas de oxígeno.
- No sobrealimentar
- Asegurar la calidad del alimento almacenándolo en lugares secos y frescos y por períodos cortos.
- No suministrar alimento vencido o de mala calidad.

Regla Básica



Procedimiento de Alimentación:



Pesaje del Alimento

- Pesar el alimento por unidad de cultivo
- Rotular o identificar bolsas/recipientes para almacenamiento de alimento.



Alimentación

- Suministrar el alimento de forma homogénea por unidad de cultivo
- Suministrar en raciones
- Preferir la alimentación durante la mañana
- Dejar de alimentar cuando organismos estén satisfechos



Limpieza y Desinfección

- Realizar la limpieza de los materiales utilizados en el pesaje de alimento (balanza electrónica, recipientes, bolsas, paleta de alimentación, otros).
- Realizar la desinfección de materiales según el desinfectante establecido.



Eliminación de Desechos

- Eliminación y disposición final de los desechos, según tipo de desecho originado.



Registro

- Registro de la cantidad de alimento, tipo de alimento, unidad de cultivo, otro.

2.2.3 Cambio de Agua en Sistemas de Cultivo



- Cambiar agua sólo cuando sea necesario (por calidad de agua o por limpieza y desinfección)
- Manejo adecuado de los organismos durante el proceso de limpieza y desinfección.
- Exponer en tiempo reducido a los organismos a niveles bajos de agua (falta de oxígeno).
- Evitar el derrame de desinfectantes en los sistemas de cultivo

Regla Básica



Procedimiento de Limpieza y Cambio de Agua de Sistemas:

1. Definir el recambio de agua a realizar

- Parcial (10 al 50%)
- Total (entre 50 -70%)

2. Bajar el nivel de agua en las unidades de cultivo

- Utilizar una bomba para la operación.
- Vigilar constantemente el nivel de agua en las unidades de cultivo.

3. Realizar la remoción de sólidos de paredes de las unidades

- Remover sólidos pegados en paredes con escobillón.
- Lavar paredes limpiadas con agua del mismo sistema.

4. Aplicar un Desinfectante

- Utilizar un desinfectante que no sea dañino para los organismos, ej. Alcohol al 70%.
- Aplicar el desinfectante con toalla de papel y aplicar a toda la superficie lavada.

5. Llenado con agua fresca

- Agregar con bomba agua fresca previamente preparada a los niveles correspondiente para su adecuado funcionamiento.

6. Dejar Operativo el Sistema

- Conectar la bomba del sistema para comenzar con la recirculación.

6. Registro

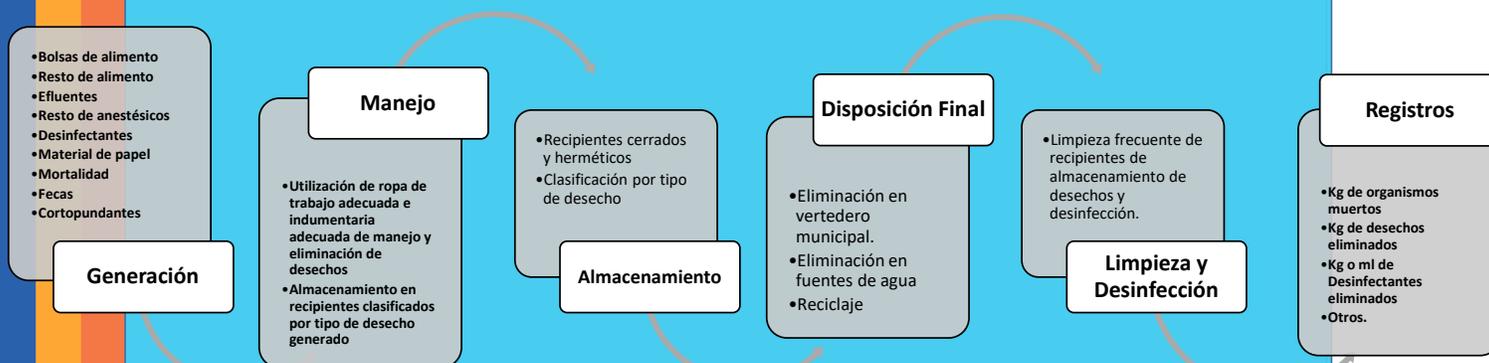
- Registrar la cantidad de agua cambiada.
- Actividad de limpieza y desinfección realizada.

2.2.4 Manejo y Eliminación de Desechos

Principales Desechos Generados en Sistemas AMTI Pequeña Escala

Tipo de Desecho	Desechos	Detalle del Desecho
Líquidos	Efluentes	Agua de cultivo
Sólidos	Recuperables	Bolsas de basura, cajas de papel, envases plásticos, papel, plástico, otros.
	Alimento no Consumido	Restos de alimento en los sistemas, alimento en mal estado o contaminado
	Fecas	Generados por el desecho de los organismos y retenidos en los filtros mecánicos.
Químicos	Orgánicos	Carbono, nitrógeno y fosfato, generados del alimento no consumido y de las Fecas de los organismos
	Peligrosos y no peligrosos	Restos de desinfectantes, combustible, baterías, reactivos químicos de calidad de agua, otros.
Biológicos	Mortalidad	Cantidad en kg de organismos muertos
	Muestras	

Procedimiento de Manejo y Eliminación de Desechos:



2.2.5 Tratamiento de Agua Fresca (Afluente) y Residual (Efluente)

Sistema de Tratamiento de Agua Residual

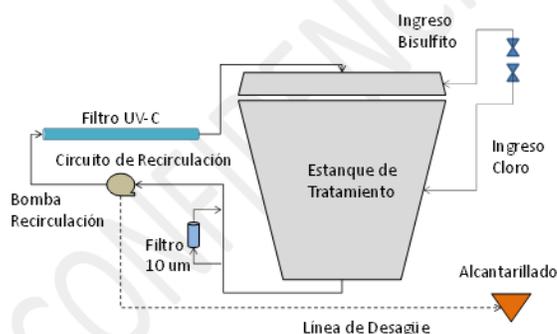


Fig. 3: Esquema Sistema de Tratamiento de Agua Residual – Laboratorio Húmedo, Ing. Acuícola, UCSC.

Detalles Sistema UV-C

Características:

Carcaza: Tubo PVC de 75 mm y 1 m de alto

Lámpara: UV-C (254 nm), Phillip de 36 w

Protección Lámpara: Camisa de Cuarzo de 32 mm de diámetro y 1, 2 de largo.



Área Irradiada en el filtro: 2.230 cm²
Volumen útil del Filtro: 3.155 cm³

Procedimiento de Tratamiento de Afluentes y Efluentes :

1. Llenar el estanque de tratamiento

- Llenar el estanque al 90% de su capacidad.
- Toda el agua fresca recepcionada debe ser tratada.
- Toda el agua eliminada (efluente), debe ser tratada con luz UV si es que tiene patógenos el agua.

3. Tiempo y Dosis de Desinfección

- Dejar tratando el agua según el tiempo mínimo de desinfección que posee el sistema.
- Establecer la dosis mínima de desinfección para eliminar patógenos del agua (ej. 90% de virus y bacterias).

4. Eliminación y Almacenamiento

- En el caso de agua fresca, trasvasiar a un estanque de almacenamiento.
- En el caso de agua residual, eliminar siempre u cuando los parámetros, físicos y químicos cumplan con las características exigidas.

6. Registro

- Registrar en la planilla de cantidad de agua tratada (volumen), tiempo de tratamiento, dosis de tratamiento, responsable de la eliminación, otros .

Criterios de Eliminación Agua Residual AMTI 2 TON de Producción en Fuentes de Agua Marina y Continentales Superficiales

Variable	Límite Máximo Calidad Agua (mg/L)	Caudal Carga Diaria (L/min)	Carga Contaminante Diaria Eliminada (g/día)	Carga Contaminante Media Diaria (equiv.100 Hab /día)
pH	6,5		66,3	-----
Temperatura	18		183,5	-----
Sólidos Suspendidos Totales	60		611,7	3520
Sólidos Sedimentales	80		815,6	-----
DBO5	60		611,7	4000
Fósforo Total	3		30,6	160
Nitrógeno total kjeldahl	3		30,6	800
Amonio (NH4)	2	7,08	20,4	-----
Amoniaco (NH3)	0,0125		0,1	-----
Alcalinidad (CaCO3)	150		1529,3	-----
Dióxido de Carbono	20		203,9	-----
Nitrito	2		20,4	240
Nitrato	150		1529,3	
Oxígeno Disuelto	5		51,0	-----
Salinidad	35		356,8	-----

Decreto N° 90 que “Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales “. **Así, la tubería de descarga de agua de estos desechos al mar, no cataloga como fuente emisora (emisario).**

2.3 ETAPAS O ACTIVIDADES DE MANTENCION

2.3.1 Mantenimiento de Equipamiento del RAS

“La mantención es una medida preventiva que destinado a la conservación de los equipos mediante la realización de revisión y reparación que garanticen el buen funcionamiento y fiabilidad”



Se debe establecer:

- Plan de Mantención de cada equipos
- Frecuencia de mantención
- Responsable de la mantención

Actividades de mantención:

- Cambio de aceite, filtros, rodamientos, enchufes, otros.
- Embobinado nuevo, sellos, renovación externa (lijado y pintura)
- Limpieza interna (sal, polvo), piezas sulfatadas
- Cambio de cabezales, abrasiones, pintura, otros.

2.3.2 Calibración Equipos Calidad de Agua

Porqué calibrar?

La calidad de agua es el parámetros más relevante en el cultivo de peces, es el medio donde viven las especies.

En que consiste?

Comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia.

Qué hacer si el equipo no mide bien?

Enviar el equipo a un servicio técnico autorizado.

Cuándo Calibrar?

Establecer un plan semanal, mensual y/o trimestral (Depende del equipo y de su uso)



2.3.3 Sistema de Emergencia



“LA MANTENCIÓN SE DEBE REALIZAR POR PERSONAL CAPACITADO”

- Mantenimiento semestral del equipo
- Recomendable prender el equipo una o dos veces por semana durante algunos minutos.
- Mantener siempre una batería externa y un cargador de baterías.
- Mantener Stock de combustible (bencina o petróleo)
- Mantener un registro de encendido y causas en caso de fallas durante el encendido (puede indicar u).
- Revisión de:
 - ✓ Nivel de combustible y aceite
 - ✓ Estado de batería
 - ✓ Cambio de aceite y de filtros
 - ✓ Inspección y cambio de filtros de aire
 - ✓ Sistema de refrigeración
 - ✓ Bujías

2.3.4 Funcionamiento Adecuado de los Sistemas

- Revisar constantemente el nivel de agua de las unidades de cultivo y del sistema en general.
- Revisar conexiones de agua.
- Revisar red de aire y conexiones de mangueras y aireadores.
- Estado de las infraestructura, estanques, plataformas, paredes, otros.
- Mediciones de caudal para verificar la tasa de recambio de agua.
- Revisión de mallas, desagües, válvulas.
- Limpieza frecuente de filtros mecánicos y biológicos.
- Limpieza y desinfección total de estanques y otras unidades.
- Limpieza de unidades de tratamiento del agua: desgacificador, piedras difusoras, dispositivos de ingreso de agua, tuberías, desagües, otros.

2.4 ETAPAS O ACTIVIDADES DE REGISTRO

2.4.1 Registros



Que debemos registrar principalmente:

- Calidad de Agua
- Muestreo de Peces
- Eliminación de Desechos
 - ✓ Sólidos
 - ✓ Líquidos
 - ✓ Químicos
- Medicamentos utilizados
- Ingreso de visitas
- Calibración de equipos
- Acciones correctivas
- Mortalidad
- Ingreso de detergentes y desinfectantes
- Hojas de seguridad de reactivos y desinfectantes

“En Acuicultura en ente fiscalizador de la actividad es el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (SERNAPESCA).

En fiscalización revisa las instalaciones, barreras sanitarias, manejo de organismos, origen de las especies y sobre todo los registros indicados en la lista”

APRUEBA REGLAMENTO DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN, CONTROL Y ERRADICACIÓN DE ENFERMEDADES DE ALTO RIESGO PARA LAS ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS. DEROGA D.S. N° 162, DE 1985, DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN.

SANTIAGO, **24 AGO. 2001**

GRACIAS....

AMÍPE
UCSC

