

Proyecto apoyado por



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/>)

Brechas Detectadas

- Bajo número de actividades productivas de acuicultura de pequeña escala asociadas a las Áreas de Manejo y zonas costeras de la región, que son desarrolladas por de pescadores artesanales o comunidades
- Escasa oferta de asesoría o acompañamiento técnico a Sindicatos de Pescadores y pequeños productores para la creación y posterior desarrollo de emprendimientos de acuicultura de pequeña escala y en especial del cultivo integrado en tierra. anales y pequeños productores.
- Bajo aporte económico al sector pesquero artesanal o a pequeños productores de la acuicultura de pequeña escala en las Áreas de Manejo y/o zonas costeras de la Octava región, producto del escaso conocimiento de los productores del negocio acuícola (administración y comercialización), del bajo nivel de producción y valor económico de las especies cultivadas.

Objetivo del Proyecto

- Difundir la tecnología del cultivo integrado en tierra a pequeña escala (pequeñas empresas de la pesca artesanal y comunidades costeras de la octava región), a través de una metodología basada en el hacer y saber hacer en un sistema de cultivo demostrativo.**
- Generar capacidades tecnológicas en las empresas participantes que les permitan operar, mantener y administrar unidades de cultivo integrado productivas y comerciales a pequeña escala.**
- Generar capacidades tecnológicas en técnicos de nivel medio de los Liceos Técnicos de la Octava Región, que permitan apoyar y asesorar, en el corto y mediano plazo, a nuevos emprendimientos de cultivo integrado.**
- Generar capacidades comerciales y de emprendimientos en las empresas participantes que les permitan maximizar el aporte económico del cultivo y la evaluación de nuevos negocios asociados o derivados de la actividad acuícola.**

Objetivos/Resultados del Proyecto

Pequeños
Productores

Liceos
Técnicos

Operación Sistema Piloto			
Dimensionamiento e Instalación	Operación y Mantenimiento	Cosecha	Capacitación Práctica
"Administración de Centros de cultivo de Pequeña Escala"		Gestión Comercial en la Acuicultura de Pequeña Escala	"Formulación de proyectos de inversión en Acuicultura Multitrófica"
Difusión y Transferencia Tecnológica Teórico-Práctico-Operativo			

Resultados

Sistema de Cultivo Piloto

Tecnología de Cultivo Transferida

Capacidades Teóricas y Prácticas para Instalar y Operar

Capacidades para solicitar financiamiento

Red de Apoyo en Liceos Técnicos

Cómo se trabajará

- ❑ Se busca que los conceptos teóricos de la difusión tecnológica sean reforzados y experimentados en forma paralela y simultánea con su acción práctica. Se considera la interacción entre lo teórico y práctico durante todo el ciclo de producción de un sistema de cultivo: construcción, operación, cosecha y comercialización final.
- ❑ Se plantea el uso de un sistema de cultivo semi-piloto en funcionamiento para la familiarización inicial de la tecnología y en el proceso de transferencia, la operación, por los mismos beneficiarios finales, de un sistema demostrativo piloto semi-productivo instalado en la zona costera

Talleres de Trabajo

Taller N° 1.

“Instalación y funcionamiento básico de un centro de cultivo integrado de pequeña escala”

Taller N° 2

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

Taller N° 3 “Dimensionamiento, Instalación y Puesta en Marcha de un cultivo integrado de pequeña escala”

Taller N° 4

“Manejo productivo y operacional de un cultivo integrado de pequeña escala”

Seminario N° 1

“Acuicultura integrada en Tierra de pequeña escala: Oportunidades y Desafíos para su desarrollo”. Se contempla realizar tres similares en la región.

Taller de Difusión

N° 5 “Formulación y Presentación de proyectos de inversión en Acuicultura Multitrófica Integrada de Pequeña Escala”

Taller N° 6

“Administración de Centros de cultivo de Pequeña Escala”

Taller N° 7

Gestión Comercial en la Acuicultura de Pequeña Escala

Taller N° 8

Emprendimiento y diversificación productiva del Cultivo Integrado de Pequeña Escala

Seminario N° 2

Acuicultura Integrada de pequeña escala y encadenamientos productivos

Prospección y gira

tecnológica nacional de nuevas tecnologías de cultivo y de especies con mayor valor económico, para su implementación



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



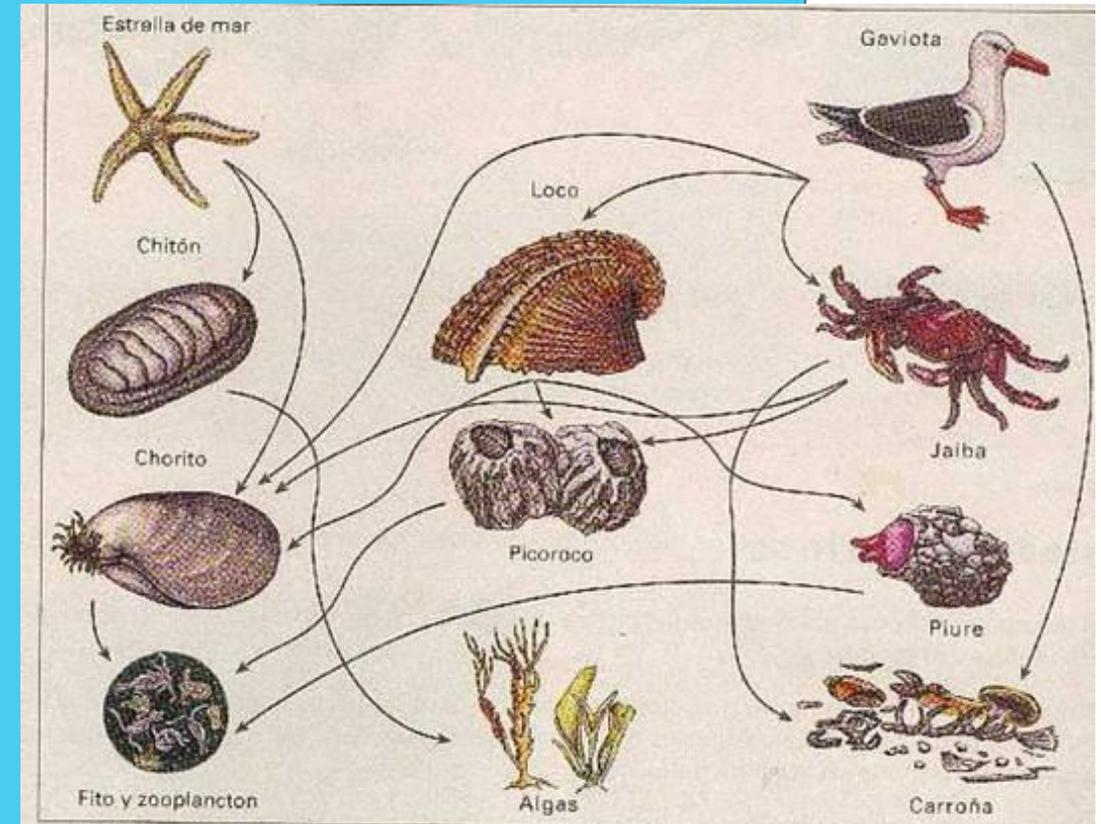
TALLER N ° 1

“Instalación y funcionamiento básico de un centro de cultivo integrado de pequeña escala”

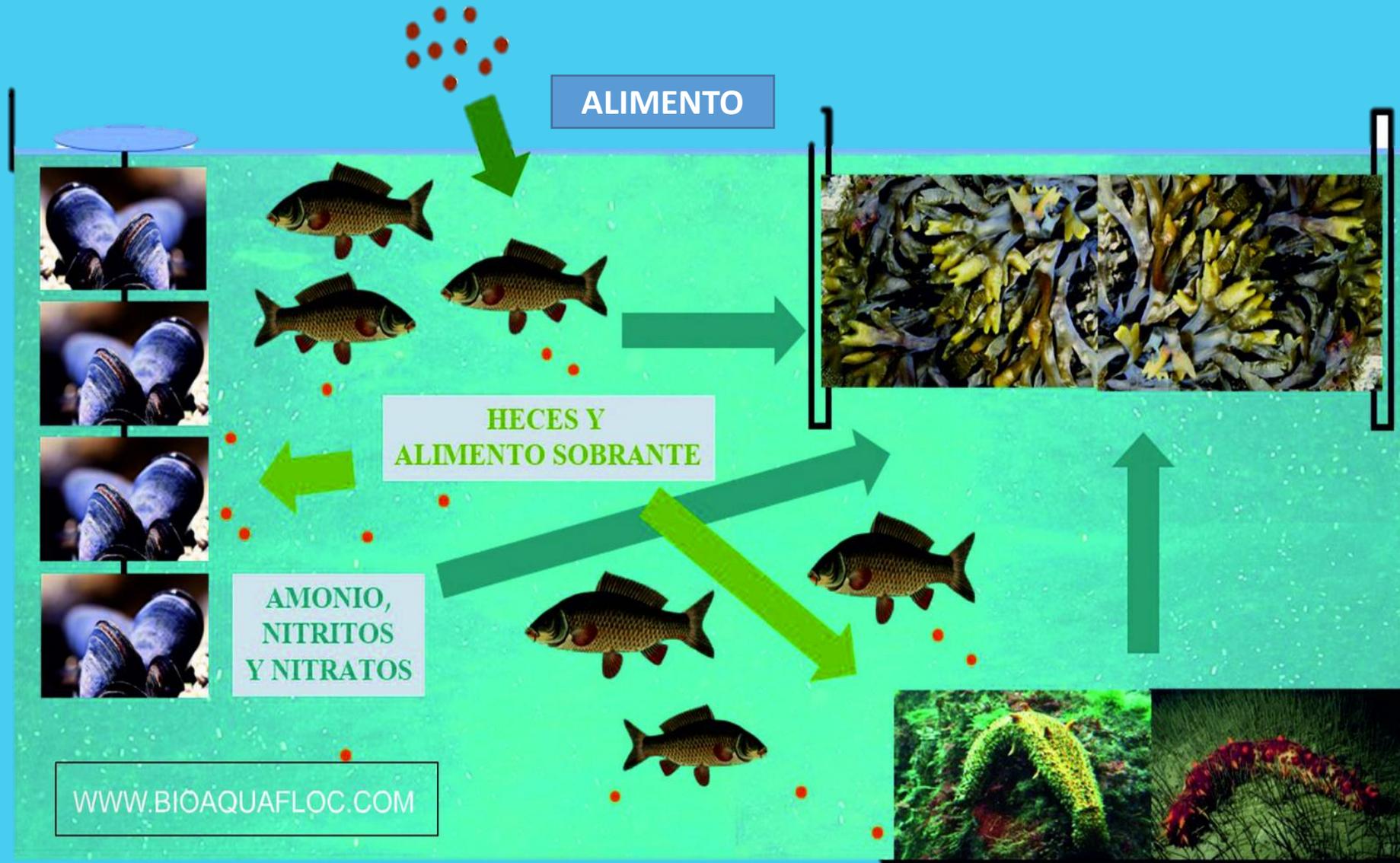
I. INTRODUCCION ACUICULTURA MULTITRÓFICA

Algunas Definiciones

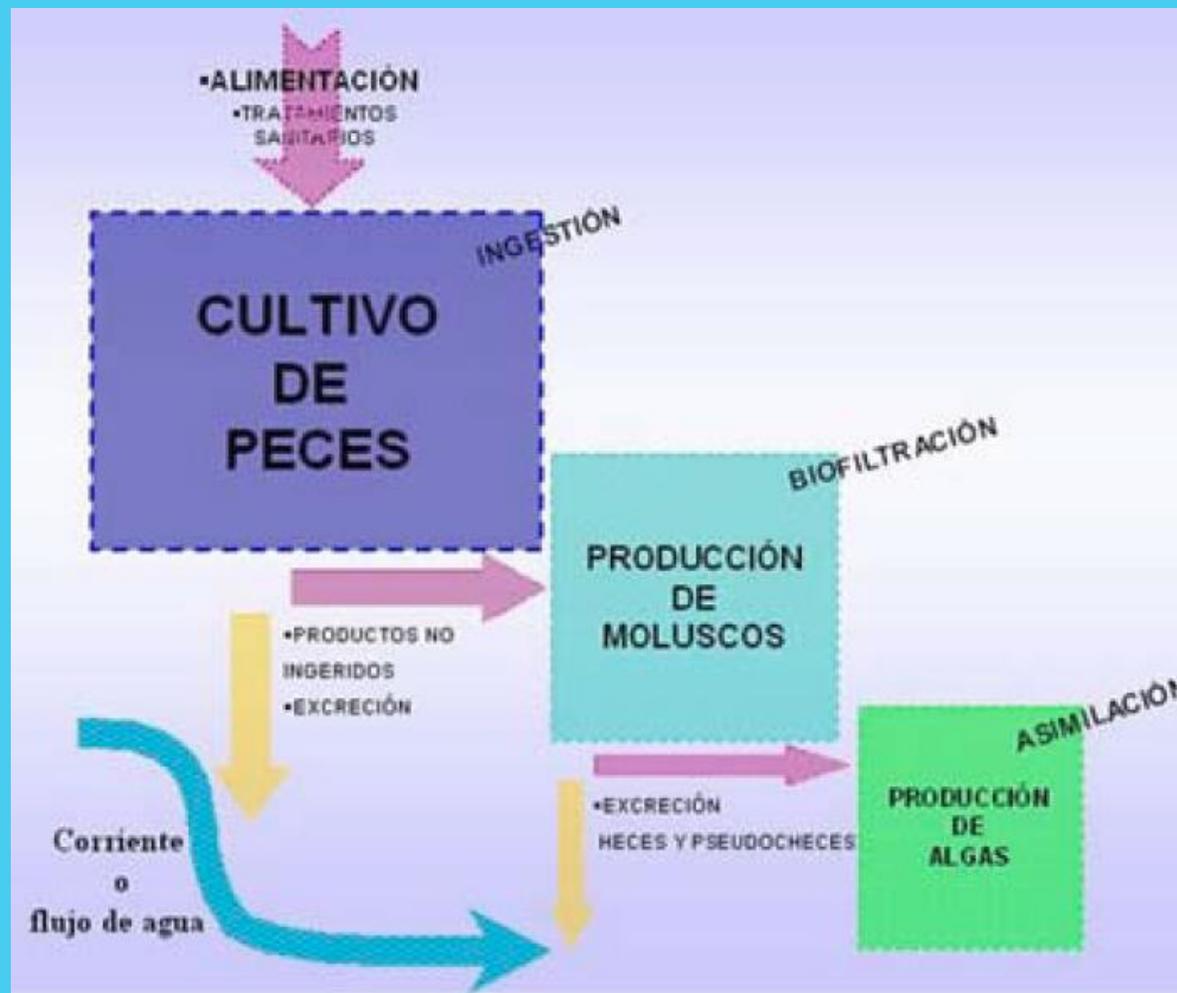
- Acuicultura: Actividades para la producción Controlada de Recursos Pesqueros.
- Multitrófico: Niveles tróficos
- Integrado: comparten un espacio o medio común (el agua)
- AMTI: Sistema de cultivo donde los residuos de un nivel trófico son el alimento para otros y se mantiene un equilibrio



Acuicultura Multitrófica Integrada



Acuicultura Multitrófica



Beneficios de AMTI

- Aliviar la contaminación orgánica a través del reciclado de nutrientes:
- Proveer un enfoque eco-sistémico de la acuicultura.
- Diversificación económica produciendo distintas cosechas en el año y reduciendo los riesgos económicos y ambientales en la producción.
- Mayor control de la producción.
- Producción considerada amigable con el medioambiente, ventaja competitiva en los mercados.
- Oportunidades Hoy:
 - Alimento Orgánico, mejor precio
 - Reducción del costo de energía
 - Apoyo Cultivo de Algas

II. ACUICULTURA Y SUS REQUERIMIENTOS

Qué se requiere para desarrollar acuicultura ?

- Debe existir algún beneficio individual o social que justifique el esfuerzo:
 - Existencia de un Mercado (interés por el producto final);
 - Ingreso por la Producción debe ser mayor al costo de hacerlo.
- Que el desarrollo de la especie en cultivo pueda ser controlado en términos de:
 - Factores que afectan su mortalidad
 - Que afectan su reproducción, y
 - Su desarrollo (crecimiento y diferenciación)
- Deben existir condiciones de Cultivo adecuadas para la especie
 - Unidades de Producción
 - Calidad y cantidad de agua

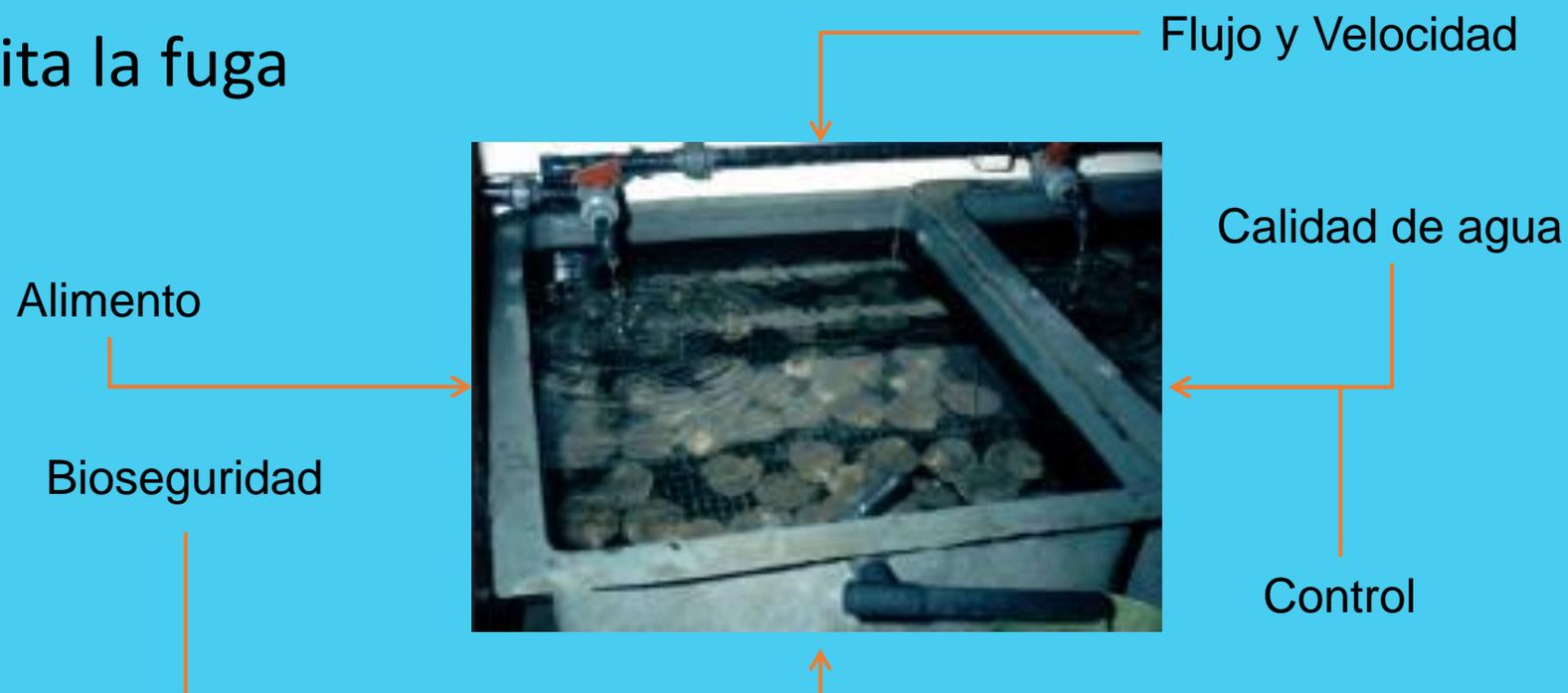
III. REQUERIMIENTOS UNIDADES Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Base de diseño de los Sistema y Unidades de cultivo

- Las unidades y sistemas de cultivo deben permitir:
 - Que las especies se encuentren en una ambiente adecuado para su desarrollo , en términos de calidad y cantidad.
 - Que dispongan de los insumos necesarios adecuados para su desarrollo, en términos de cantidad y calidad.
 - Evitar la fuga de los individuos.
- Así, los S y U de cultivo deben se diseñadas para:
 - Entregar artificialmente estos requisitos o,
 - Facilitar que en forma natural se cumplan estos requisitos (ponerlos en un lugar adecuado).

Entrega artificial de condiciones

- Se entregan condiciones de calidad de agua adecuada
- Se proporciona alimento de manera artificial
- Se entregan condiciones de bioseguridad
- Se evita la fuga



Entrega de condiciones naturales

- Se ubican y permiten utilizar la calidad de agua natural.
- Se ubican y permiten una alimentación natural
- Se ubican y permiten condiciones de bioseguridad
- Evitan la fuga

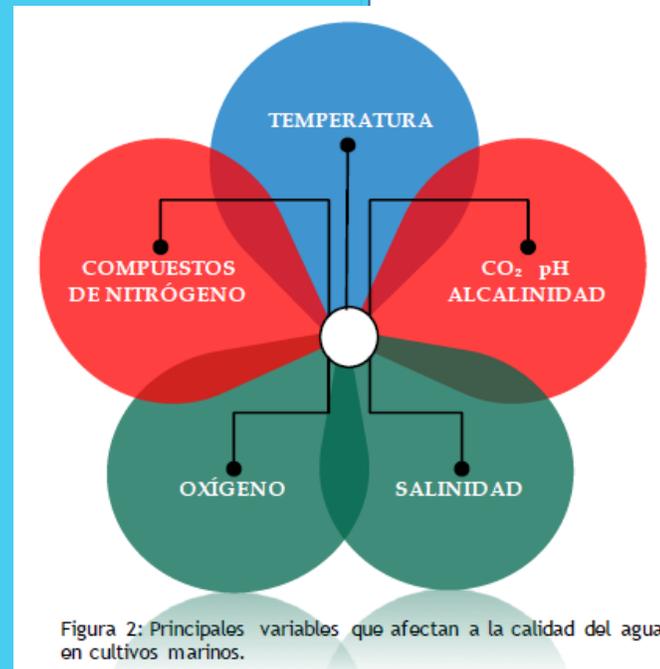


Sin embargo, las condiciones naturales no son controlables y afectan notoriamente la calidad de las condiciones: Mortalidad, pérdida, bajo crecimiento-

IV. CALIDAD DE AGUA EN ACUICULTURA

CALIDAD DE AGUA Y SU MONITOREO

- ❑ Se refiere a las características químicas, físicas y biológicas que posee el agua.
- ❑ En el cultivo de peces o cualquier otra especie hidrobiológica, es la medida de la condición del agua en relación a los requisitos para mantener la salud de los peces.
- ❑ El manejo adecuado juega un rol significativo para el éxito de la operación de cultivo.
- ❑ Cada parámetro de calidad de agua puede afectar de forma directa en la salud de los peces.
- ❑ La exposición constante de niveles impropios de calidad de agua puede provocar estrés, enfermedades, desnutrición y en el peor de los casos la mortalidad parcial o total de la especie en cultivo.



CALIDAD DE AGUA Y SU MONITOREO

- ❑ El monitoreo cuidadoso de los parámetros de calidad del agua es importante para comprender las interacciones entre parámetros y efectos en la alimentación de las especies de cultivo.
- ❑ Cada parámetro de agua por sí mismo puede no decir mucho, pero varios parámetros juntos pueden revelar los procesos dinámicos que se llevan a cabo en el estanque.
- ❑ Los registros de calidad de agua permitirá a los acuicultores notar cambios y tomar decisiones rápido para que las acciones correctivas puedan ser realizada.

EFFECTO DE LA ESPECIE SOBRE LA CALIDAD DE AGUA

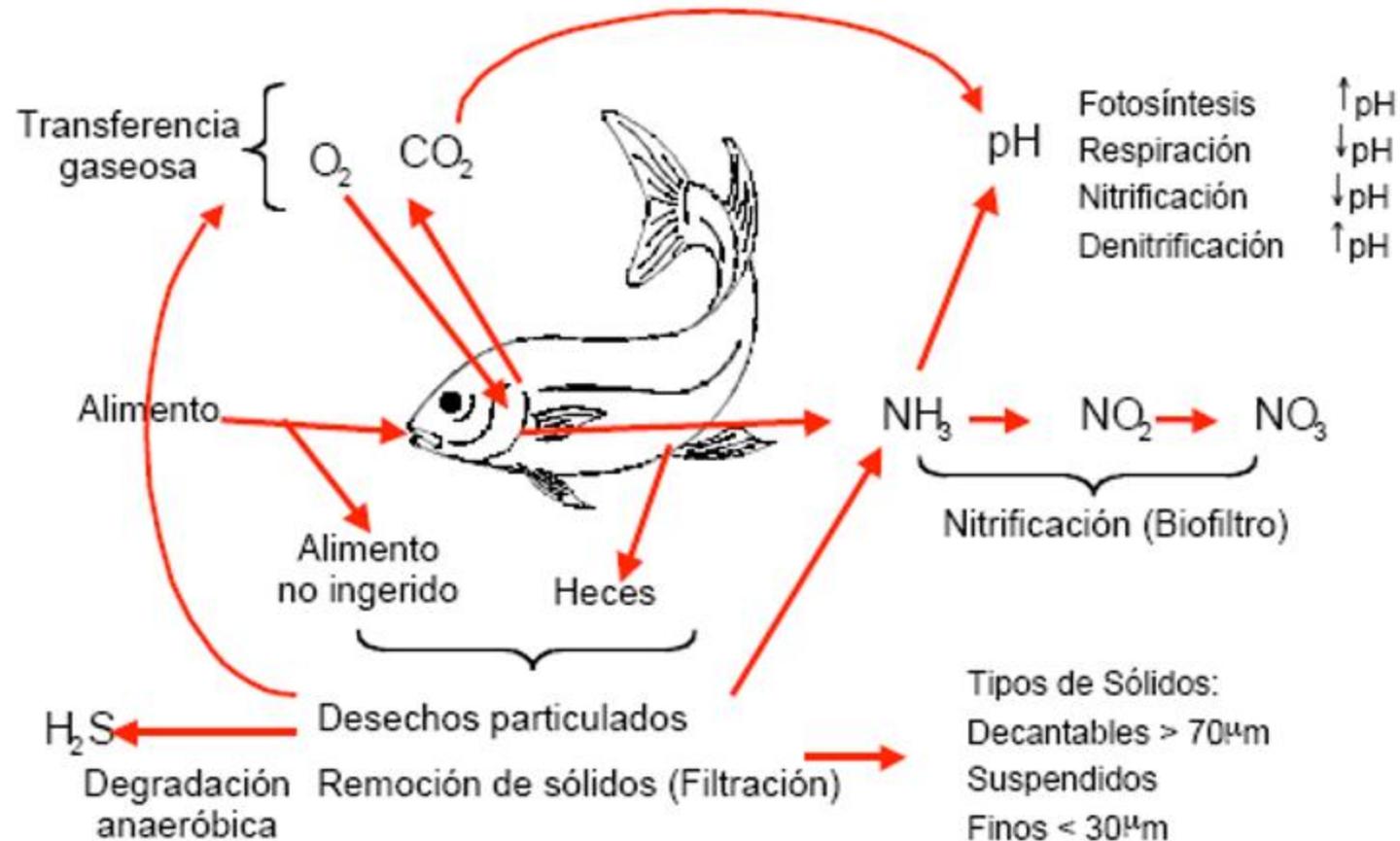
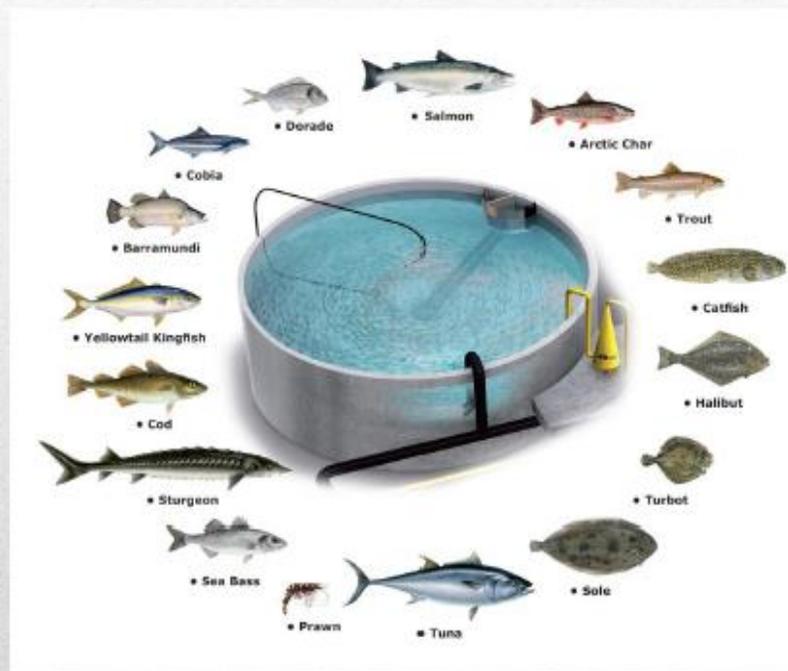


Figura 2. Principales productos orgánicos de desecho de un cultivo de peces y sus formas de remoción o transformación

ESTABLECIMIENTO DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN EL CULTIVO DE PECES



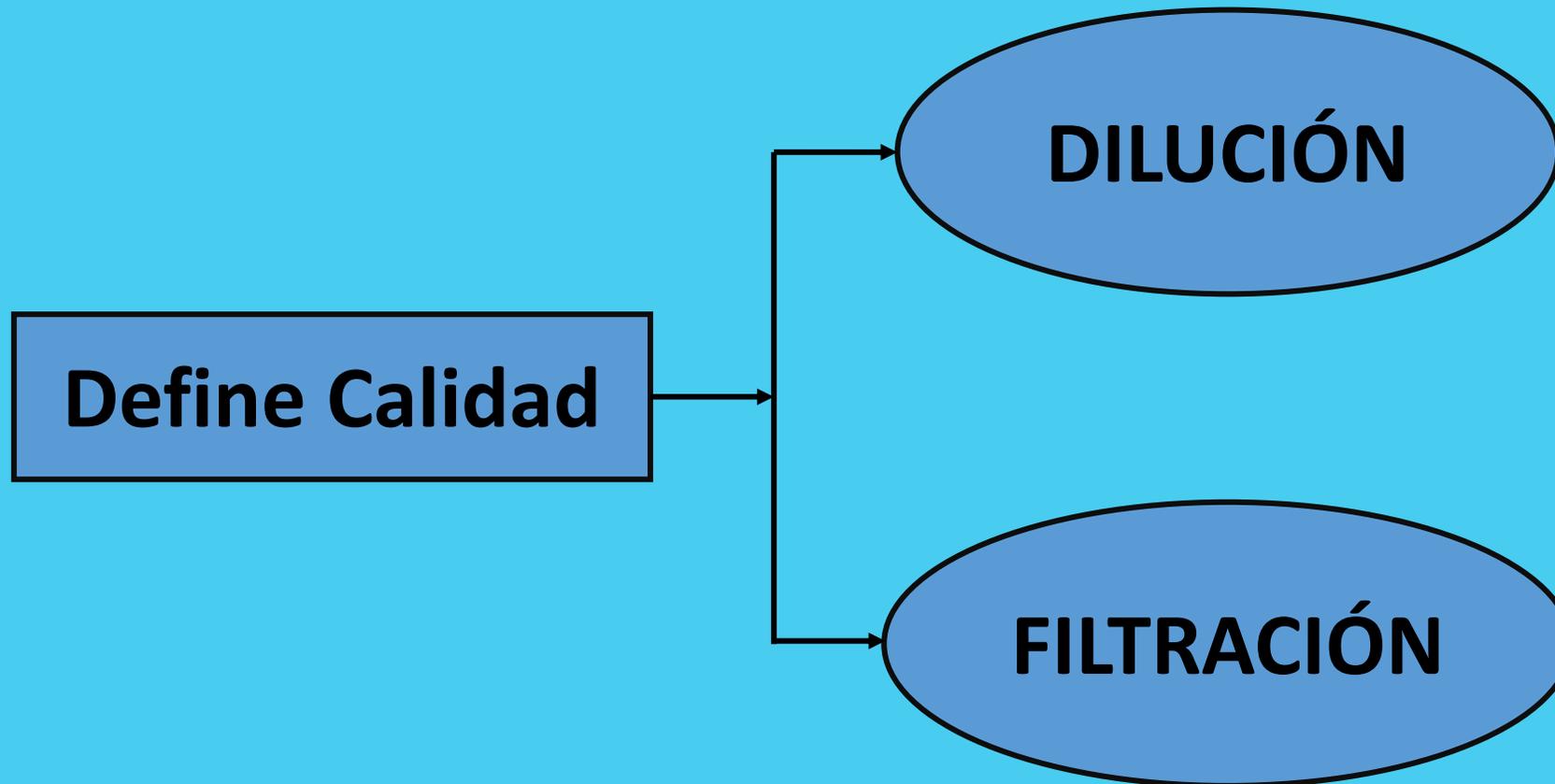
*** Las variables dependen de la especie a cultivar ***

Tabla 1: Parámetros de calidad de agua y sus valores estándar

Parámetro	Valores estándar
Oxígeno (Disuelto)	>4.0 mg/l
Temperatura	Dependiente de las especies
pH	7.5 - 8.5
Salinidad	Agua dulce: < 0.5 ppt
Agua salobre: 0.5 - 30 ppt	< 10 ppm
Agua de mar: 30 - 40 ppt	0 - 0.5 ppm
Óptimo: 15 - 25 ppt	< 1 ppm
Dióxido de Carbono (CO ₂)	< 10 ppm
Amoníaco (NH ₄ ⁺ /NH ₄ -N)	0 - 0.5 ppm
Nitritos (NO ₂ -)	< 1 ppm
Dureza	40 - 400 ppm
Alcalinidad	50 - 300 ppm
H ₂ S	0 ppm
BOD	< 50 mg/l

V. COMO SE MANTIENE LA CALIDAD DE AGUA EN ACUICULTURA?

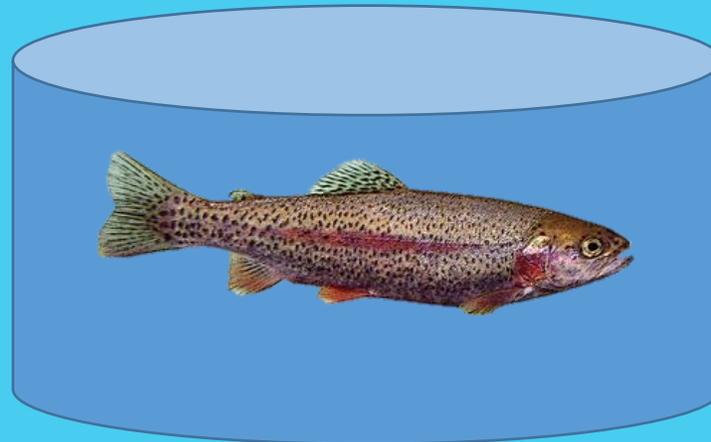
¿ Qué debemos hacer para recuperar la CALIDAD DEL AGUA?



¿ Qué debemos hacer para recuperar la CALIDAD DEL AGUA?

DILUCION

FLUJO ENTRADA DE AGUA



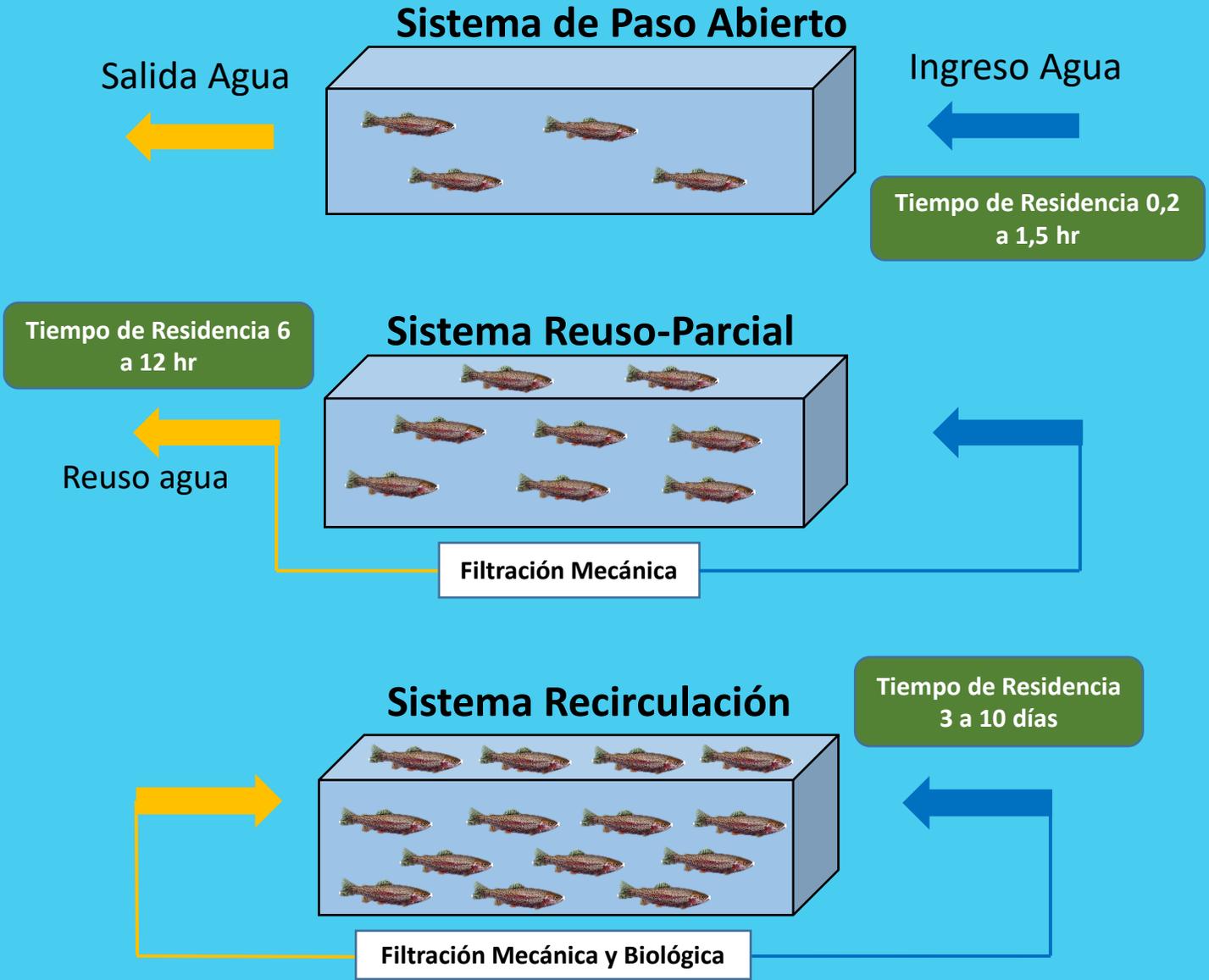
FLUJO SALIDA DE AGUA



CONSECUENCIAS:

- Impacto ambiental alto.
- Costo alto por tratamiento de agua.
- Costo alto por control de temperatura.
- Costo alto por succión continua de agua.

FILTRACIÓN



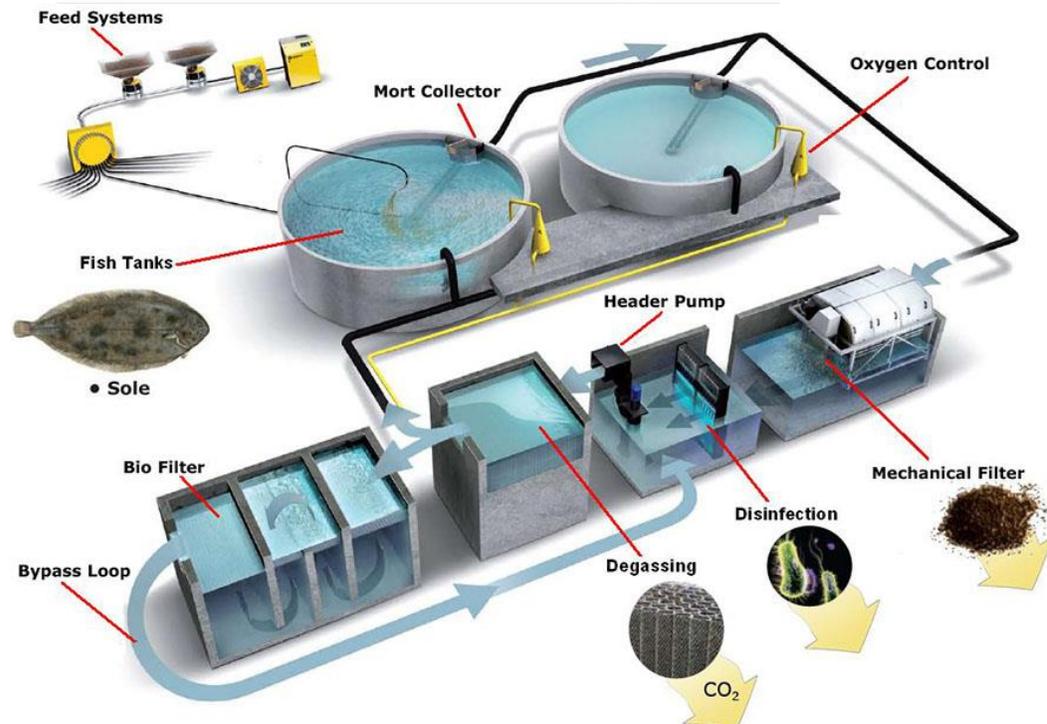
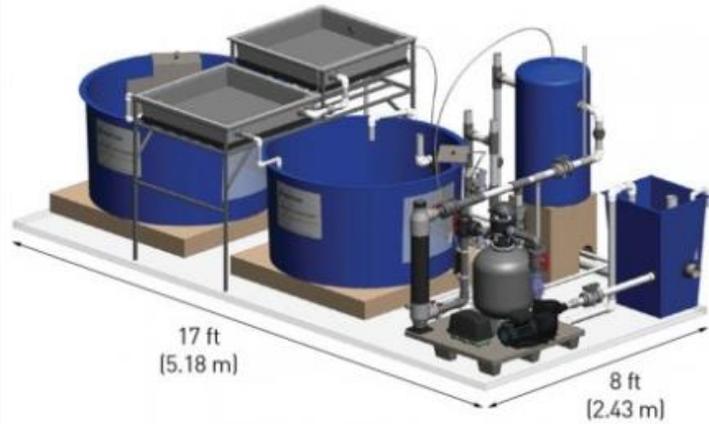
Sistemas de Recirculación en Acuicultura (SRA)

- ❑ En el ámbito de la Acuicultura, los diversos problemas ambientales generados del cultivo en mar, los problemas oceanográficos, la baja disponibilidad de agua y de espacios, impulsa la acuicultura en tierra en Sistemas de Recirculación para la Acuicultura (SRA).
- ❑ Los SRA son un conjunto de procesos y componentes que se utilizan para el cultivo de organismos acuáticos (peces, moluscos y/o algas), donde el agua es continuamente limpiada y re-utilizada (Libey,1993).

- ❑ Ventajas de los SRA:
 - Ahorro y uso racional del agua ya que el volumen de recambio es menor a un 10% diario del volumen total del sistema.
 - Aprovechamiento del espacio.
 - Tratamiento de los residuos generados por los organismos cultivados.
 - Monitoreo y control de la calidad de agua y de las variables que determinan su calidad.

- ❑ El control de los parámetros fisicoquímicos permiten la producción continua a lo largo del año (Timmons *et al.* 2002), además si se mantiene los parámetros fisicoquímicos adecuados los organismos cultivados pueden presentar mejores tasas de crecimiento y conversión alimentaría (Wheaton, 1977).

Ejemplos de SRA



Ventajas de los Sistemas de Recirculación en Acuicultura.

- Reduce la transmisión y propagación de Enfermedades.
- Disminuye en forma considerable los contaminantes al medio ambiente.
- Optimización en el uso de recursos, tales como agua, alimentos, energía, terrenos, personal, etc.
- Niveles más altos de Factor de Conversión Alimenticia.
- Programación más eficiente en la Producción.
- Se puede utilizar para los diferentes estadios en organismos acuáticos en agua dulce como en agua de mar tanto en peces, crustáceos y moluscos.

INDUCCION A UN SISTEMA SRA

Sistema de Recirculación en Acuicultura

Efecto de la Especie en la Calidad de Agua

ALERTA

AMENAZA

DETERIORO DE LA CALIDAD DE AGUA

Dióxido de Carbono
mg/L (CO₂)

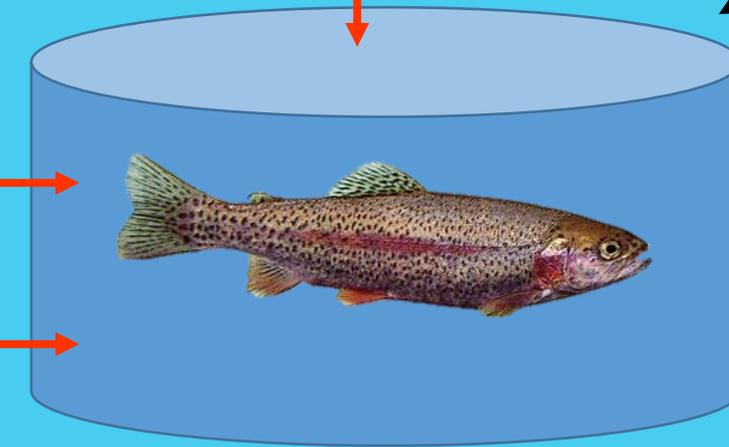
Alimento



NAT: Nitrógeno Amoniacal
Total mg/L

Sólidos Totales
mg/L

Oxígeno mg/L
(O₂)



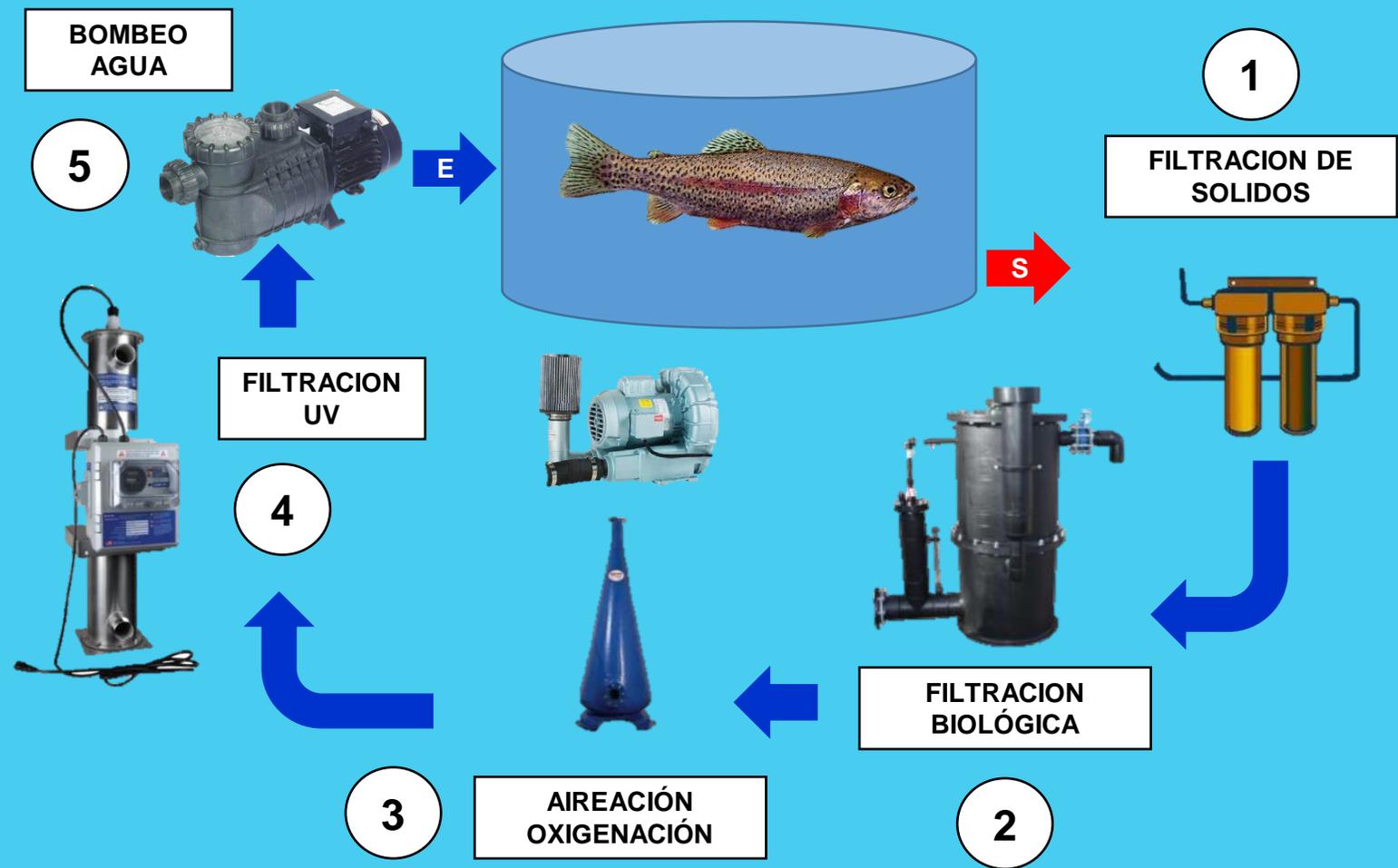
Fecas

Sólidos

UNIDAD DE CULTIVO-ESTANQUE

¿ Qué debemos hacer para recuperar la CALIDAD DEL AGUA?

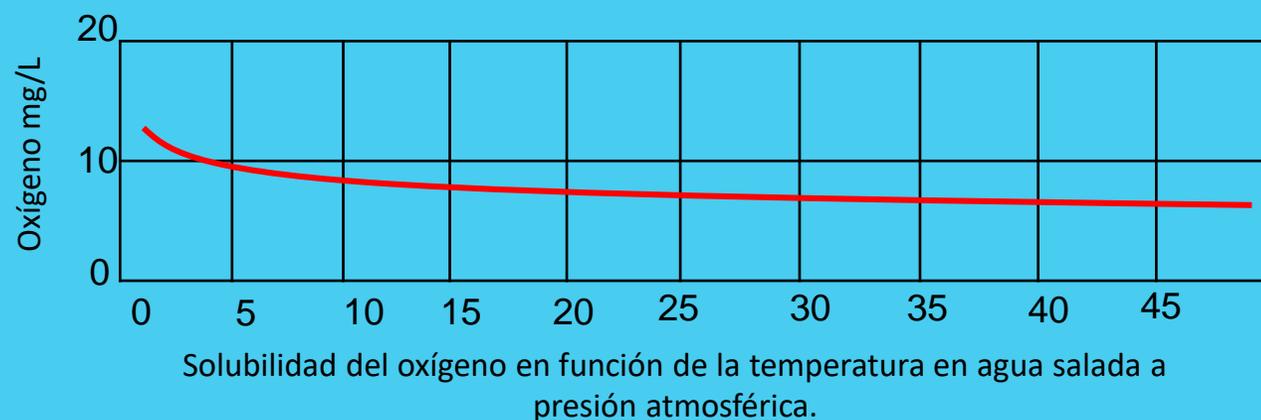
SOLUCION: TECNOLOGÍA DE LOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN EN ACUICULTURA



V. DEFINICIÓN DE VARIABLES DE CALIDAD DE AGUA

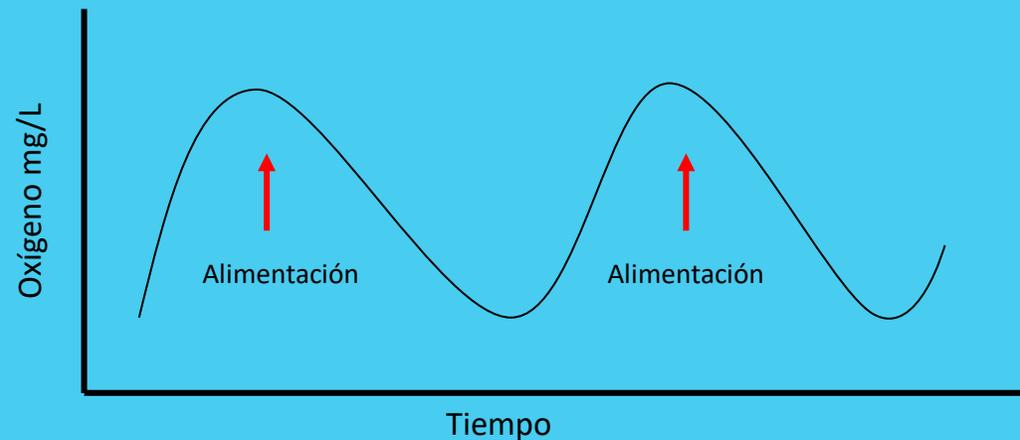
Temperatura

- Afecta la solubilidad del oxígeno en el agua.
- Afecta la asimilación del alimento y el crecimiento de los peces.
- Altas temperaturas produce riesgos de aparición de patologías en el cultivo.
- Determina la viabilidad económica de los cultivos.
- Influye directamente en los procesos fisiológicos de los organismos de cultivo (respiración, crecimiento, reproducción. Alimentación y/o comportamiento).



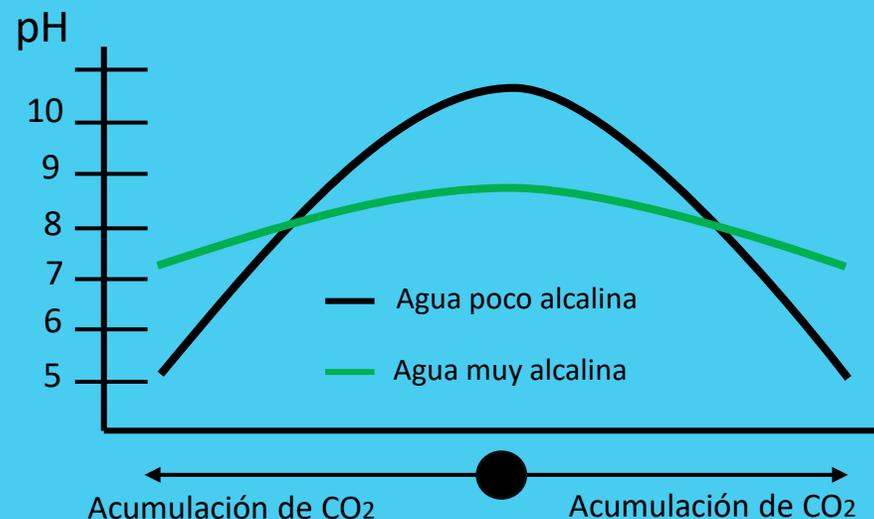
Oxígeno Disuelto

- Es la variable más importante en un SRA, es considerada la variable más crítica en el cultivo.
- Los peces utilizan el oxígeno durante la respiración.
- La variable interactúa directamente con la temperatura del agua.
- Durante la alimentación los peces aumentan su metabolismo y consumen mayor oxígeno para la asimilación del alimento.



Disminución de la cantidad de oxígeno disuelto con la alimentación.

pH/CO₂/Alcalinidad



Variación del pH ante la acumulación de CO₂. El agua más alcalina amortigua mejor (mayor capacidad tamponadora) la acidificación por la acumulación de CO₂.

- El pH representa la característica ácida o básica del agua, controla el proceso de nitrificación de los biofiltros de los SRA y se encuentra estrechamente relacionado con el CO₂ y la alcalinidad.
- El CO₂ se libera durante la respiración de los peces, reacciona con el agua y forma el ácido carbónico (H₂CO₃), bajando el pH del agua.
- La Alcalinidad expresa la cantidad de carbonatos presente en el agua, es una medida de la capacidad de neutralización del pH o de la capacidad de neutralizar la acidez del agua (aguas más alcalinas mantendrán el pH alrededor del neutro de la escala).

Salinidad

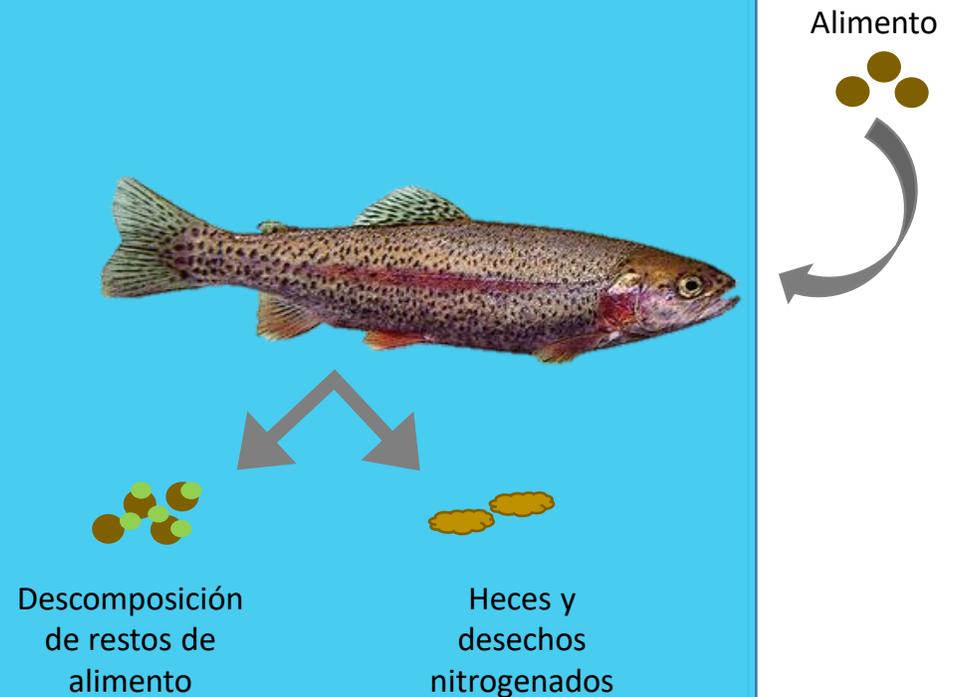
- ❑ La salinidad corresponde a la cantidad de sales que posee un fluido.
- ❑ Ante cambios bruscos de salinidad en el medio, los organismos realizan un gasto energético para mantener la salinidad interna constante, lo que se conoce como OSMORREGULACION.
- ❑ Afecta directamente la solubilidad del oxígeno en el agua.

	9 ‰	18 ‰	36 ‰	45 ‰
15 °C	9,5	8,5	8,1	7,6
20 °C	8,6	8,2	7,3	7,0
25 °C	7,9	7,5	6,7	6,4
30 °C	7,2	6,8	6,1	5,8
35 °C	6,6	6,3	5,7	5,4

Solubilidad aproximada de O₂ (mg/L) en función de la salinidad y la temperatura.

Residuos Nitrogenados

- ❑ La acumulación de residuos nitrogenados en un-SRA se debe principalmente a la descomposición bacteriana de los restos de pienso y la excreción de los peces.
- ❑ Su acumulación en un-SRA puede indicar el mal funcionamiento del biofiltros.
- ❑ La acumulación de NH_3 puede provocar daño branquial, menor fecundidad y tener efectos sobre el sistema nervioso e inmune.
- ❑ La acumulación de NO_2 puede provocar la enfermedad de la sangre marrón, afectando mucho a su capacidad para respirar.
- ❑ La acumulación de NO_3 puede afectar el órgano del equilibrio de los peces, su apetito y provocar decaimiento.



Resumen de las variables más importantes que afectan a la calidad del agua en un-SRA, algunas de sus relaciones y recomendaciones más relevantes.

Variable	Efecto sobre variables relacionadas	Recomendación más relevante
TEMPERATURA	<ul style="list-style-type: none"> Menor solubilidad del O₂ a mayor temperatura. A mayor temperatura, mayor % de NH₃ (el más tóxico). 	<ul style="list-style-type: none"> Evitar variaciones de más de 5 °C.
OXÍGENO	<ul style="list-style-type: none"> Valores bajos de oxígeno limitan la nitrificación. Menor solubilidad del O₂ a mayor temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> > 5 ppm de O₂ en el tanque de cultivo. > 2 ppm de O₂ a la salida del tanque de cultivo.
SALINIDAD	<ul style="list-style-type: none"> A mayor salinidad menor cantidad de NH₃ (el más tóxico). A mayor salinidad menor solubilidad del O₂. 	<ul style="list-style-type: none"> Disminuir durante el transporte.
pH	<ul style="list-style-type: none"> Nitrificación más eficiente entre pH 7-8. A mayor pH, mayor % de NH₃ (el más tóxico). Grandes variaciones de pH en aguas poco alcalinas. 	<ul style="list-style-type: none"> Evitar variaciones de más de 0,5 puntos.
CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> La acumulación de CO₂ provoca la bajada de pH. 	<ul style="list-style-type: none"> Mantener una alcalinidad adecuada para evitar la acidificación por acumulación de CO₂.
ALCALINIDAD	<ul style="list-style-type: none"> La alcalinidad se consume a medida que neutraliza los ácidos producidos en el metabolismo de peces y bacterias. Si no se repone acabará bajando el pH. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar mecanismos de control automatizados.

VI. MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN ACUICULTURA

MEDIDOR DE OXÍGENO DISUELTO

Equipo permite medir mediante sensor el O₂ en mg/L y %Saturación, además e la Temperatura (T°C) del agua



MEDIDOR DE pH/TEMPERATURA

Equipo mediante sensores permite medir el pH y la temperatura del agua



MEDIDOR FOTOMETRO

Equipo permite medir mediante luz de onda por colorimetría variables tales como: amonio, nitrito, nitrato, CO₂, O₂, salinidad, color de agua, otros.



MEDIDOR REFRACTÓMETRO

Equipo refractómetro permite medir la sal presente en las muestras de agua de cultivo.



KIT TITULACION ACUICULTURA

Permite medir por titulación variables como: alcalinidad, CO₂, pH, dureza total, cloro, salinidad, otros.



GRACIAS....

AMIPE
 **UCSC**




Universidad
ARTURO PRAT
del Estado de Chile