

“Diseño y Manejo de Raceway autolimpiables en Ecuador”



Ac. Fernando Pilco Serrano

FENACAM, Noviembre de 2016

pilcoser@yahoo.es

Ventajas del raceway:

- Reducir los días de cultivo = menos costos fijos (US\$/ha/día)
- Incrementa la rotación de piscinas
- Aclimatación de PL's antes de transferir a engorde
- PL's aprovechan de mejor manera el alimento
- Mayor control de parámetros de cultivo
- Permite reforzar el sistema inmunológico de PL's
- Gran potencial de crecimiento compensatorio
- Estrategia contra el control de enfermedades (bioseguridad)
- Estimación más precisa de la población al sembrar

Tipos de raceway



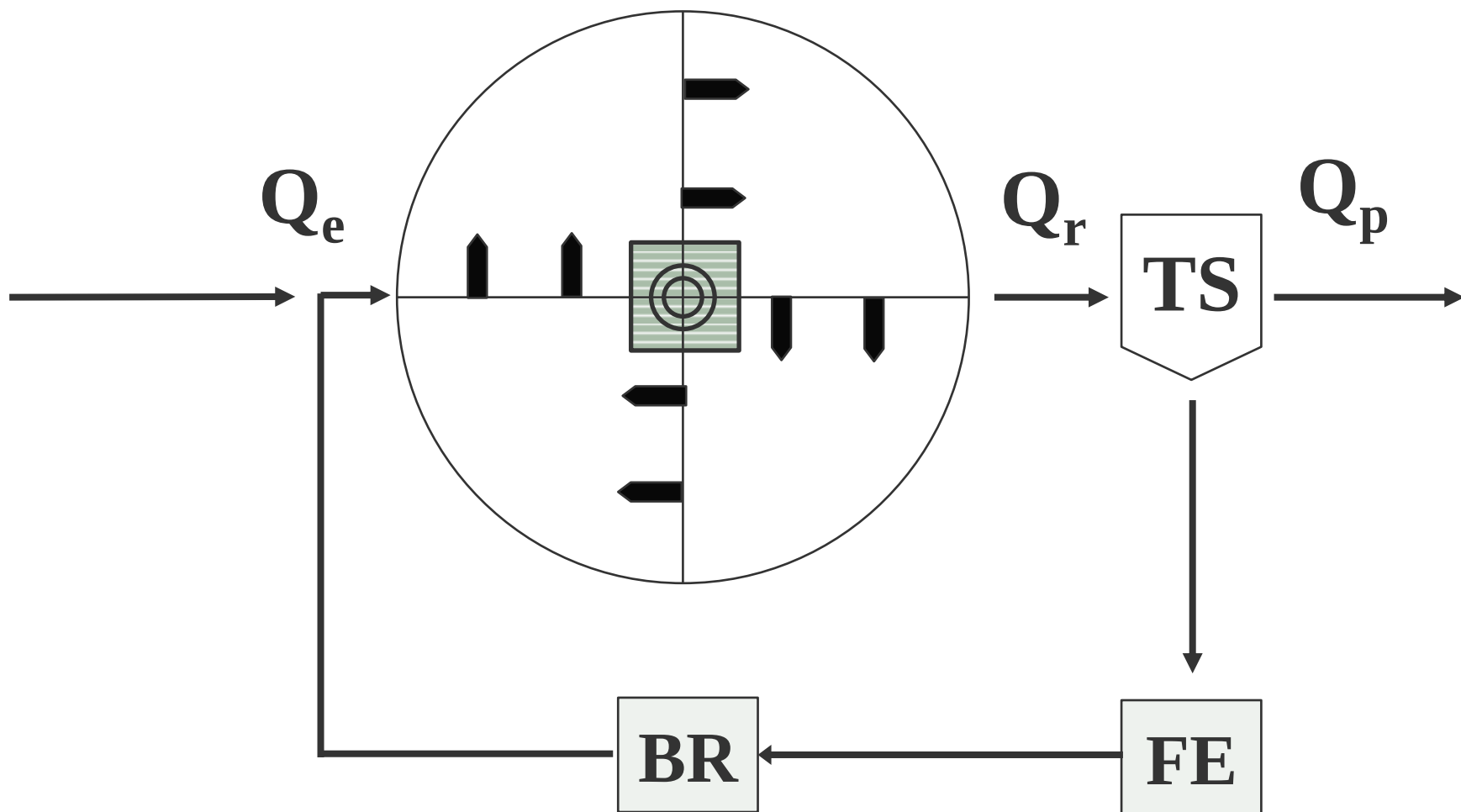
Raceway Autolimpiables:

- Tanques circulares, capacidad (150 tm)
- Sistema de Recirculación (RAS)
- Doble drenaje central para extraer sólidos
- Tanque de sedimentación
- Fraccionador de Espuma
- Oxigenación por venturi y parrilla aerotube

Beneficios:

- Sistemas cerrados, mejoran la seguridad alimentaria y reducen impacto ambiental
- Optimización de recursos (agua, personal, energía)
- Mejor eficiencia en conversión de alimento
- Exclusión de patógenos (bioseguridad)
- Control de desperdicios y reutilización de nutrientes

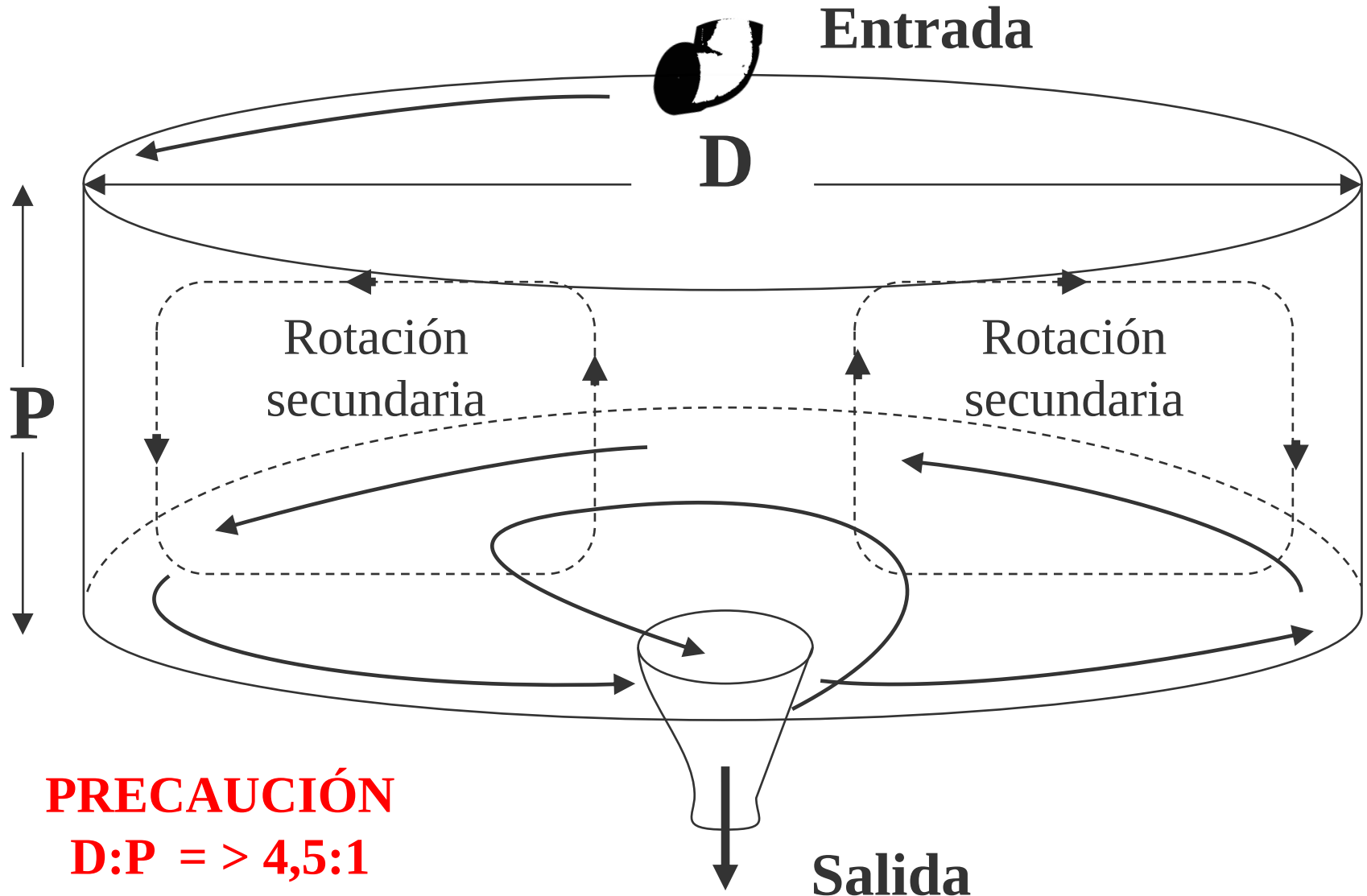
Diseño



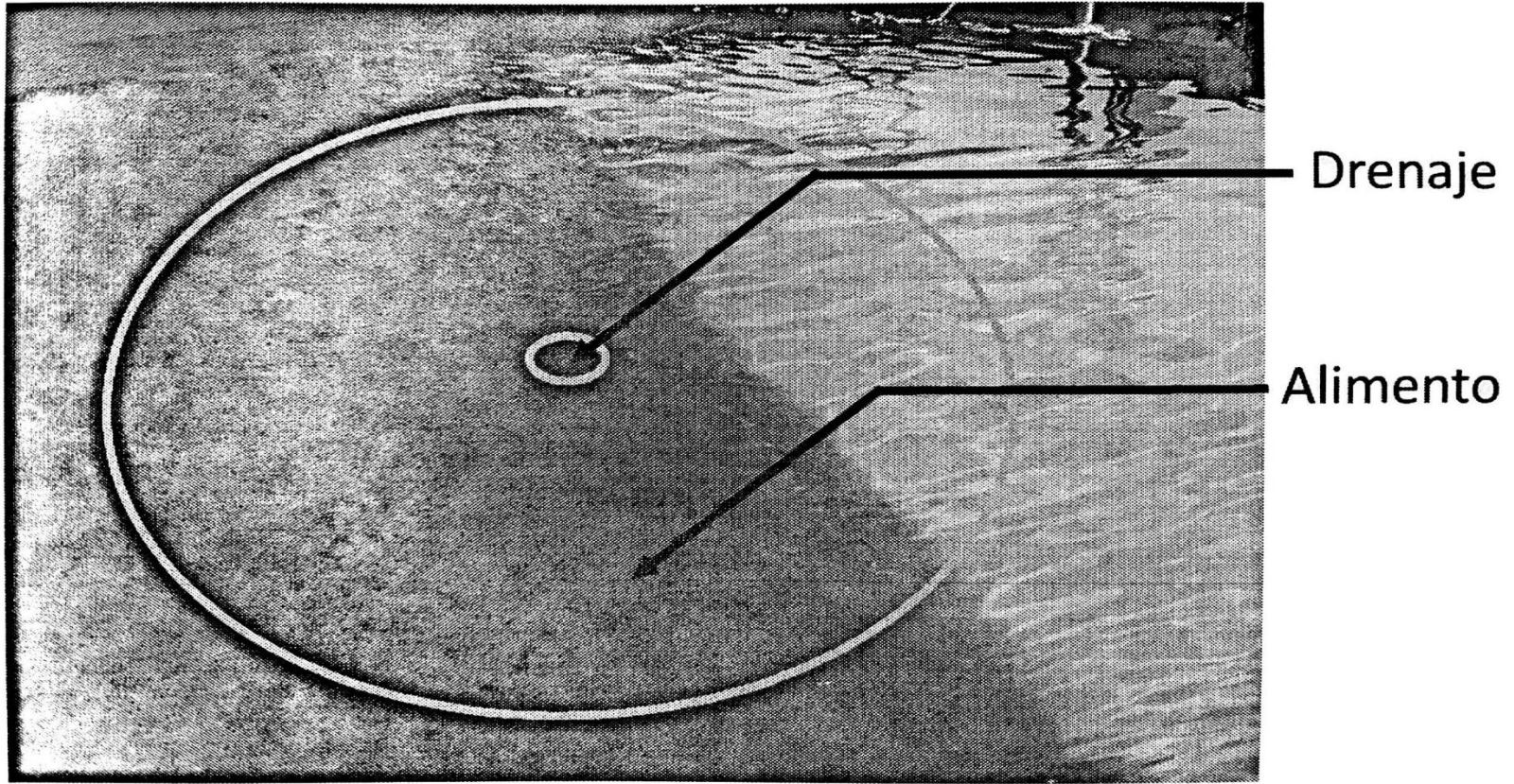
Por qué tanques circulares?

- Reduce los requerimientos de espacio
- Menor costo (US\$) por instalaciones y equipos (válvulas, alimentadores, no compuerta de descarga, etc.)
- Buena distribución del flujo y uniformidad (mixing)
- Velocidad de rotación adecuada (natación y autolimpieza)
- Rápida concentración y eliminación de sólidos sedimentables
- Eficiencia en mano de obra (mejor distribución del alimento, optimiza tiempo para análisis, facilita la limpieza)

Hidráulica del Tanque

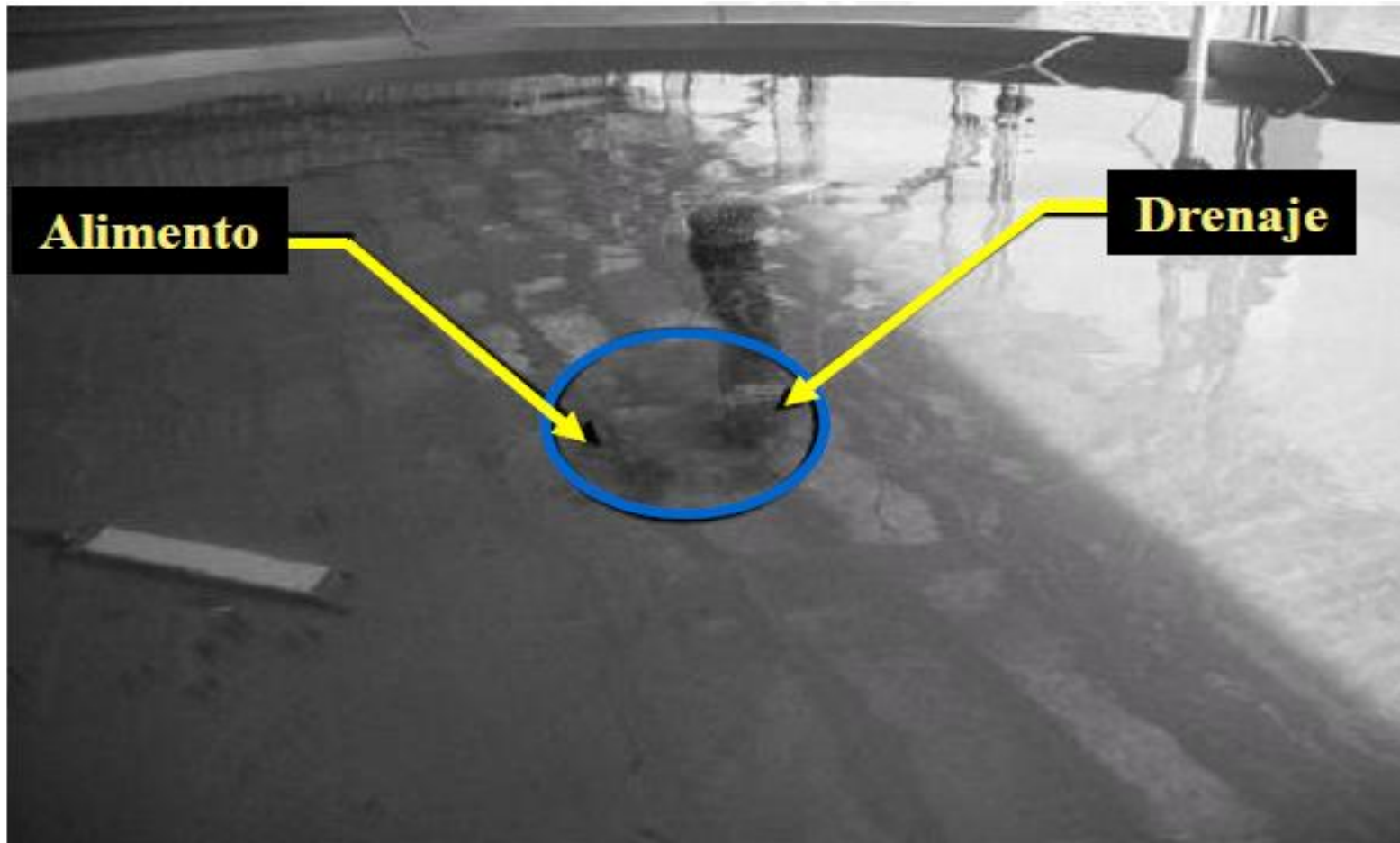


Razón D:P no ideal y mal diseño de la entrada de agua

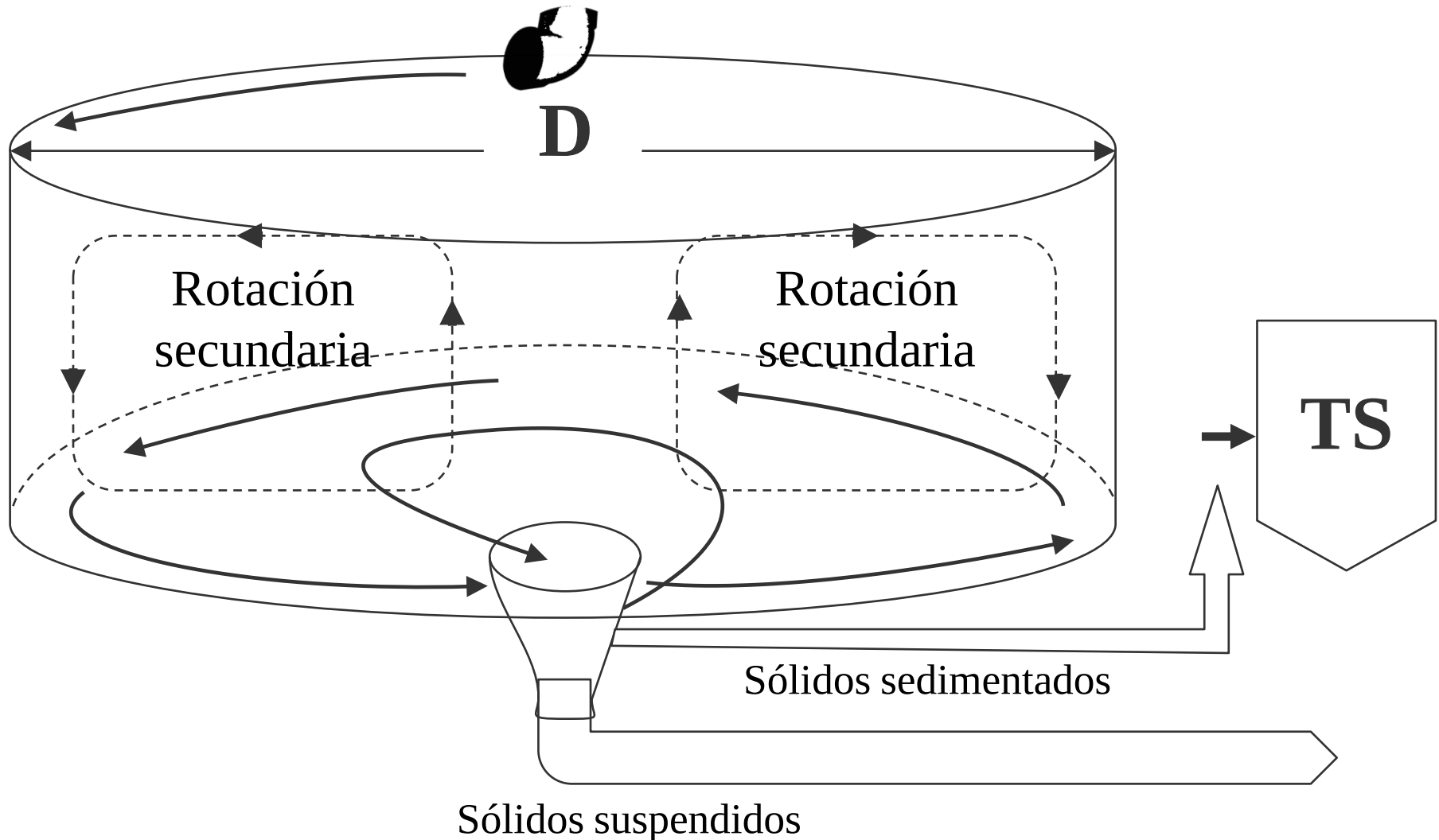


Los residuos sólidos se pueden estancar o quedar atascados en el fondo del tanque antes de llegar al desagüe central

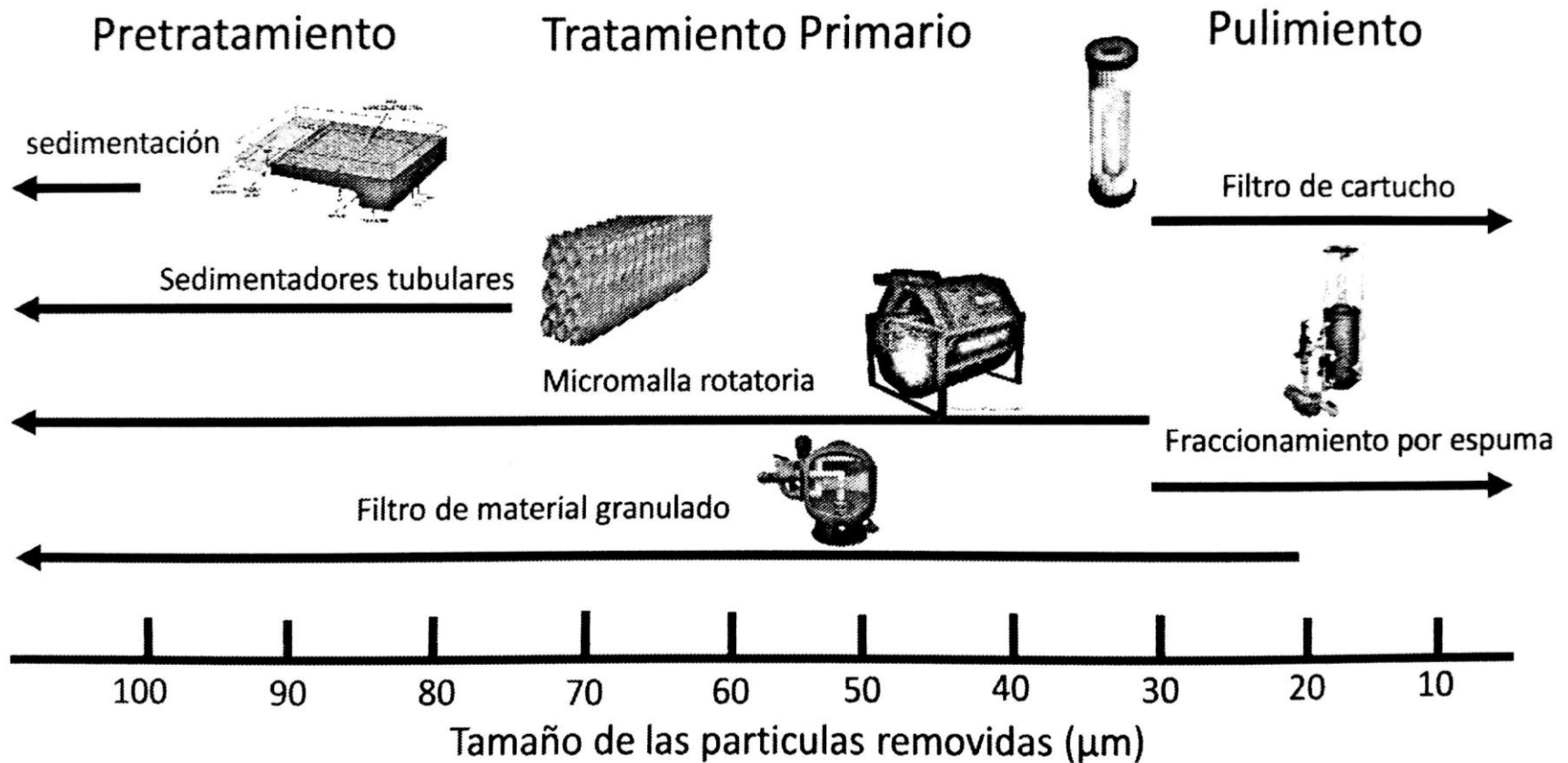
Razón D:P no ideal y mal diseño de la entrada de agua



Extracción de sólidos con drenaje doble tipo “cornell”

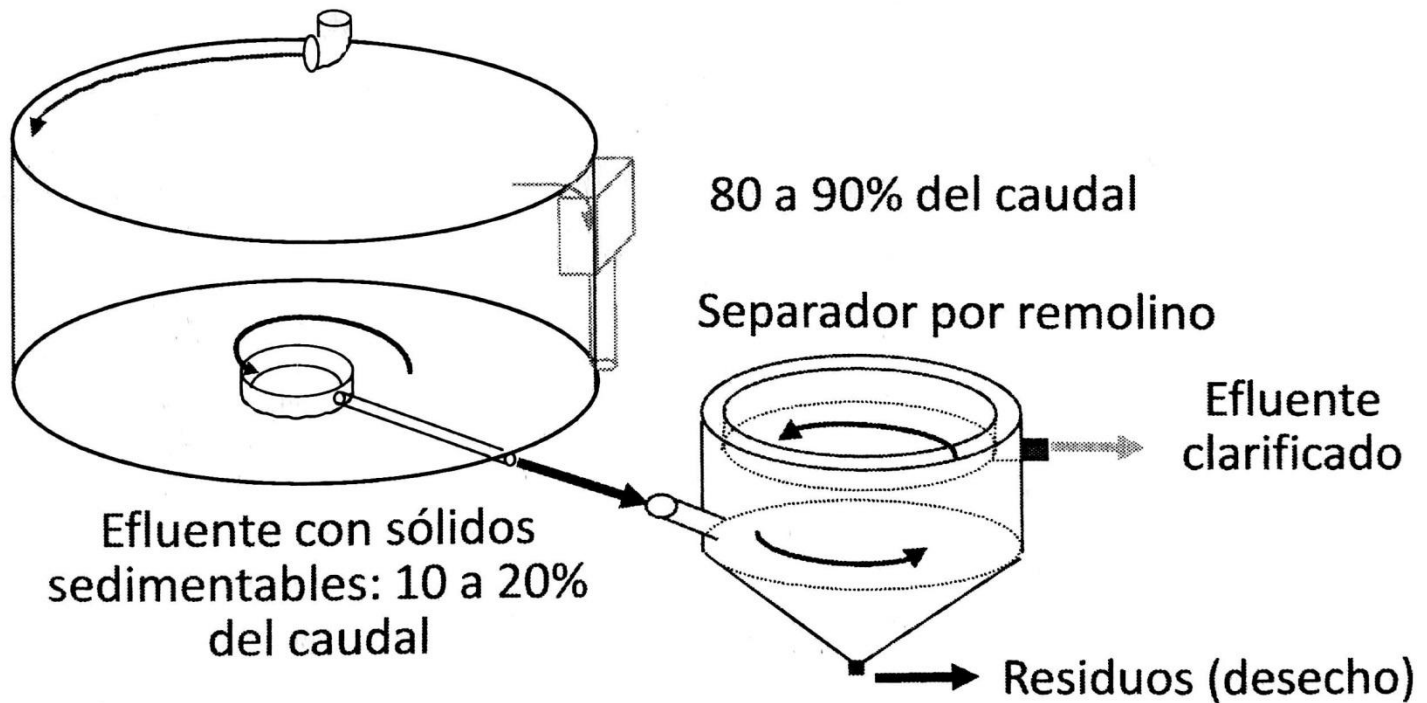


Tamaño de las partículas y tecnologías de remoción de sólidos suspendidos

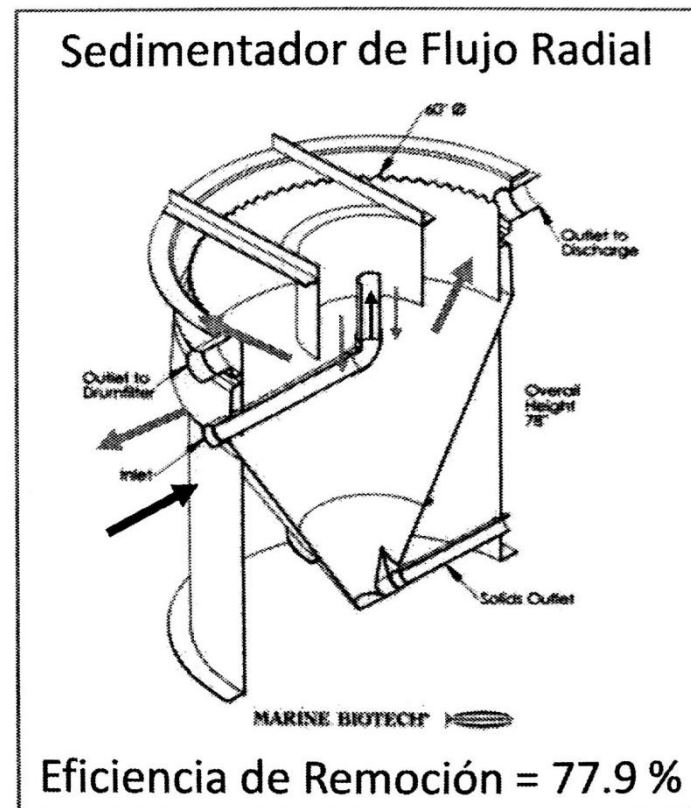
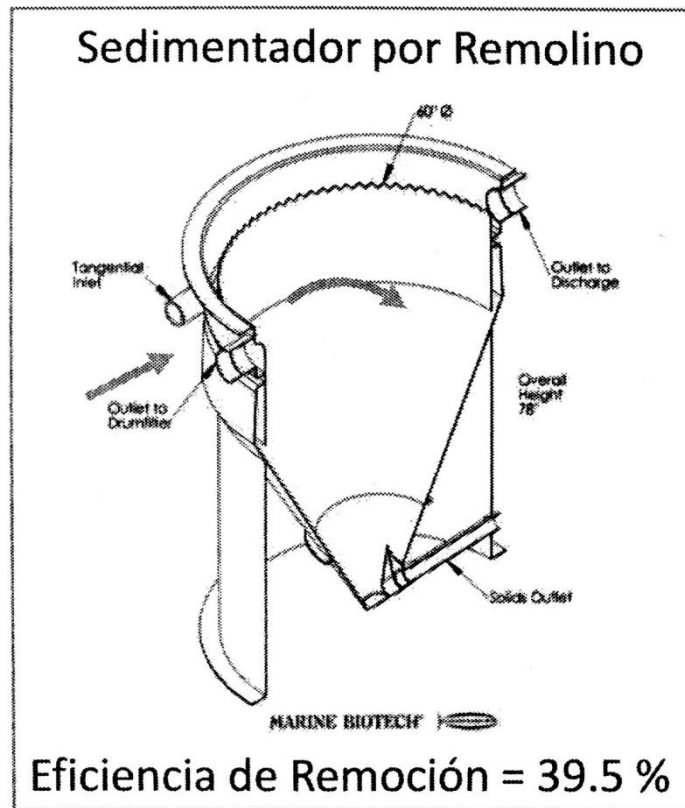


Despues Chen S., Stechey D, y Malone RF, 1994

Separador de Remolino: Asentamiento de sólidos

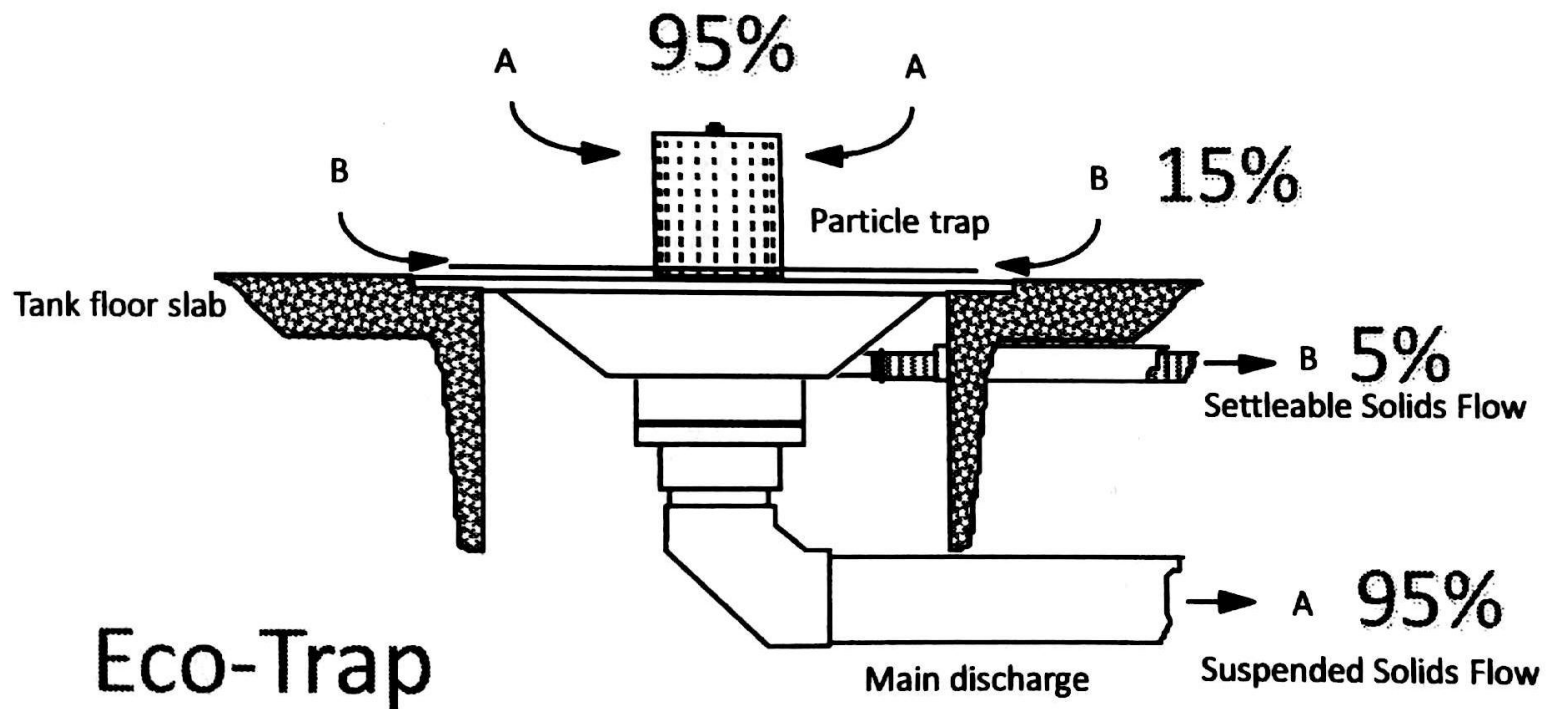


Tipos de sedimentadores



Tomado de Davidson, J. and S. Summerfelt. 2004. Solids Removal from a Coldwater Recirculating System – Comparison of a Swirl Separator and a Radial-Flow Settler. Aquaculture Engineering

Trampa de partículas (Eco-Trap)

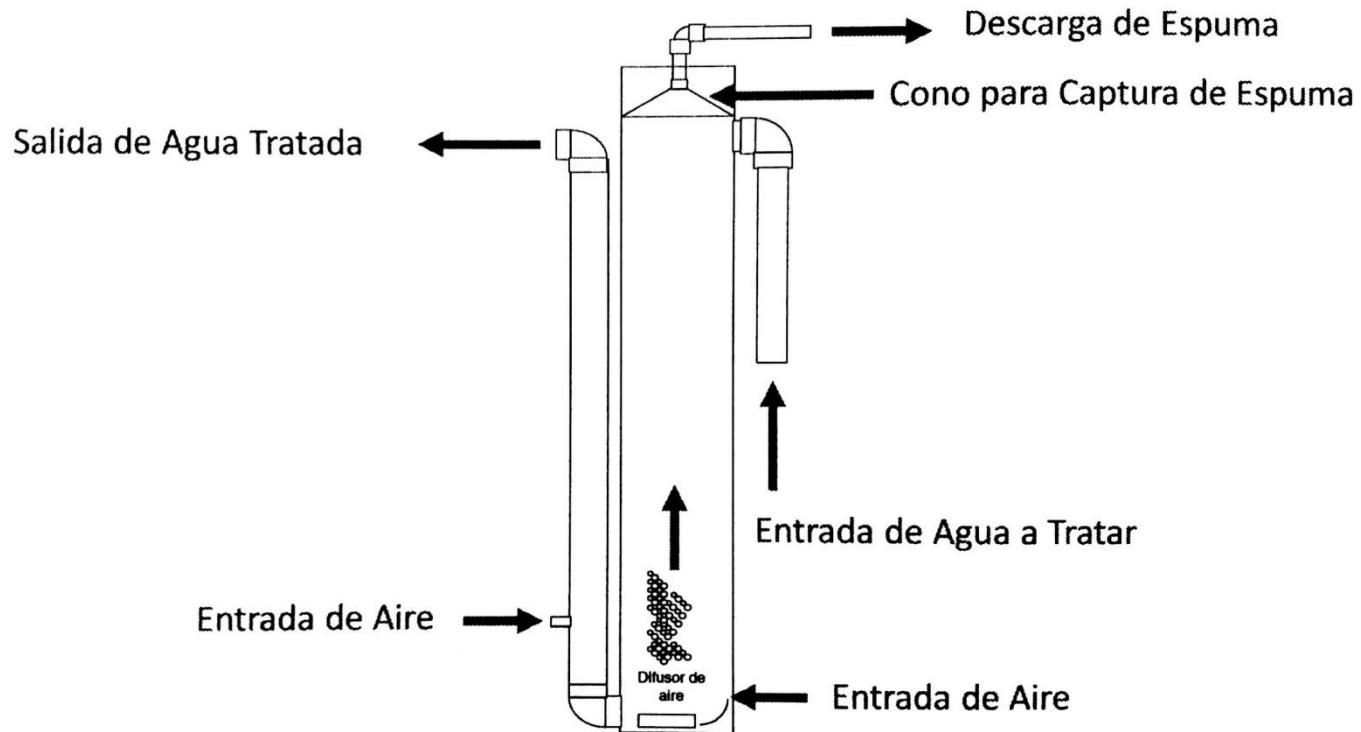


Drenaje doble tipo “cornell” + trampa de partículas + venturries

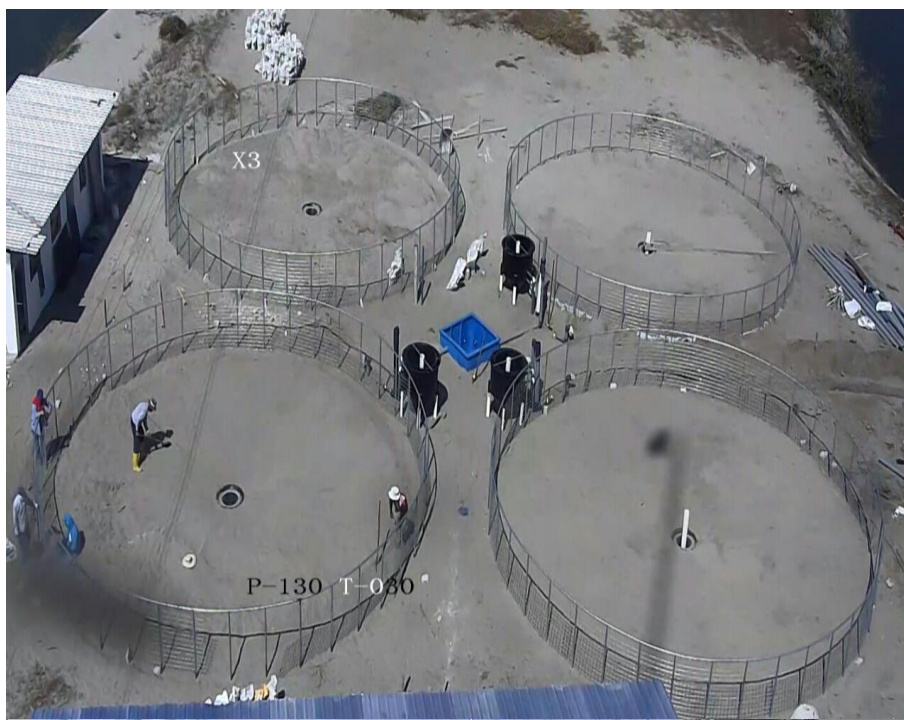


Remoción de sólidos finos y disueltos

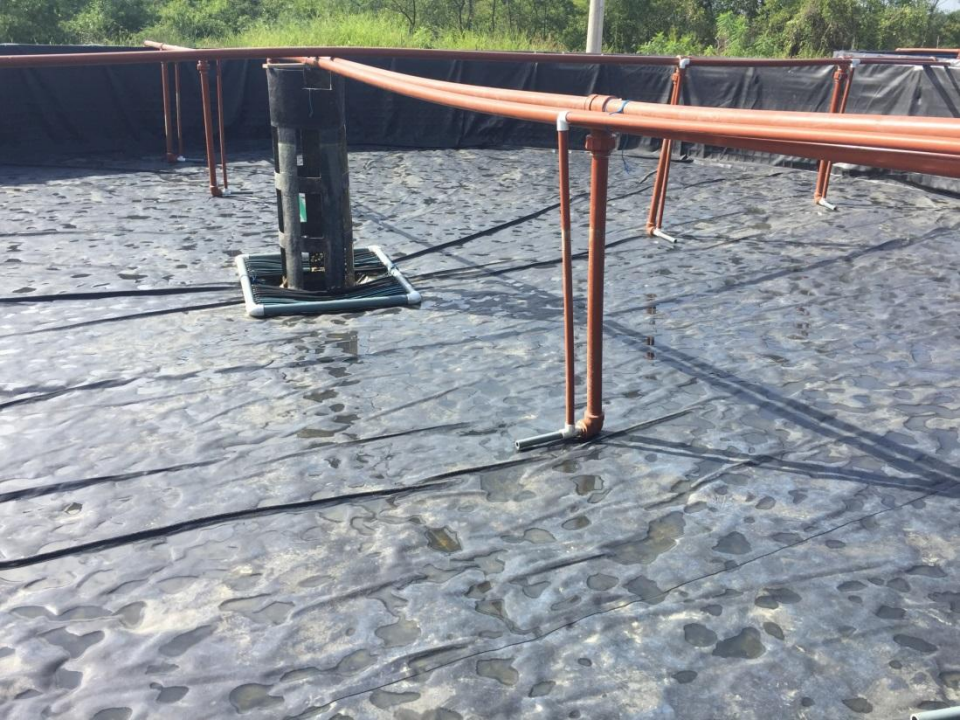
Fraccionador de Espuma

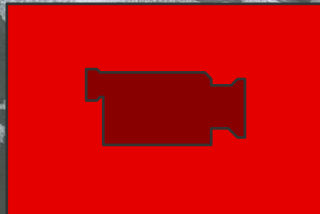
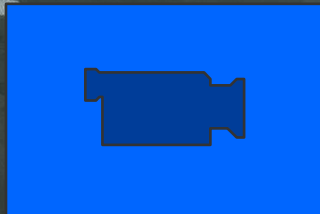
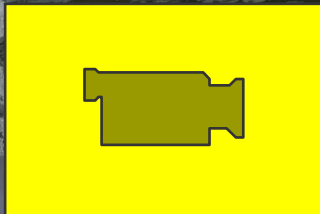
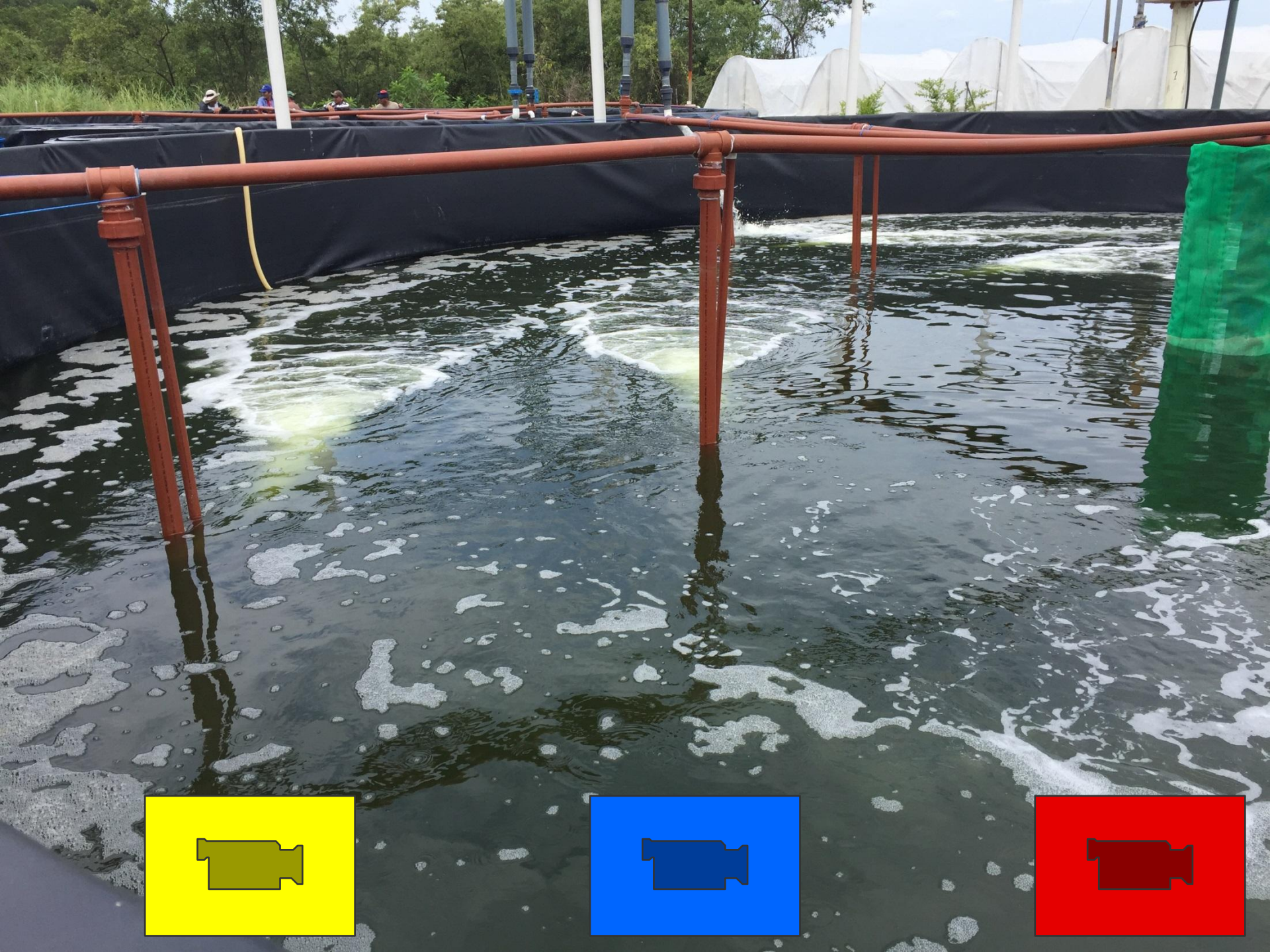












Manejo y Operación

Lavado y desinfección

- Líneas de agua de recirculación
- Paredes, piso y tubería dentro del raceway
- Equipos y materiales H_2O_2 , CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, Vitamina C,
- Líneas de aire (Formol o Alcohol)

Tratamiento de agua

- Análisis físico – químico
- Desinfectar - hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO})_2$
- Decantar - hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Activación del sistema (biofiltro)

- Corregir pH (mín. 7,2 máx. 8,2) y Alcalinidad (200 ppm)
- Balance → N:P+Si (20:1+20) algas diatomeas
- Balance → Ca:Mg:K
- Vitamina C + carbono orgánico
- Manejo de microorganismos (balance sistema mixotrófico)

Parámetro	Riesgo Zootécnico		
	Alto	Medio	Bajo
Oxígeno disuelto (mg/L)	0 – 2.5	2.6 – 4.0	> 4.0
Transparencia (cm)	< 25	26 – 30	> 30
Relación (N/P)	< 8:1	8 – 15	> 16 - 20:1
Fitoplancton	Cianobacterias Dinoflagelados	Clorofíceas	Diatomeas

Vinatea (2016); Cook y Clifford (1998)
Modificado por Fernando Pilco



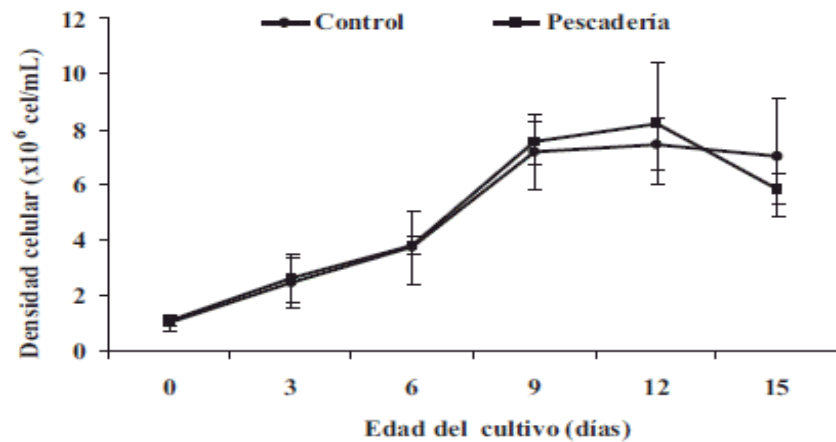
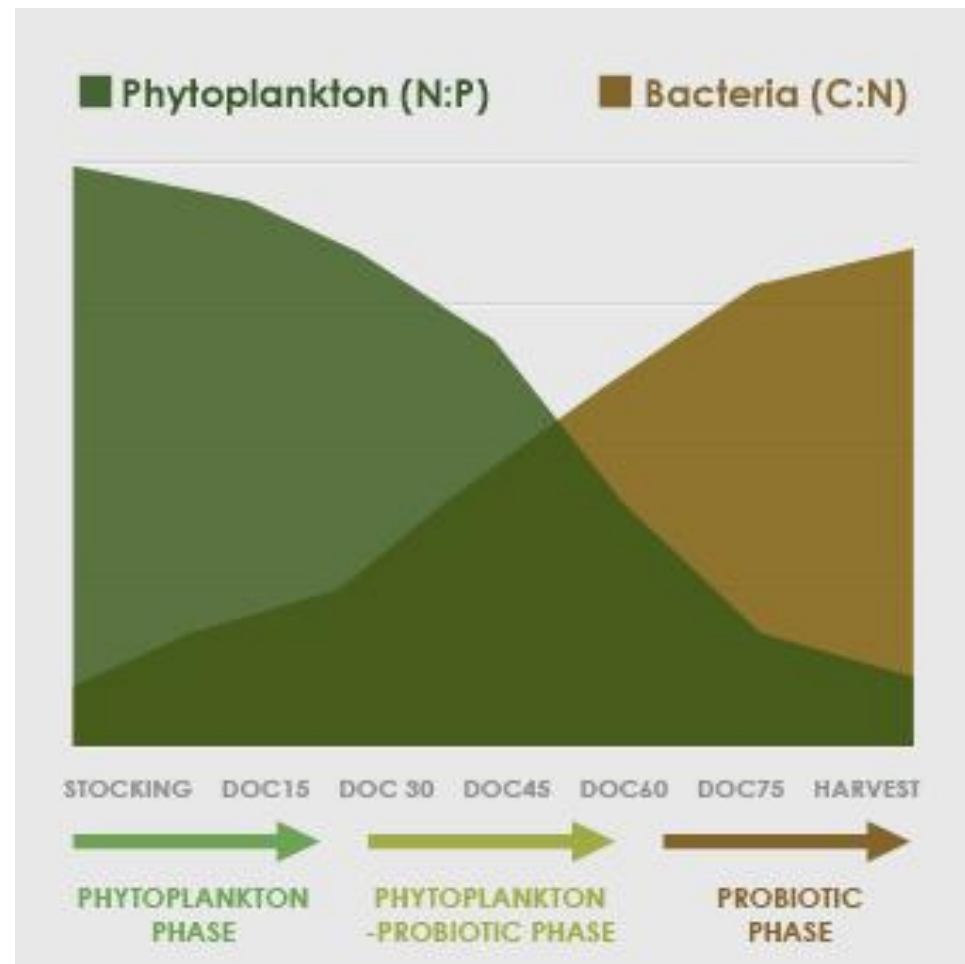
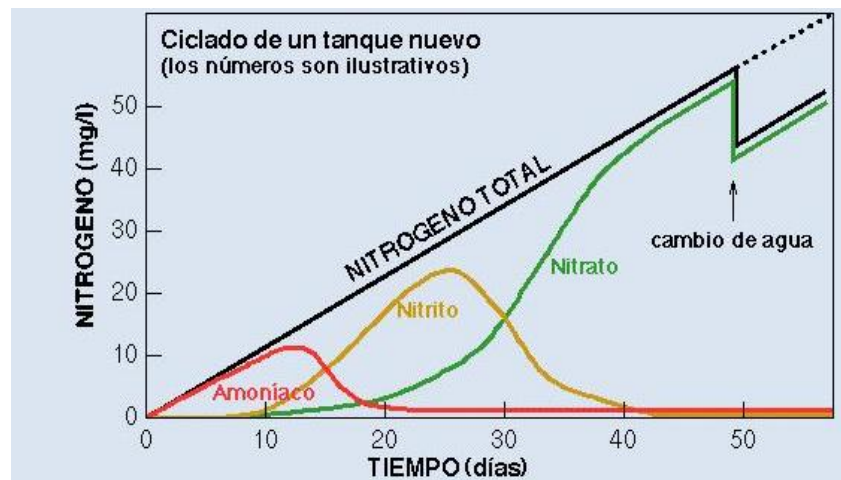


Figura 1. Crecimiento ($\times 10^6$ cel/mL) de *Scenedesmus* sp.



Alimentación

- Alimentos funcionales y nutraceuticos
 - Predigeridos
 - Probióticos + Prebióticos
 - Hidrolizados
 - Enriquecidos con ácidos orgánicos y fitobióticos
- Dosis diaria en 8 dietas → cada 3 horas
- Tamaño de la partícula en función de la moda poblacional

Tamaño del Alimento según talla de PL (PostLarva)	
Tamaño de la partícula (micras)	Tamaño de las PL's (pl/gr)
300	500 – 350
500	350 – 100
800	100 – 10
1200	10 – 2

Manejo de sedimentos

- 8 veces al día (15 minutos antes de cada dieta)
- Abrir todas las válvulas de drenaje y limpiar depósitos de alimentos
- Limpiar tanque de sedimentación cada 48 h
- Cambiar mallas del filtro central de acuerdo al tamaño de PL's

Tamaño de la malla para la trampa de partículas	
Tamaño del ojo de malla (micras)	Tamaño de las postlarvas (pl/gr)
400	400 – 600
550	150 – 400
800	10 – 150
1100	< 10

Criterios de calidad de agua

PARAMETROS	RANGO DE VALORES
Oxígeno	> 4,5
Temperatura	30°- 32° C
pH	7,2 – 8,0
Amonio	< 1 ppm
Nitrito	< 0,008 ppm
Alcalinidad	120 a 180 ppm
Calcio	Mayor o igual Potasio
Magnesio	De 3 a 9 veces mayor al Calcio
Potasio	Igual o menor al Calcio

Teoría del C:N

- Según Avnimelech la concentración de C:N se modifica de acuerdo con la cantidad de balanceado que se coloca para alimentar a los animales cultivados:

Observaciones:

- Aprovechamiento para tilapias → 30%
- Aprovechamiento para camarones → 25%
- Aprovechamiento bacteriano (en grandes cantidades) → 25%

Relación C:N en grupos taxonómicos existentes en el agua de los cultivos

MICROORGANISMOS	C:N
-----------------	-----

- Biomasa:

- | | |
|----------------|-----|
| - Bacterias | 4-6 |
| - Zooplankton | 4-5 |
| - Fitoplancton | 5-7 |

Promedio de C:N = 6:1

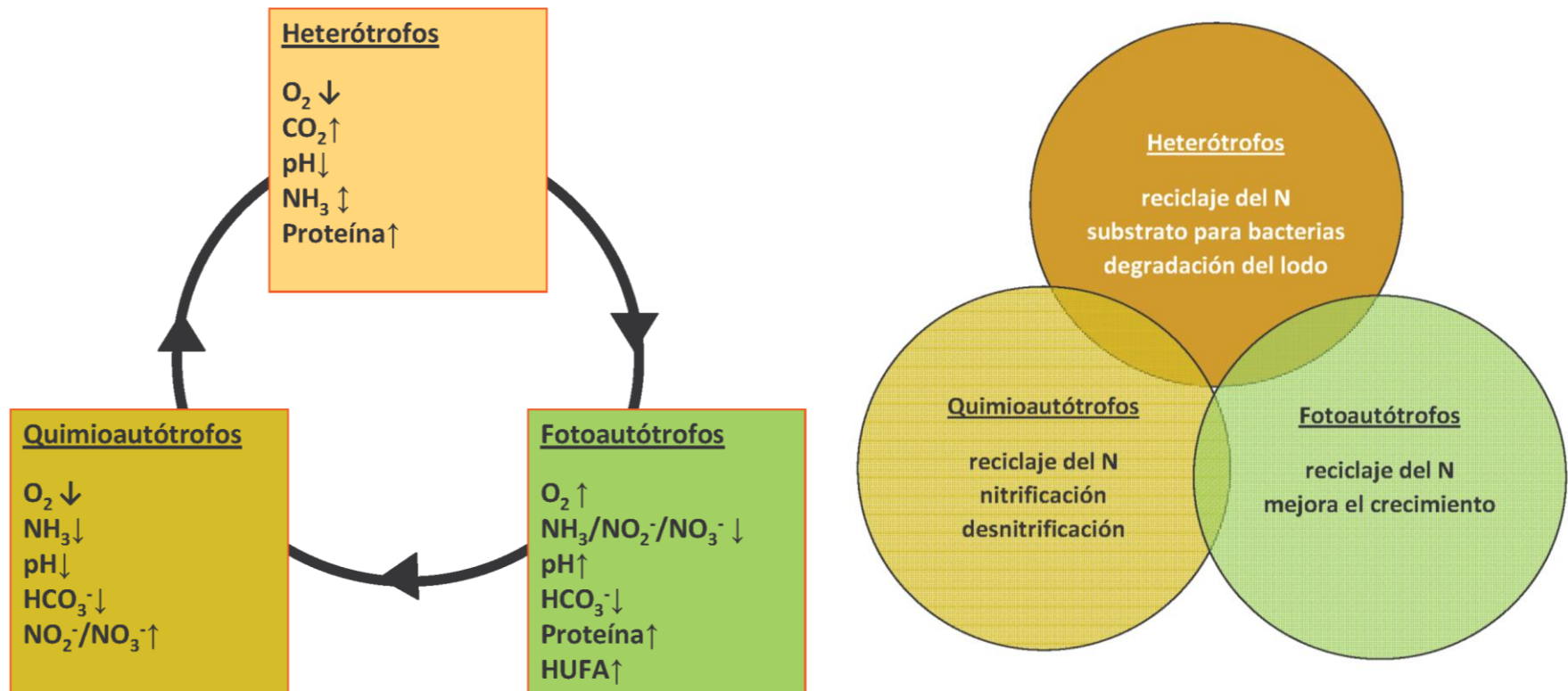
Sohier (1985) y Hargreaves (2006)

Relación C:N y su influencia en la sucesión microbiana

C:N 20:1	C:N 10-15:1	C:N 3-5:1
Bacterias heterotróficas	Bacterias quimioautotróficas	Flóculos con mayor cantidad de microalgas
Necesitan mayor relación C:N	Toleran relaciones de C:N entre 10 a 15:1 y	Son inestables y pueden generar elevados consumos de OD en la noche
Aplicación de carbohidratos constantemente	No necesitan carbono orgánico, consumen alcalinidad	Ineficientes para degradar altas concentraciones de compuestos nitrogenados.

Sistema mixotrófico

- Sistema ecológicamente equilibrado
- Reduce el recambio de agua y mejora la calidad de los fondos
- Aumenta la capacidad de carga óptima, reduce el estrés de los animales



Bacterias heterotróficas

Las reacciones de metabolismo incluyen la descomposición del amonio para incluirlo como biomasa bacteriana.



El balance de las reacciones nos entrega, que para 1 gramo de amonio:

Consumo		Producción	
Carbohidratos	15,2 g	SSV	8 g
Alcalinidad	3,6 g	CO ₂	9,7 g
Oxígeno	4,7 g		

(Ebeling et al, 2006)

Bacterias quimio-autotróficas

Las reacciones de metabolismo incluyen la descomposición del amonio para descomponerlo, primero en nitrito y después en nitrato y finalmente con reacciones anaeróbicas como la desnitrificación en nitrógeno atmosférico.



El balance de las reacciones nos entrega, que para 1 gramo de amonio:

Consumo

Alcalinidad	7,0 g
Oxígeno	4,2 g

Producción

SSV	0,2 g
CO ₂	5,9 g
NO ₃	0,98 g

(Ebeling et al, 2006)

Fotoautótrofos (algas)

Las reacciones de metabolismo incluyen dos vías para la nitrificación:

1) la descomposición del nitrato para convertir en biomasa algal.



El balance de las reacciones nos entrega, que para 1 gramo de nitrato:

Consumo

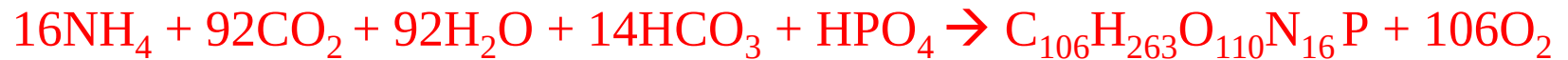
CO₂ 24,4 g
Alcalinidad 4,02 gr

Producción

SSV 15,85 g
Oxigeno 19,71 g

(Ebeling et al, 2006)

2) la descomposición del amonio para incluirlo como biomasa algal.



El balance de las reacciones nos entrega, que para 1 gramo de amonio:

Consumo

Alcalinidad 3,13 gr

CO₂ 18,07 gr

Producción

SSV 15,85 g

Oxigeno 15,14 g

(Ebeling et al, 2006)

Grupo de bacterias amigables

- C:N
- Uso de cal
- Poco uso de carbohidratos
- Inoculación con probióticos
 - *Bacillus sp*
 - *Nitrosomonas*
 - *Nitrobacter*
- Inoculación con aguas maduras





Ac. Fernando Pilco Serrano

FENACAM, Noviembre de 2016

 pilcoser@yahoo.es

 +593 98 535 5285

Muito obrigado!

Hipócrates: “Que seu remédio seja seu alimento, e que seu alimento seja seu remédio”