

Cultivo De Camaron Tierra Adentro – Clase 3 Metodología de Cultivo



Fabrizio Marcillo Morla MBA

barcillo@gmail.com
(593-9) 4194239



Fabrizio Marcillo Morla

- Guayaquil, 1966.
- BSc. Acuicultura. (ESPOL 1991).
 - Magister en Administración de Empresas. (ESPOL, 1996).
- Profesor ESPOL desde el 2001.
- 20 años experiencia profesional:
 - ◆ Producción.
 - ◆ Administración.
 - ◆ Finanzas.
 - ◆ Investigación.
 - ◆ Consultorías.

Otras Publicaciones del mismo autor en Repositorio ESPOL

Programa.- Ya visto

- Antecedentes.
- Requerimientos calidad de agua para cultivo camarón.
- Aspectos Ambientales.
 - ◆ Salinización.
 - ◆ Otros.
- Aireación.
- Instalaciones eléctricas y aireación.
- Aspectos Administrativos.
 - ◆ Organización.
 - ◆ Logística.

Programa.- Ya visto

- Mantenimiento e instalación eléctrica.
- Aspectos Económicos.
 - ◆ Costos de construcción y puesta en marcha.
 - ◆ Costos de operación.
 - ◆ Estructura de costos.
 - ◆ Análisis de rentabilidad.
- Aspectos legales.
 - ◆ Marco Legal.
 - ◆ Tramites.
 - ◆ Relación con la comunidad.

Programa.- Por Ver

- Diseño de instalaciones.
 - ◆ Piscinas.
 - ◆ Requerimiento de Agua y Pozos.
- Metodología de cultivo.
 - ◆ Preparación de piscinas.
 - ◆ Aclimatación y Siembra.
 - ◆ Fertilización y encalado.
 - ◆ Manejo de Calidad de Agua.
 - ◆ Alimentación.
 - ◆ Cosecha.
- Tendencias a futuro.
- Tratamientos de agua.
- Fundamentos de Bioseguridad.

Cantidad De Agua (1)

- No solo calidad de agua es importante, tanto o mas es la cantidad.
 - ◆ De Bortolli (2000): “El único Camarón que se cultiva sin agua se llama **grillo**”.
- Principal limitante cantidad agua:
 - ◆ Estación bombeo tradicional: características de bomba.
 - ◆ Tierra Adentro: Características de acuífero que no podemos ver.
- Importante hacer estudio previo acuífero y correcta perforación de pozo/ elección de bomba.
 - ◆ Perder Pozo en medio ciclo muy riesgoso.

Cantidad De Agua (2)

- Cantidad de agua necesaria función de volumen de piscinas / duración ciclo + evaporación + filtración.
 - ◆ Ejemplo:

Area	10 Has				
Profundidad	1 m	Llenado = Volumen / Dias / Horas			
Volumen	100,000 m ³	/60x1000/3.758			
Ciclo	110 dias	Perdidas = Volumen * Total Perdidas / Horas			
Horas Bombeo	20 Horas	/60*1000/3.758			
Recambio	0.0%	m ³ /Dia	m ³ /hora	Gal/Min	
Filtracion	1.0%	Llenado	909.1	45.5	201.6
Evaporacion	2.0%	Perdidas	3,000.0	150.0	665.2
Total Perdidas	3.0%				<u>866.8</u>

Distribución De Agua

- Canal tierra abierto:
 - ◆ Menor costo, No necesita rebombear, Oxigenación agua.
 - ◆ Posible alta pérdida filtración / evaporación, Necesita desyerbarse.
- Canal impermeable abierto:
 - ◆ No necesita rebombear, Oxigenación agua, Poca o ninguna pérdida.
 - ◆ Costo instalación medio alto. Peligro roturas?
- Tubería:
 - ◆ Poca o ninguna pérdida. Mas limpio.
 - ◆ Mayor costo instalación, Necesidad de rebombear / bomba mayor, No oxigenación.

Conducción del Agua

■ Canal abierto

- ◆ Por Gravedad
- ◆ Ocupa espacio
- ◆ Sobre-elevado
- ◆ Crecimiento de algas bénticas
- ◆ Frecuente cambio de filtros

■ Tubería a presión

- ◆ Bomba a presión
- ◆ No ocupa espacio
- ◆ Diques al mismo nivel
- ◆ No crecen algas
- ◆ Menos frecuente cambio de filtros



1999. 6. 9



2002. 2. 21

Tamaño De Piscinas?

- No necesariamente muy pequeñas.
- Piscinas pequeñas:
 - ◆ Menor riesgo individual.
 - ◆ Mejor circulación de agua?
 - ◆ Mayor posibilidad de manejo?
 - ◆ Infraestructura disponible.
- A mayor tamaño de piscina:
 - ◆ Menor costo de construcción.
 - ◆ Menor costo de equipamiento.
 - ◆ Menor costo de manejo.
- Personalmente creo: 1 – 2 has.

Diseño de Estanques (1)

- Tamaño: 0.40-2.0 has.
- Forma:
 - ◆ Cuadrados
 - ◆ Rectangular
 - ◆ Circular.
- Panama:Largo = 1.25xAncho.
 - ◆ Alimentar desde bordes.

$$L = 1.25A$$

$$Area(m^2) = L \times A = 1.25A^2$$

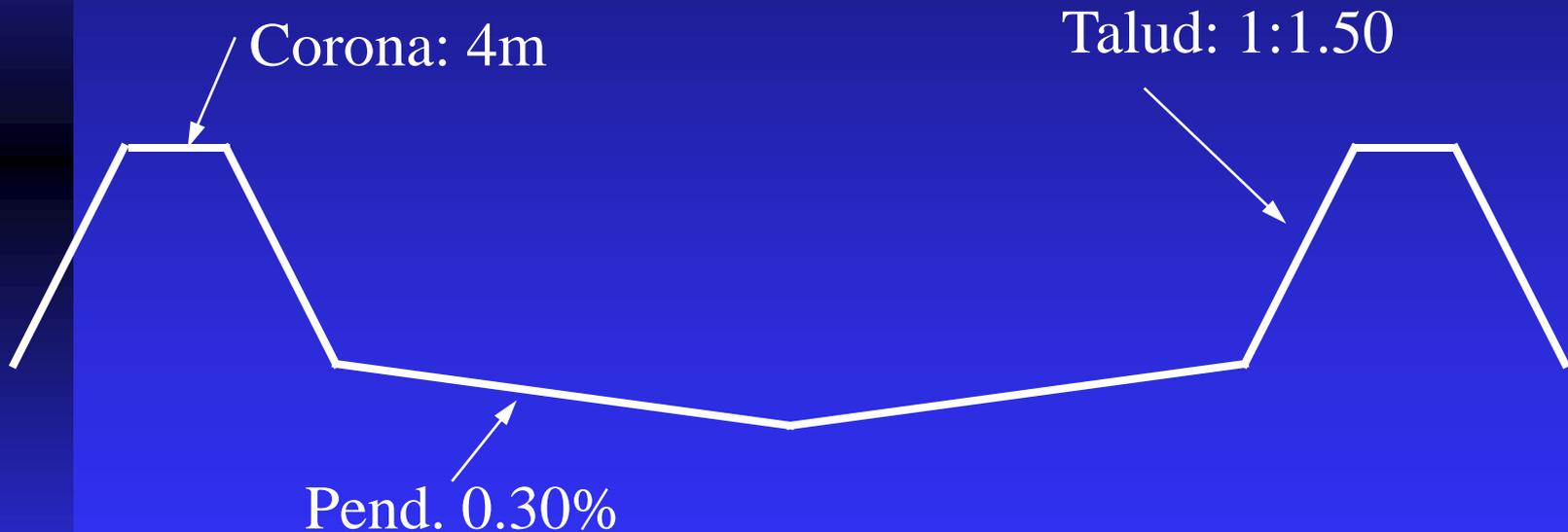
$$A = \sqrt{Area(m^2)/1.25}$$

Diseño de Estanques (2)

- Pendiente longitudinal: 0.30%
- Pendiente transversal: 0.30%
- Profundidad: 1.0 -1.40m (no muy honda)
- Talud diques: 1:1.50 – 1: 2.0
- Ancho corona: >4.0m, 6.0 m Carrozable
- Compactación taludes y fondo
- Panameña central recomendable.
- Algunos optan por diseño australiano.
- Otros por sifón central.

Diseño de Estanques (3)

■ Sección transversal



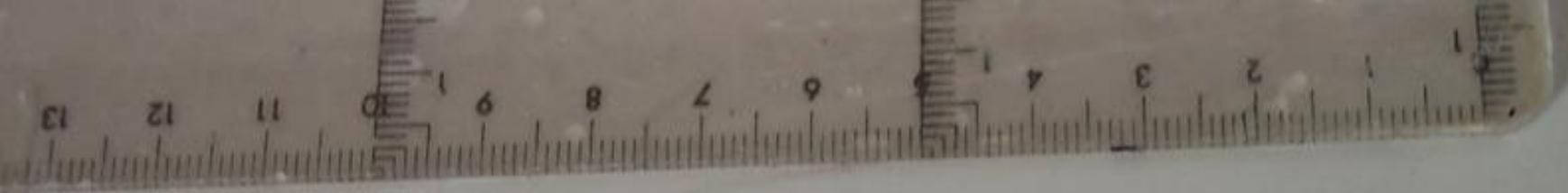
Preparación de Piscina

- Asegurar correcta desinfección.
 - ◆ Aún con agua de pozo puede haber peces.
 - ◆ Controlar ninfas de chapuletes. Filtrado.
- Fertilización y maduración inicial mas difícil con agua de pozo:
 - ◆ DAP: 16 kg/Ha; UREA: 30 kg/Ha.
 - ◆ Polvillo: 50kg/Ha; Melaza: 20-60 kg/Ha.
- Aplicación Diesel 1 Gal / Ha.
- Fangueado podría ayudar:
 - ◆ Disminuir Materia Orgánica.
 - ◆ Reducir permeabilidad.

Chapuletes



- Ninfas de chapuletes (Orden Odonatos) son fieros depredadores de larvas de camarón.
- 1 Ninfa de chapuletes puede comer hasta 60 Pls por día en condiciones controladas.
- Diesel no mata ninfa pero disminuye significativamente ($p=0.05$) puesta de huevos cuando es aplicado correctamente.
- Se piensa que una vez que larva crece ya no es presa fácil de chapulete.



2002. 2. 21



2002. 2. 21



2001. 3. 4

Compra Y Transporte Larva

- PI de Laboratorio: Nauplio Maduración Líneas Seleccionadas:
 - ◆ Mejor crecimiento.
- Negativo WSSV por PCR. (??).
- No hay larva certificada en el país.
- PI 12 - 35. PL muy grande (>20) no mejoró resultados ($p=0.05$). Y es mas complicada por logística.
- Se esta usando PI 14-18.
- Prueba Stress (PL10) 35-0-35. %Sup.. > 80%.
- Desarrollo Branquial Completo. 0 Filamentosa.
- Salinidad 4-5 ppt: Cuestiones ambientales.

Aclimatación

- Si salinidad es muy baja espere del 5 – 15 % mortalidad aclimatación y transporte.
- Prepare cama de agua a misma salinidad para recibir larvas. Densidades de recepción muy altas pueden disminuir supervivencia.
- Recuerde que aunque larva llega a la misma salinidad es necesario aclimatar por diferencias en composición iónica, pH, temperatura, etc.
- Fuente de agua importante: calidad / flujo.
- Tome mismas precauciones que siempre tomó.
- Mayor tiempo de aclimatación no es necesariamente mejor:
 - ◆ Mortalidad por canibalismo / hacinamiento.

Preparación Cama De Agua



2001. 2. 22

Siembra De Larva En Tanques



2001. 2. 22

Velocidad De Aclimatación

Rango Salinidad	Tiempo para Cambio	Ppt / Hora
32-16 ppt.	8 horas	2 ppt.
16 - 8 ppt.	8 horas	1 ppt.
8 - 4 ppt.	8 horas	0.5 ppt.
4- 2 ppt.	8 horas	0.25 ppt.
2- 1 ppt.	8 horas	0.125 ppt.
1 - 0.5 ppt.	8 horas	0.063 ppt.

Van Wyk (1999)

Siembra De Piscinas

- Siembra directa:
 - ◆ Menor costo por larva.
 - ◆ No estrés transferencia.
- Raceways:
 - ◆ Mayor costo /Pl. Menor o mayor costo / lb.?
 - ◆ Alto riesgo error humano.
 - ◆ Mas ciclos por año???
- Precria:
 - ◆ Mayor costo /“juvenil”. Igual costo / Larva. Menor o mayor costo /lb.?
 - ◆ Mas ciclos por año.
 - ◆ Pasado dio resultado, evaluar nuevamente?



1999. 6. 9



1999. 6. 9



1999.6.9

Recambios

- Cero Recambio:
 - ◆ Una Necesidad no una elección.
 - ◆ Alto costo agua + costo regulaciones + costo ecológico + filtración.
- Niveles metabolitos:
 - ◆ Amonio: Ok.
 - ◆ NO_2 : mas peligroso que en SW pero OK.
 - ◆ NO_3 : a la larga potencialmente mas peligroso.
 - ◆ Sulfuros: OK.
- Sistema aeróbico mantiene metabolitos tóxicos OK, pero los no tóxicos pueden hacerse problema (eutrofización de sistema).

Fertilización

- Fertilización inicial más difícil:
 - ◆ Agua con pocas algas.
 - ◆ Baja concentración de N y P.
 - ◆ Poca : falta de algas.
 - ◆ Mucha : exceso algas/ baja O.D.
- Fertilización rutinaria:
 - ◆ Casi 0.
 - ◆ Ingreso de nutrientes por alimento.
 - ◆ $\%N = \%Proteínas / 6.25.$
 - ◆ Alto P.
 - ◆ 0 recambio.

Encalado

- Encalar: aumentar Alcalinidad, Dureza o pH.
- A diferencia de agua estuarina, algunas aguas de pozo tienen baja alcalinidad y/o dureza.
- Alto crecimiento algas (consumo CO_2) y, Cero recambio, pueden bajar alcalinidad y dureza requerir aplicación de cal.
- $\text{pH} > 8.3$ Carbonato no se disuelve en agua.
- Hidróxido de calcio se disuelve mas rápido.
- Agua con pH muy alto: Sulfato de aluminio.
 - ◆ 1mg Alumbre precipita 0.5 mg Alcalinidad.
 - ◆ Aplicación 15-40 ppm.
 - ◆ También precipita Sólidos en Suspensión y P.
 - ◆ Materia orgánica: Polvillo fermentado.

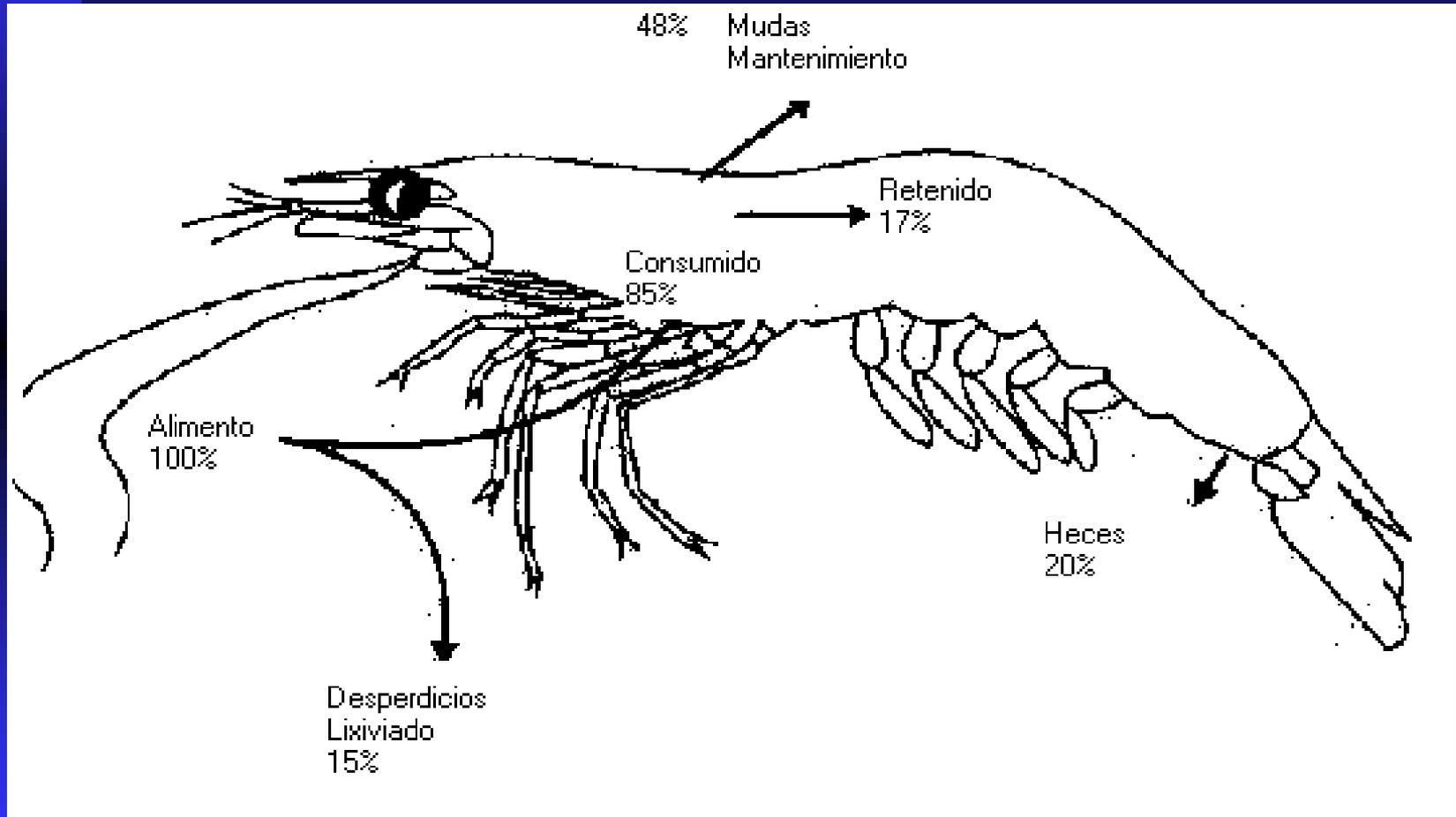
Toma De Parámetros

- Toma de oxígeno repetido durante la noche y durante el día.
 - ◆ 18:00, 22:00, 24:00, 03:00, 06:00, 14:00.
 - ◆ Costo de M.O. Parametrista: insignificante respecto a ahorro de electricidad.
 - ◆ Manejo de aireadores basados en [OD].
- pH, Turbidez, nivel, T°C y salinidad como siempre.

Alimentación

- Es el mayor elemento del costo
- Exceso de alimento eleva el costo y deteriora la calidad del agua
- En sistemas intensivos el alimento provee la totalidad de los nutrientes requeridos
- Es importante el correcto balance de aminoácidos, vitaminas y ácidos grasos
- Alimentar de acuerdo al consumo
 - ◆ Comederos Totales.
 - ◆ Comederos Control.

Destino del alimento



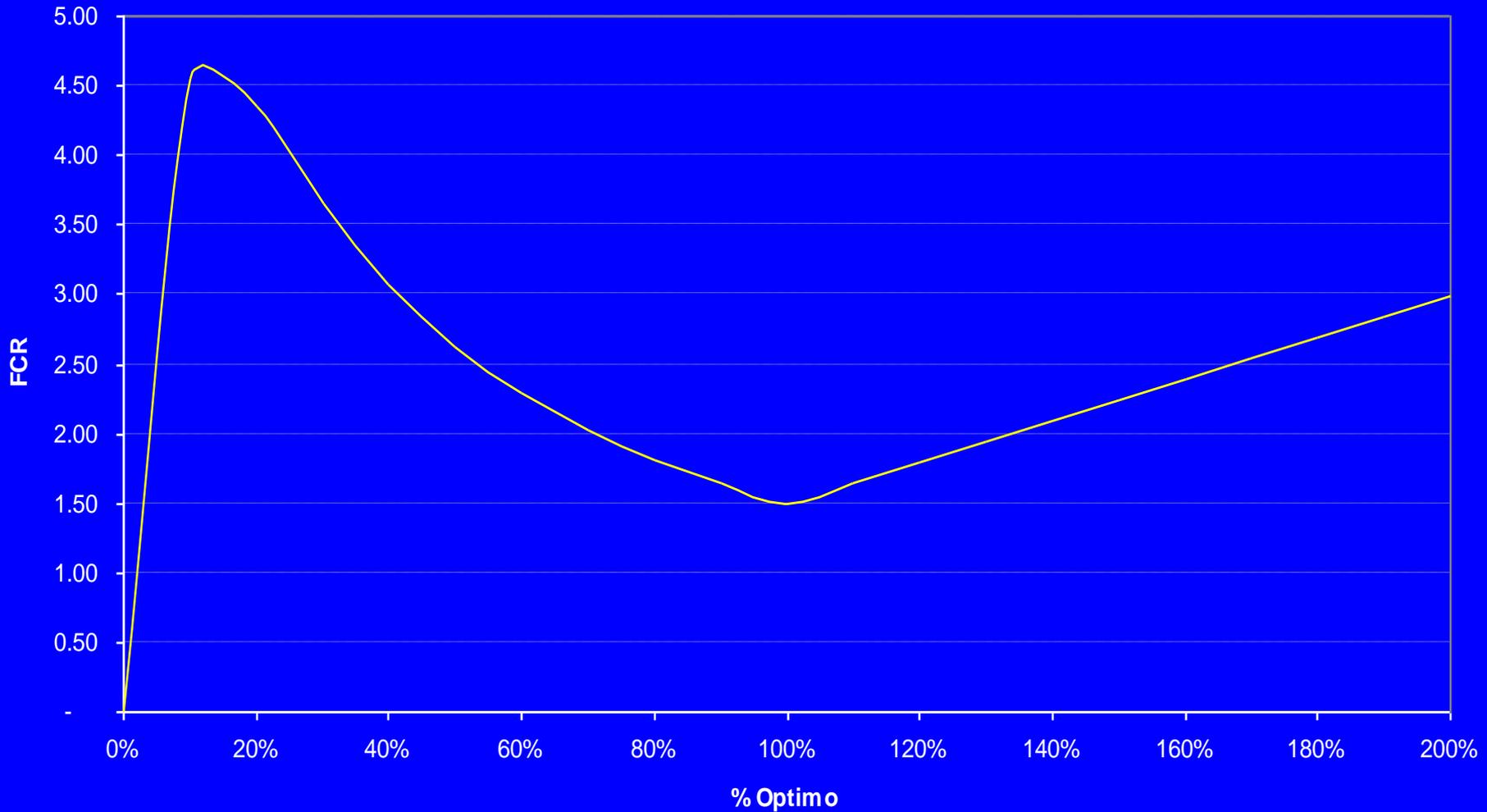
Alimentación

- 1a Semana: Dispersión desde la orilla.
- 2a Semana: Dispersión en canoa.
- 3a Semana: Colocación comederos (10-20/Ha).
 - ◆ 3 días: 50% Alimento en Comederos.
 - ◆ Después de 4to día: 100% en comederos.
 - ◆ No se disminuye cantidad por demanda.
- 4a Semana: 30 - 50 Comederos / Ha.
 - ◆ 100% Alimento en Comederos.
 - ◆ 100% Dosificado por demanda.

Alimentación (Cont..)

- Frecuencia :
 - ◆ 2 veces / día las primeras 3 semanas.
 - ◆ 3 veces / día el resto del ciclo. (mañana, tarde y Noche).
 - ◆ % en cada dosis de acuerdo a demanda.
 - ◆ Mayor frecuencia = Mayor costo M.O., pero mayor % consumo optimo = mayor crecimiento = menor FCR.
- Cantidad < 2kg/ com. / dosis, o se aumenta Número de Comederos.

Relación Alimentación vs. FCR



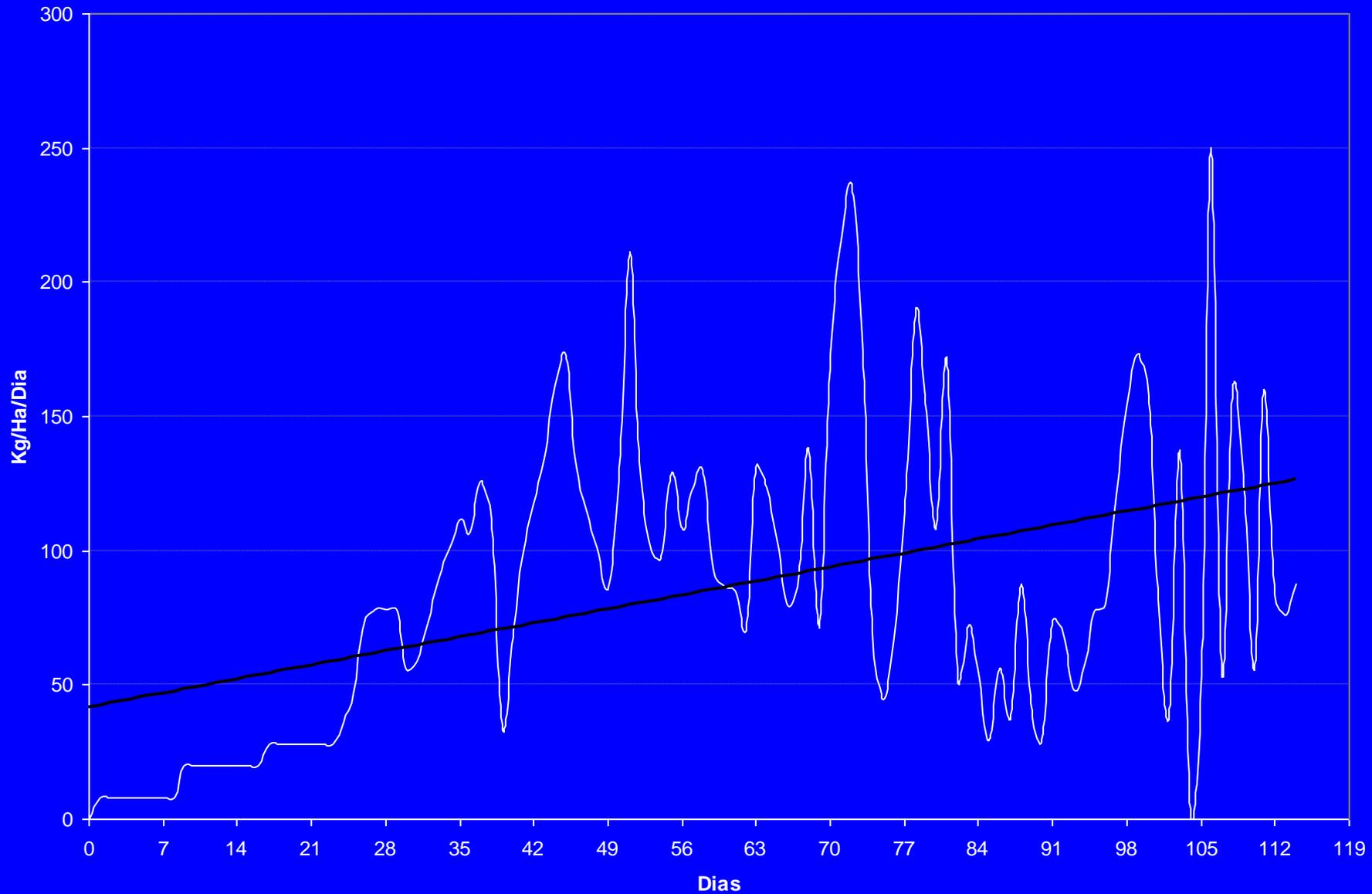
Alimentación (Cont.)

- Consumo aumenta y disminuye rápidamente. Relacionado con ciclos de luna / marea:
 - ◆ 4 – 300 Kg./Ha/día.
- No se ha encontrado diferencias significativas ($p=0.05$) en crecimiento entre 38 y 28% de proteína.
- Se piensa empezar pruebas con alimento de 22% proteína.
- Uso de alimento pre-acondicionado disminuye problemas de calidad de suelo / agua.

Comederos vs. Tablas?

- Dosis de alimento fija en mejor de los casos desperdicia 45% del tiempo y subalimenta 45% del tiempo. Solo 10% se da alimentación correcta.
- Incertidumbre en estimación de población aumenta este error.
- Incremento del costo y deterioro del suelo hace imprescindible uso de comederos.
- Costo de M.O. irrisorio respecto a costo de alimento.
- Bajo desperdicio de alimento evita deterioro de suelo: No aumento % MO suelo en 3 ciclos.
- Importante usar alimento con buena estabilidad:
 - ◆ Preacondicionado.

Grafico Variación Alimento





Alimentación Con Comederos

Camarón Comiendo De Mano

2001. 4. 26

Comederos Total

- Se aplica todo el alimento en los comederos.
- 40 - 50 comederos / Ha (usado hasta 10).
- Mucho camaron/comedero, pero funciona.
- Alto costo de Mano de Obra.
- Certeza de correcta aplicación.
- Metodología:
 - ◆ < 5% se sube.
 - ◆ >10% se baja el sobrante.
 - ◆ 5-10% se mantiene.
- Balanceado mojado doble del seco.
- Anticipar subidas / bajadas.
- Indispensable empowerment al personal.

Comederos Control

- Se alimenta al boleo, pero se usan 1 - 5 comederos / ha como control.
- Se reparte del 2% – 4% de la dosis entre las bandejas.
- Interpretación al ojo.
- Revisar despues de 1-3 horas.
- Menor costo de Mano de Obra.
- Pienso que menos seguridad de informacion.
- Dicen que alimento se distribuye mejor?

Bandejas de alimentación



Cantidad alimento en bandejas

Peso Promedio gr	Cantidad, % del total	Intervalo para observación, h
2	2.0	3.0
5	2.4	2.5
15	3.0	2.0
20	3.3	2.0
25	3.6	1.5

Alimentación preadulto

Código	Alimento	Camarón
N	Nada	Nada
P	Poco	<10
M	Mucho	>10

Interpretación de Códigos

Código	Descripción	Accion
NN	Subalimentado	↑5%
NP	Ligeramente subalimentado	
NM	Bueno a lig.subalimentado	OK!
PN-PM	No normal	?
PM	Ligera sobrealimentación	↓5%
MN	Problemas, enfermedades	Ojo
MP	Problemas, enfermedades	Ojo
MM	Sobrealimentación	↓20%

Interpretacion de bandejas

% Alimento en bandejas	Ajuste de la ración diaria
0	Aumente 5%
<5%	No cambie
5-10%	Disminuya 5%
10-25%	Disminuya 10%
>25%	Suspenda dos raciones

Problemas: Olor a Choclo

- Baja Salinidad: cianofitas en algunas piscinas.
- Durante el ciclo es bueno: alto crecimiento.
- Problemas antes de cosecha con Sabor y olor por ciertas algas: principalmente *Anabaena sp.*
- Aplicación de Sulfato de Cobre funciona bien:
 - ◆ Dosis = Alcalinidad Total x 0.01.
 - ◆ Ejemplo: AT = 210 mg/L.
 - ◆ $\text{So}_4\text{Cu} = 210\text{mg/L} \times 0.01 = 2.1 \text{ mg/L}$.
 - ◆ $2.1\text{mg/L} \times 10,000 \text{ m}^2 \times 0.9 \text{ m} / 1000 = 18.9 \text{ kg/Ha}$.
- Sulfato de cobre se usa en Agua potable. No es toxico excepto en bajo pH y baja alcalinidad.
- No Aplicar con camarón mudado.
- No se detectó problemas uso a largo plazo.
- Ojo con OD. No siempre sucede, pero es posible.

Problemas: Drenaje Agua

- Por su ubicación: problemas para drenar aguas.
- Legislación obliga tener capacidad de recirculación:
 - ◆ En presencia de enfermedades esto es impráctico.
- Posible solución: Disminuir MO, DQO, DBO, N y P y regresarlo a los acuíferos: Piscina de infiltración.
 - ◆ Ley no lo prohíbe explícitamente, pero se debe tener capacidad para recircular.
 - ◆ Solo para fincas que usan agua dulce y no usan sal y si agua regresada es igual o mejor que la inicial.
 - ◆ Disminuye presión sobre uso acuíferos.
- Otra alternativa: irrigar cultivos propios.
- De cualquier forma se debe destinar un área para reservorio y tratamiento de agua.

Problemas: Cosechas

- En Ex langosteras problemas en cosechas por inadecuado de las instalaciones:
 - ◆ Compuertas muy pequeñas.
 - ◆ Inadecuado drenaje de agua.
- Cosecha con chinchorro no práctica.
- Se cosechó con bomba y compuerta falsa.
 - ◆ Hasta 2,000 lb. repaño.
- Importante al construir Piscinas nuevas:
 - ◆ Compuerta adecuada.
 - ◆ Fondo con drenaje correcto.
 - ◆ Panameña ayuda.

Chinchorro



2001. 5. 10

Compuerta Falsa



2001. 6. 8

Compuerta Falsa



Compuerta Falsa



2001. 6. 9

Compuerta Falsa



2001. 6. 12

Estrategias A Futuro

No Sal

- Inicios de Cultivo tierra adentro se pensó que sal era indispensable.
- Resultados han demostrado que no es necesario en mucho de los casos.
- En casos donde es necesario, podría ser mas rentable buscar otro sitio donde no se necesite sal.
- Muchos productores se están inclinando por no uso de sal:
 - ◆ Economía en costo directo.
 - ◆ Economía en Inversiones Fijas.
 - ◆ Economía percepción público.

Camarón Ecológico

- Percepción de “Valor” por público dirá que tan conveniente es.
- Regulaciones actuales y menor impacto sobre medio ambiente ayudarían a lograr diferenciación por “amigable con medio ambiente”.

Sistema “Pollo”

- Independencia de semilla silvestre.
 - ◆ Ya se está logrando.
- Bioseguridad.
 - ◆ En camino. Punto mas importante.
- Mayor intensificación y control sobre el sistema.
 - ◆ En camino.
- Mejoramiento Genético:
 - ◆ Ver características más importantes.
- Vacunas:
 - ◆ No aplicable.

Uso Liners e Invernaderos

- Liners:
 - ◆ Mayor rotación piscinas.
 - ◆ Menor contaminación enfermedades.
 - ◆ Mayor control materia orgánica.
- Invernaderos:
 - ◆ Mayor control temperatura.
 - ◆ Mayor crecimiento.
 - ◆ Posible menor riesgo enfermedad.
- Contras: Alto Costo.

Liners



Revestimiento de Estanques

- Polietileno o PVC.
- Espesor: 0.5 – 0.75 mm.
- Ventajas:
 - ◆ Soporta mayor aireación.
 - ◆ Apropriado para alta densidad ($>50\text{PI}'\text{s}/\text{m}^2$)
 - ◆ Menos pérdidas en la cosecha.
 - ◆ Rápida limpieza después de cosecha.
 - ◆ Inicia llenado dos días después de cosecha.
 - ◆ Permite mayor aireación.

Revestimiento de Estanques



Manejo De N Y Materia Orgánica

- 16% de la proteína en un balanceado es N.
 - ◆ 30% Prot. ~ C:N ~ 11:1.
 - ◆ 22% Prot. ~ C:N ~ 16:1.
 - ◆ 18% Prot. ~ C:N ~ 20:1.
 - ◆ 35-40% Prot. ~ C:N < 10:1.
- Relación C:N :
 - ◆ Muy alta: MO se descompone lento.
 - ◆ Muy baja: Acumula N y MO descompone lento.
 - ◆ Optimo : 15 – 20 : 1.
- Balanceado con menor proteína o aplicación de MO con baja proteína ayuda a descomposición MO y establecer comunidad bacteriana.

Manejo De N Y Materia Orgánica

- Descomposición de MO por bacterias necesita además de correcto C:N de Oxígeno.
 - ◆ Bacterias **Ya están presentes** en piscina, necesario para su desarrollo : Relación C:N y O₂.
- Sistema ZEHS: Baja proteína, alta alimentación y alta aireación: Suspende MO y forma comunidades bacterianas, aportan alimento para el camarón.
 - ◆ Liners. Evitar suspender arcilla.
 - ◆ Alta biomasa y alta densidad (125 –140 Pl/m²).
 - ◆ Alta Aireación (30 HP/Ha): O₂ para camarón, suspender sólidos (6- 12 m/Min.) y O₂ Bacterias.
 - ◆ Alto aporte MO. Alimento+Fertilización Orgánica.
 - ◆ Correcto C:N. Baja Proteína y Aplicación MO.

Sistema Heterotrófico (1)

- En cultivos intensivos la nitrificación sola no es capaz de oxidar toda la amonía producida
- La alternativa es su asimilación (inmovilización) como proteína microbial
- La adición de carbono orgánico (C) promueve el desarrollo de una población abundante de bacterias heterotróficas

Sistema Heterotrófico (2)

- La proteína microbial puede ser consumida como fuente de proteína por el camarón
- Es necesario ajustar la relación C/N en el agua a 15:1
- Fuentes de carbono: harina de yuca, harina de arroz, melaza, etc
- La melaza tiene alto contenido de azúcares y es fácilmente degradada

Sistema Heterotrófico (3)

- Bacterias usan los carbohidratos como alimento para producir energía y crecer
- $C_{\text{orgánico}} = CO_2 + \text{Energía} + C_{\text{microbial}}$
- El 16% de la proteína es Nitrógeno
- El N excretado y producido por degradación de residuos es 50% del N consumido
- $\Delta N = \text{Alimento} \times \%N_{\text{alimento}} - \text{Alimento} \times \%N_{\text{excretado}}$
- Se debe adicionar C orgánico para obtener la relación C/N = 15:1

Sistema Heterotrófico (4)

- Ejemplo: Se usan 100 kg alimento 35% P por día
- Nitrógeno excretado por día:
 - ◆ $100 \text{ kg} \times 0.35 \times 0.16 = 5.6 \text{ kg N/día}$
 - ◆ Carbono necesario = $5.6 \text{ kg N} \times 15 = 84 \text{ kg C}$
 - ◆ En melaza 50% es Carbono
 - ◆ $84 \text{ kg C} / 0.50 = 168 \text{ kg Melaza/día}$
- La melaza es rápidamente degradada por la población microbial

Aplicación Melaza



Sistema Heterotrófico (5)

- El conteo bacterial oscila entre 10^5 y 10^9 colonias/ml
- Las células microbiales forman grandes flóculos hasta de 200 micras de diámetro
- Estos flóculos son consumidos como alimento (45% Proteína)
- Los flóculos causan alta turbiedad y originan el cambio a un sistema dominado por bacterias

Sistema Heterotrófico (6)



Tratamiento Agua Ingreso

- Segun Boyd se necesita 30 ppm K^+ .
 - ◆ Si agua contiene 3 ppm K^+ .
 - ◆ Cuanto Muriato Potasio aplicar / Ha·m?
- Muriato Potasio (KCl comercial) = 60% K_2O .
- K_2O pesa : $K(39.1) \times 2 + O(16) = 94.2$ g/mol.
- %K en $K_2O = (39.1) \times 2 / 94.2 = 83\%$.
- %K en Muriato Potasio = $83\% \times 60\% = 50\%$.
- K^+ faltante = $30 - 3 = 27$ ppm (g/m^3).
- $10,000 m^3 \times 27 g/m^3 = 270$ Kg K^+ .
- $270 kg K^+ / 50\% = 540 kg/Ha$ Muriato Potasio.

Otros Tratamientos Ingreso

- Cascadas / aireación:
 - ◆ Desgasificación.
 - ◆ Oxigenación.
- Sedimentación.
 - ◆ Metales pesados.
 - ◆ Mg y Fe.
- Encalado:
 - ◆ Alcalinidad.
 - ◆ Dureza.
- Filtrado.

Tratamiento Agua Egreso / Recirculación

- Para Remover Solidos Gruesos:
 - ◆ 12H HRT <5ppt.
 - ◆ 6H HRT >5ppt.
- Remover solidos, disminuir DBO y P, e incrementar OD: 5 dias HRT.
- Se puede acelerar oxidación con aireación, pero esto remueve sólidos. Hacerlo en piscinas separadas.

Diseño Sedimentador Ingreso

- $VSB = VP \times 1.5 / (DT / HRT)$.
- VSB = Volumen sedimentador.
- VP = Volumen piscina.
- DT = Tiempo llenado piscina.
 - ◆ $VP/DT = \text{flujo}$.
- HRT = Tiempo Retención Hidraulica.
 - ◆ +/- 12-24 Hrs.

Tratamiento Agua Egreso / Recirculación

- Piscinas Sedimentación:
 - ◆ Mayor eficacia.
- Filtro Biológico:
 - ◆ Aumentar superficie / volumen
 - ◆ Bacterias ya presentes en medio.
- Pantanos artificiales
- Convertir N y P en Vegetal.
- Desinfección Patógenos?

Faltó Hablar

- Bioseguridad.
 - ◆ Está en material entregado.
- Pozos.



bierswf