

# Cultivo De Camaron Tierra Adentro – Clase 1



Fabrizio Marcillo Morla MBA

[barcillo@gmail.com](mailto: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

# Antecedentes Del Cultivo

- Tailandia 87: al menos 1 Cultivo tierra adentro con salmuera + agua de pozo.
- Tailandia 90's: Salmuera + agua de pozo (5ppt) para evitar WSSV.
- Tailandia 98: Se contabilizaron 11,500 ha. y como respuesta a la preocupación de salinización de suelos se prohibió el cultivo.
- Tailandia 2001. Se debate en el Congreso desde Julio el levantamiento de la prohibición.
- Alabama 01 : Productores *I. punctatus* : probaron cultivo camarón con agua de 2-5 ppt.

# Antecedentes Del Cultivo

- Florida (Harbor Branch): Cultivo exitoso de *P. vannamei* con **agua dulce** (0.5ppt / 300ppm Cl-) en sistemas de raceway techados.
- Arizona: Cultivo de camarón en desierto. Efluentes usados para irrigar cultivos agrícolas.
- Ecuador: Popularizó uso desde finales 2,000 a inicios 2001.
- Alabama: se cultiva bagre por mas de 25 años utilizando agua de pozo salobre (2-6 ppt) y un EIA, no encontró impactos negativos.

# Experiencia Extranjera

- Gran énfasis se ha hecho en las conferencias pasadas en la técnica extranjera.
- Asia: especie, ambiente, y economía diferente.
- Whitis, G. (2001): “totalidad de industria de camarón marino en USA es de 1,200 has, con solo un 16% (200has) tierra adentro”.
- Ecuador (2002): >600 has cultivo tierra adentro.

# Experiencia Extranjera

- En solo 2 años se ha adelantado mucho en desarrollo de técnica propia.
- Industria de apoyo y experiencia: ventaja competitiva a Ecuador para desarrollo de nueva tecnología.
- Tecnología “nueva” es poca (10%), resto es lo mismo que en cultivo tradicional o modificación de eso.
- Selectivos en técnica a importar: usar lo bueno.

# Cambio Actividad Fincas Tierras Altas (2001)

Actividad Anterior	Actividad Actual					
	Camarón	Construcción	Inactiva	Langosta	Otro	Total
<b>Camarón</b>	1	-	-	-	-	<b>1</b>
<b>Langosta</b>	19	-	8	1	2	<b>30</b>
<b>Otro</b>	4	1	-	-	2	<b>7</b>
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>38</b>

Fuente : Subsecretaría de Pesca (2001)

# Situación Camaroneras Tierras Altas (2002)

<b>Estado</b>	<b>Numero</b>	<b>Has Total</b>	<b>Has Construidas</b>	<b>Has Producción</b>
<b>Abandonadas</b>	<b>7</b>	<b>321</b>	<b>24</b>	<b>-</b>
<b>Activa</b>	<b>47</b>	<b>2,598</b>	<b>1,027</b>	<b>624</b>
<b>Inactiva</b>	<b>19</b>	<b>826</b>	<b>368</b>	<b>86</b>
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>3,744</b>	<b>1,418</b>	<b>711</b>

Fuente : Subsecretaría de Pesca (2002)

# Ventajas Del Cultivo

- En Tailandia ha sido un éxito económico.
- La experiencia preliminar en Ecuador sugiere que es económicamente viable.
- Enfermedades especialmente las virales son los mayores problemas en la producción tradicional costera.
- El cultivo en tierras altas, aísla las piscinas de fuentes de enfermedades, las fuentes de agua no son compartidas, y los invertebrados marinos portadores de enfermedades no existen.

# Ventajas Del Cultivo

- Permite la diversificación del uso del suelo para producción de alimento.
- Las posibilidades de causar impactos ambientales son menores.
- Existe un uso de suelo y agua mas eficiente, pues la producción se la realiza de manera intensiva.
- Creación de fuentes de trabajo en zonas rurales.

# Experiencias En Agua Dulce

- Ecuador:
  - ◆ Cultivos en aguas de baja salinidad:
    - ◆ Estuario del río Guayas, río Chone, etc.
- HBOI:
  - ◆ Recirculación. Agua con 300 mg/l [Cl].
- Van Wyk (1999): **aguas aptas para cultivos agrícolas** pueden usarse para cultivo de camarón.

# Experiencias En Agua Dulce

- Scarpa (1999), Scarpa y Vaughn (1998):
  - ◆ Agua dulce con dureza (150 ppm  $\text{CaCO}_3$ ) y balance iones necesarios pueden ser utilizadas para cultivo de camarón.
- Nobol (2001): cultivo *P. vannamei* con 76 ppm cloruros. Misma agua utilizada para regar mango.
- Guayas (2002): Cultivos exitosos de *P. vannamei* con niveles de salinidad, Cl, Na y K mas bajos que antes considerados posibles.

# Tolerancia De Vegetación A La Salinidad

- De acuerdo al departamento de agricultura de USA las plantas más sensibles soportan una salinidad sostenida de hasta 2,3 ppt.
- La legislación tailandesa incluirá máximo de salinidad 3 ppt.
- En Ecuador la comisión ha establecido como límite máximo permisible 2,0 ppt.



2002. 2. 21



1999. 5. 31



2002. 2. 21



# Cultivo Tierra Adentro

PORQUE?

# Exportaciones Camarón Ecuador

Período	000's lbs	000's US\$	Precio Promedio
1998	252,986	875,051	\$ 3.46
1999	209,041	616,942	\$ 2.95
2000	82,956	297,408	\$ 3.59
2001	99,801	280,694	\$ 2.81
Ene - Abr 2002	32,046	86,984	\$ 2.71

# Efectos WSSV En Industria Acuícola

- Calderón *et al* (2000):
  - ◆ 50% camaronas paralizadas.
  - ◆ 70% camaronas positivas WSSV.
- Ortiz (2001):
  - ◆ 70% reducción en número de laboratorios.
  - ◆ 40% área de camaronas inactiva.
  - ◆ 90,000 personas perdieron fuente trabajo relacionado con el sector.
- C.N.A. (2002).
  - ◆ Perdidas Industria 600 millones.
  - ◆ Perdidas Exportación 900 millones.

# CRISIS= Peligro + Oportunidad

- Experiencias en el exterior y en el país llevaron a pensar:
  - ◆ Cultivar camarón en agua de baja salinidad
- Cultivar Camarón en Sitios Libres de WSSV
- Aprovechar Infraestructura de Langostera para cultivar camarón

# Cultivo Tierra Adentro: Porque?

- Fuentes de agua libre de patógenos + semilla libre de patógenos + bioseguridad permitirían prevenir enfermedades infecciosas.
- Calidad de algunas aguas no afecta negativamente supervivencia y crecimiento.

# Cultivo Tierra Adentro: Porque?

- Temperatura mayor en algunas zonas permitiría mayor crecimiento. Posible mejor resistencia enfermedades.
- Cultivo tierra adentro sin semilla libre de patógenos y sin bioseguridad o con agua de calidad inadecuada no tiene sentido.
- **SI hay WSSV** y mortalidades en camaronas tierra adentro.



2002.06.18



2001.10.24

# Cultivo Intensivo, Porque?

- No todas las camaroneras tierra adentro deben de ser intensivas.
- Razones por la que la mayoría los son:
  - ◆ Alto costo y poca disponibilidad de agua y tierra.
  - ◆ Mejor absorción de costos fijos.
  - ◆ Bioseguridad es mas fácil en sistemas pequeños.
  - ◆ Alto costo de sales???
  - ◆ Si los otros lo hacen así, ha de ser por algo?

# Análisis FODA

- Internas:
  - ◆ Fortalezas
  - ◆ Debilidades
- Externas:
  - ◆ Oportunidades
  - ◆ Amenazas

# Fortalezas

- Industria de Apoyo.
- Técnicos y M.O. Capacitada.
- Técnicas producción validadas.
- Prestigio y Experiencia del país en industria de camarones.
- *P. vannamei* acepta condiciones de cultivo.
- Mayor Bioseguridad.
- Cultivo Intensivo permite mejor uso agua y suelo y mayores inversiones.

# Industria De Apoyo E Infraestructura

## FORTALEZA IMPORTANTE.

- Proveedores (poder negociación bajo):
  - ◆ Larva y nauplios.
  - ◆ Balanceado.
  - ◆ Suministros e Insumos.
  - ◆ Equipos.
- Apoyo:
  - ◆ Laboratorios de análisis y asesoría.
  - ◆ Seguridad y transporte.
  - ◆ Centros de capacitación.
- Mercado abierto: Empacadoras compitiendo.
- Otros Servicios.

# Técnicos y Mano de Obra Capacitada

## FORTALEZA IMPORTANTE.

- Técnicos con formación académica y experiencia necesaria.
  - ◆ Se adaptan muy rápido a nueva metodología.
- Centros de capacitación.
  - ◆ Oferta laboral a futuro.
- Mano de obra experimentada.
  - ◆ En trabajos con camarón.

# Técnicas Para Cultivo Intensivo Y En Agua Dulce Validadas

**FORTALEZA IMPORTANTE.**

- Experiencias y tecnología extranjera, junto con experiencia nacional:
  - ◆ Técnica propia adaptada a nuestro medio.
- Actualmente hay técnicas para cultivo intensivo y/o en agua dulce que funcionan en nuestro medio.
- Después de haberlo hecho hay confianza en lo que se puede hacer.
- Resultados exitosos de entre 4,000 y 20,000 lbs/ha / ciclo reportados.
- Problemas actuales en su mayor parte independientes de metodología cultivo.

# Prestigio y Experiencia País

## FORTALEZA MENOR.

- Ecuador a pesar de haber perdido su puesto en producción y ventas, es todavía visto en el exterior como líder.
- Prestigio del país sigue vigente.
- Experiencia e infraestructura de comercialización del país permite buen acceso a mercados.

# Especie Acepta Condiciones Cultivo

## FORTALEZA MENOR.

- *P. vannamei* se cultiva fácilmente en altas densidades.
- Maduración y producción de semilla con técnica conocida.
- Resiste condiciones de baja salinidad sin afectar supervivencia y crecimiento.

# Rangos De Calidad De Agua Recomendados Para Cultivo Camarón

Parámetro	Valor
Salinidad	0.5 – 35 ppt..
Cloruros	> 300 ppm.
Sodio	> 200 ppm.
Dureza Total como $\text{CaCO}_3$	> 150 ppm.
Dureza Calcio Como $\text{CaCO}_3$	> 100 ppm.
Dureza magnesio como $\text{CaCO}_3$	> 50 ppm.
Alcalinidad Total como $\text{CaCO}_3$	> 100 ppm.

Van Wyk y Scarpa (1999)

# Mayor Bioseguridad

## FORTALEZA IMPORTANTE.

- Cultivo tierra adentro aísla las piscinas de fuentes de enfermedades.
- Fuentes de agua no son compartidas.
- Invertebrados marinos portadores de enfermedades no existen.
- Menor área permitiría mejor control.

# Mejor Uso Recursos y Mayores Inversiones

## FORTALEZA IMPORTANTE.

- Cultivo intensivo permite uso de suelo y agua mas eficiente.
- Permite mayor inversión ya que la misma se amortiza para mas libras.
- Permite manejos que no se lo puede hacer en cultivos extensivos:
  - ◆ Liners.
  - ◆ Invernaderos.
  - ◆ Mejor control y bioseguridad.
  - ◆ Automatización.

# Debilidades

- Alta inversión y capital de trabajo necesarios.
- Desconocimiento de requerimientos iónicos exactos para *P. vannamei*.
- Continúa uso de sales.
- Falta de fuente confiable de semilla libre de virus WSSV.
- No se ha logrado erradicar presencia de WSSV.

# Alta Inversión Necesaria

## DEBILIDAD MENOR.

- No funciona como ventaja (barrera de entrada a competencia).
  - ◆ Se evalúa industria nacional.
  - ◆ Impide aumento de sector en el país.
- A nivel internacional funcionaría de manera inversa por mayor disponibilidad de financiamiento.

# Costos Construcción 15Has

<u>Ctdad</u>	<u>Descripción</u>	<u>Unitario</u>	<u>Total</u>
80,000	m3 Movimiento tierra Muros y Piscinas	1	80,000
30	Compuertas	650	19,500
1,800	m3 Lastrado	8	14,400
13,000	m3 Canal Drenaje	1	13,000
3,000	m3 Canal Abastecimiento	1	3,000
30	Tubos y Codos Entrada Agua	25	750
	Subtotal Mov. Tierra y Piscinas		130,650
90	Aireadores 2 HP	500	45,000
1	Instalación Electrica + Generador	40,000	40,000
6,500	m Cable 4 x 14	1	6,500
90	Arrancadores y cajas Aireadores	70	6,300
	Subtotal Inst. Electrica		97,800
45	Has Terreno Agrícola	1,000	45,000
45	Has Desbroce	150	6,750
	Subtotal Terrenos		51,750
2	Vehiculos	15,000	30,000
1	Equipos y Maquinarias	15,000	15,000
600	Comederos	2	1,200
	Subtotal Equipos y Herramientas		46,200

# Costos Construcción 15Has

1	Pozo 100 m x 14"	19,000	19,000
1	Bomba Pozo Grande	11,000	11,000
1	Pozo 50 m x 8"	5,000	5,000
1	Bomba Pozo Pequeno	3,000	3,000
	Subtotal Pozo y Bomba		<u>38,000</u>
1	Viviendas y oficinas	10,000	10,000
1	Cerramiento, Casetas y torres	10,000	10,000
120	m2 Bodega	45	5,400
1	Estación aclimatación	4,000	4,000
	Subtotal Construciones		<u>29,400</u>
1	Obras Impacto Ambiental	10,000	10,000
1	Estudio Impacto ambiental	4,000	4,000
	Subtotal Imp. Ambiental		<u>14,000</u>
10%	Imprevistos y Varios	407,800	40,780
	Total		<u>448,580</u>
	Valor por Hectarea		29,905

# Costos Operación (1)

<u>Expectativas de Producción</u>	<u>/Ha/Ciclo</u>	<u>Ciclo</u>	<u>Año</u>
Larvas Compradas	800,000	12,000,000	35,040,000
%Supervivencia Siembra	85%	85%	85%
Larvas Siembradas	680,000	10,200,000	29,784,000
%Supervivencia Cultivo	45%	45%	45%
Camaron Cosechado	306,000	4,590,000	13,402,800
Peso Cosecha (g)	12	12	12
Libras Cosechadas	8,088	121,322	354,259
FCR	1.75	1.75	1.75
Kgs Balanceado	6,434	96,506	281,797
Crecimiento gr/sem	0.76		
Dias Cultivo	110		
Dias Secos	15		
Dias Total	125		
Meses	4.1		
Ciclos /Año	2.9		
Has	15		

# Costos Operación (2)

<b>Costos Directos</b>	<b>Unit</b>	<b>/Ha/Ciclo</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Año</b>
Balanceado US\$/Kg	\$ 0.46	2,960	44,393	129,627
Larva US\$/Millar	\$ 2.20	1,760	26,400	77,088
Aireación US\$/Ha/Dia	\$ 17.00	1,870	28,050	81,906
Gasto Cosecha US\$/000lbs	\$ 15.00	121	1,820	5,314
Q&F US\$/Ha/Dia	\$ 0.40	44	660	1,927
Prep. Piscina US\$/Ha	\$ 100.00	100	1,500	4,380
		<hr/>	<hr/>	<hr/>
		6,855	102,822	300,242
 <b>Costos Indirectos</b>	<b>/Mes</b>	<b>/Ha/Ciclo</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Año</b>
Mano de Obra	3,500	956	14,344	41,885
Costos Fijos	7,000	1,913	28,689	83,770
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	10,500	2,869	43,033	125,656
 <b>Costo Total</b>		<b>9,724</b>	<b>145,855</b>	<b>425,897</b>

# Desconocimiento Requerimientos iónicos mínimos de *P. vannamei*

## DEBILIDAD MENOR.

- Muchos de los requerimientos mínimos antes determinados no han sido los mínimos. Se ha logrado cultivar camarón a menor concentración.
- No permite de antemano saber que agua es o no adecuada para cultivo de camarón.
- Desconocimiento ha fomentado el uso de sales.
- Sin embargo falta de conocimiento no ha detenido industria.

# Uso de Sales

## DEBILIDAD MENOR.

- Presenta varios problemas:
  - ◆ Riesgo medio Ambiente.
  - ◆ Percepción negativa público.
  - ◆ Alto costo producción y prevención.
  - ◆ Reacción negativa vecinos.
- Imprescindible en ciertas áreas , pero preferible buscar otra área.
- Investigación indica que es menos necesaria que lo que antes se pensaba.
- Productores cambiando metodología.

# Falta De Fuente Confiable De Semilla Libre De WSSV

## DEBILIDAD MAYOR.

- Talvez mayor problema que enfrenta sector.
- Fuente de agua de laboratorios está contaminada.
- Como están reproductores?
- Pruebas PCR no han detectado ni limitado introducción de virus a sistemas antes limpios.
- Falla del sistema o falta confiabilidad de ciertos laboratorios PCR?
- Culpa de propios camaroneros?

# No Se Ha Logrado Impedir WSSV

- Talvez no Debilidad sino efecto de ella.???
- Brotes de mortalidad por WSSV en la mayor parte de las zonas de cultivo tierra adentro:
  - ◆ Santa Lucía.
  - ◆ Palestina.
  - ◆ Nobol - Lomas Sargentillo.
  - ◆ Taura.
  - ◆ Puerto Inca.
- Se piensa detonante: cambio de temperatura.
- Se piensa que entró por larva. ???
- Productores reacios a reconocer problema.
- Camarón Flota cuando se muere.
- **¿Permanecerá virus?**



2002.06.18

# Oportunidades

- Bajos Costos Insumos.
- Decreto 1952-A.
- Menor peligro impactos ambientales y socio económicos.

# Bajos Costos Insumos

**OPORTUNIDAD MENOR.**

- Coyuntural.
- No sostenible a largo plazo.

	Ecuador	Panamá	Colombia	México
Larva (millar)	\$2.00	\$4.50	\$4.50	\$6.50
Alimento (T.M.)	\$400	\$500	\$500	\$630
Diesel (Galón)	\$0.90	\$1.33	\$0.76	\$1.12
M.O. (/ mes)	\$170	\$180	\$170	\$200
Empaque (/ Lb)	\$0.40	\$0.45	\$0.40	\$0.45
Comercializacion	2.0%	2.8%	1.0%	7.0%

Fuente : Panorama Acuícola (2002)

# Decreto Ejecutivo 1952-A

## OPORTUNIDAD IMPORTANTE.

- Pese a sus problemas:
- Es instrumento que legaliza y da derecho de funcionamiento a la actividad.
- Una vez aprobado, quita presión ambiental al productor. Importante en sector cuestionado.
- Regula el desarrollo sustentable del cultivo.
- Permitiría cultivo amistoso al ambiente:
- Da paso a estrategias de mercadeo “verdes.”
- Principales problemas:
  - ◆ Falta de regulaciones complementarias:
    - ◆ Resta Aplicabilidad.
  - ◆ Generaliza mucho.

# Menor Peligro Impactos Ambientales Y Socio Económicos.

## OPORTUNIDAD MENOR.

- Percepción del público disminuye esta oportunidad.
- Bien manejado, cultivo en tierras altas tendría menor impacto ambiental que cultivo de camarón tradicional:
  - ◆ Menor impacto sobre manglares y zonas costeras.
  - ◆ Mayor diversificación de tierra productiva.
  - ◆ Menor descarga de aguas residuales.
  - ◆ No pesca de larva silvestre y pesca acompañante.

# Amenazas

- Falta de opciones de Financiamiento y riesgo del país.
- Precios bajos en mercado del camarón.
- Pérdida de diferenciación del producto.
- Falta apoyo en investigación aplicada por entidades gubernamentales.
- Percepción de Camarón = Sal.
- Trámites engorrosos y falta de regulaciones complementarias.
- Intereses políticos.

# Falta Financiamiento Y Riesgo País

## AMENAZA MAYOR.

- Falta de fuentes de financiamiento no permiten una mayor difusión de la actividad.
- En caso de falta de liquidez, falta de créditos limitarían capacidad de reacción de empresas ya establecidas.
- Inversión extranjera poco probable.

# Precios Bajos Camarón

## AMENAZA MAYOR.

- De continuar precios bajos y alta oferta por otros países, márgenes se reducirían dramáticamente.
- Problemas de mortalidad por enfermedades limitarían capacidad de reacción.
- Perdidas de capital de operación en negocios nuevos podrían obligar a cierre de empresas con menor liquidez.

# Perdida Diferenciación

## AMENAZA MAYOR.

- En economías restringidas, comensales aceptaron ofertas de restaurantes con camarón de menor calidad y precio (Asia).
- Difícil saber si *P. vannamei* podrá recobrar su puesto anterior.
- “Ecuadorian White” perdió en parte su valor percibido.
- Una vez que producto ha sido remplazado, es difícil que recobre su puesto anterior.

# Falta Apoyo En Investigación Aplicada Por Gobierno

## AMENAZA MENOR.

- Centros de investigación auspiciados por gobierno no se enfocan en temas específicos que requiere industria.
- Ha sido compensado en parte por esfuerzo de investigación de empresa privada e importación de tecnología.
- Contras:
  - ◆ Duplicación de esfuerzos y falta de unidad y continuidad en investigación.
  - ◆ Falta de aplicabilidad de algunas tecnologías.

# Percepción Camarón = Sal

## AMENAZA MENOR.

- Percepción del público no del todo de acuerdo a la realidad.
- Influenciada por intereses políticos y grupos de presión.
- En realidad camarón puede ser cultivado con agua dulce apta para cultivo agrícola.
- Falta difusión de información al público.

# Tramites Engorrosos y Falta Regulaciones Complementarias

## AMENAZA MENOR.

- Trámites engorrosos dificultan legalización de la actividad, lo que limita control de “ilegales”.
- Subsecretaría Agricultura activamente oponiéndose al desarrollo de actividad.
- Trámite de permiso de funcionamiento demora mas de 6 meses.
- Faltan regulaciones que complementen leyes actuales.
  - ◆ Pago de Licencia Ambiental.
  - ◆ Texto Garantía.

# Intereses Político - Económicos

AMENAZA MENOR => MAYOR?

- Percepción Camarón = PLATA.
- Intereses de particulares incentivan masas para protestar bajo agenda propia:
  - ◆ Universidad Agraria.
  - ◆ Swett.
  - ◆ Comités Campesinos. Pensando pescar a río revuelto. Algunos auspiciados por los anteriores.
- Primera Defensa: Legalizar situación.

# Estrategias A Futuro

- Cambio a no usar Sal.
- Diferenciación: Camarón Ecológico.
- Sistema “Pollo”:
- Uso de Liners.
- Sistemas de invernadero.
- Sistemas Heterótrofos cero recambio (ZEHS).

# 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.
- 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.

# 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 – 30 : 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 O<sub>2</sub>.
- Sistema ZEHS: Baja proteína, alta alimentación y alta aireación: Suspende MO y formar comunidades bacterianas, aportan alimento para el camarón.
  - ◆ Liners. Evitar suspender arcilla.
  - ◆ Alta biomasa y alta densidad (125 –140 Pl/m<sup>2</sup>).
  - ◆ Alta Aireación (30 HP/Ha): O<sub>2</sub> para camarón, suspender sólidos (6- 12 m/Min.) y O<sub>2</sub> Bacterias.
  - ◆ Alto aporte MO. Alimento+Fertilización Orgánica.
  - ◆ Correcto C:N. Baja Proteína y Aplicación MO.

# CLASE 2

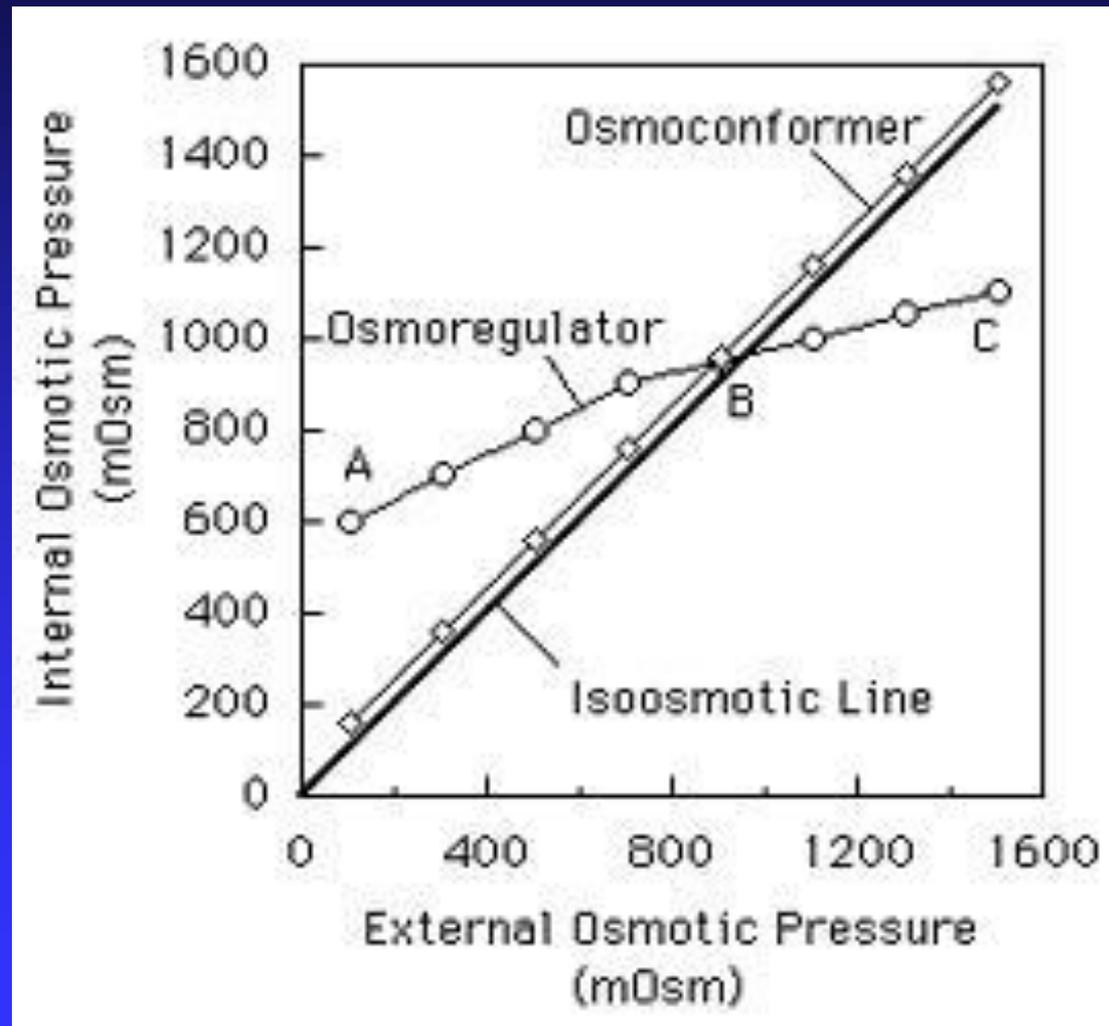
# Requerimientos De Calidad De Agua *P. vannamei*



# Regulación Osmótica

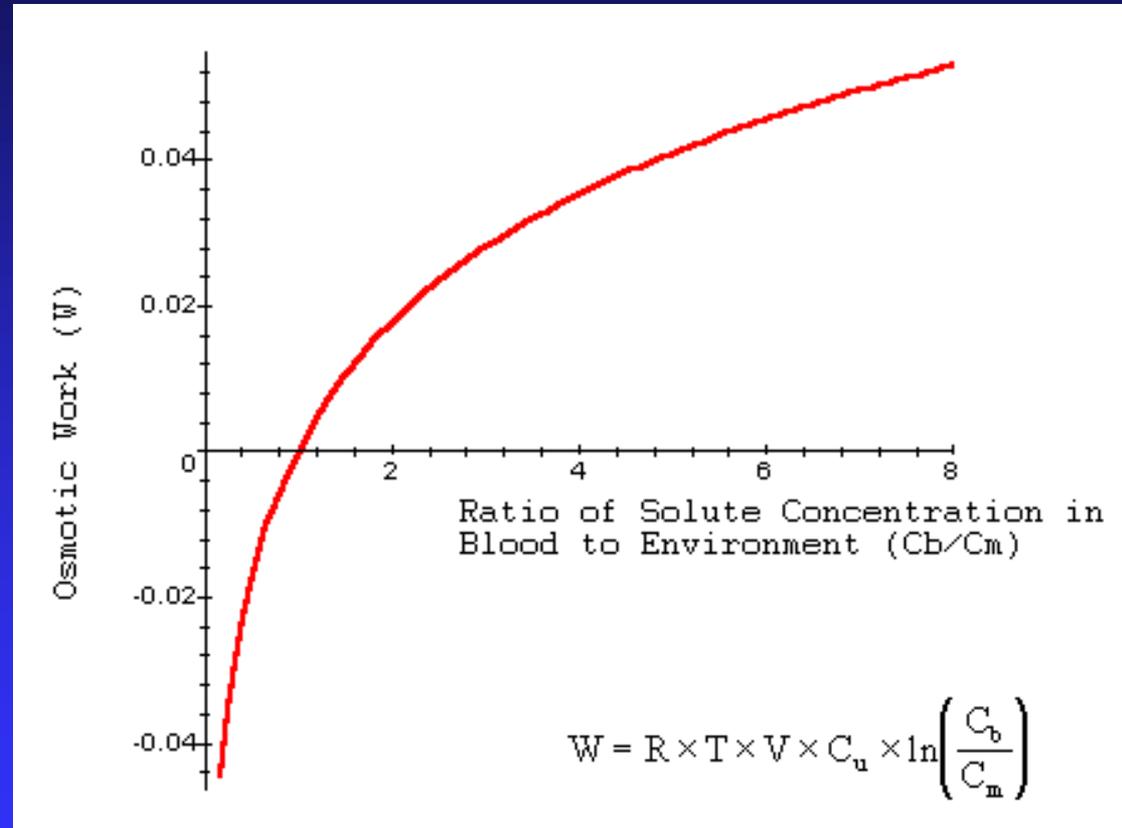
- Especies acuáticas deben mantener relación óptima de agua y sales en fluidos corporales.
- Al estar en medio de baja salinidad hay difusión de agua al interior del animal y salida de sales por superficies permeables. Exoesqueleto rígido limita capacidad de dilatarse y presión puede hacerse intolerable.
- Animal alcanza balance:
  - ◆ Osmoconformes: Cambiando Salinidad Sangre.
  - ◆ Osmoreguladores:
    - ◆ Minimizando pérdidas Sales.
    - ◆ Compensando pérdidas: Movimiento inverso e igual volumen que difusión.

# Presión Osmótica Interna Y Del Medio



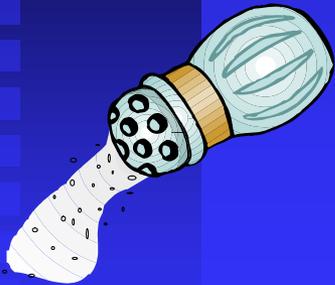
# Trabajo Osmótico Y Metabolismo

- Crustáceos osmoreguladores aumentan metabolismo en medios diluidos.
- Gran parte se debe a acción de enzima ATPasa, la cual es activada por cationes (**Ca<sup>++</sup>**, **Mg<sup>++</sup>**, **K<sup>+</sup>**, **Na<sup>+</sup>**).



# Regulación Osmótica

- Penaeidos: reguladores hiperosmóticos en agua salobre e hiposmóticos en agua de mar.
- Con sangre de salinidad fija, osmorreguladores exponen tejidos internos a menor estrés.
- Problema flujo osmótico persiste. Resuelto:
  - ◆ Reduciendo permeabilidad al agua.
  - ◆ Aumentando pérdida agua por orina.
    - ◆ Igual volumen orina isosmotica a hemolinfa.
    - ◆ Menor volúmen orina hiposmótica a hemolinfa, reduciendo perdida de sales.
  - ◆ Aumentando toma de sales del medio.



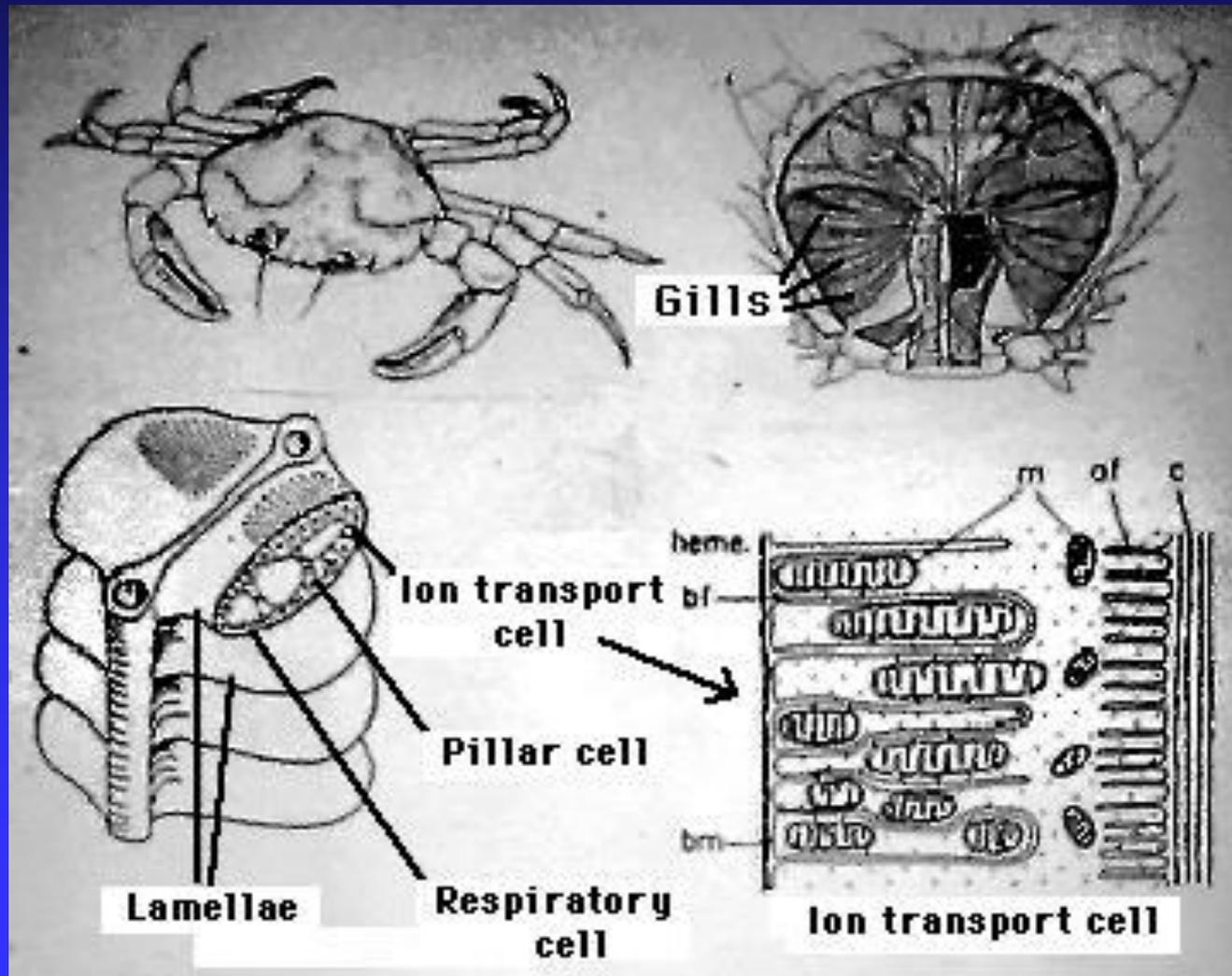
# Regulación Osmótica

- El intercambio activo de agua e iones ocurre a nivel de epitelios especializados:
  - ◆ Branquias.
  - ◆ Intestino.
  - ◆ Organos excretores.
- Otros factores que influyen en el transporte de iones son:
  - ◆ Concentración de la sangre.
  - ◆ Concentración del medio.
  - ◆ Temperatura.

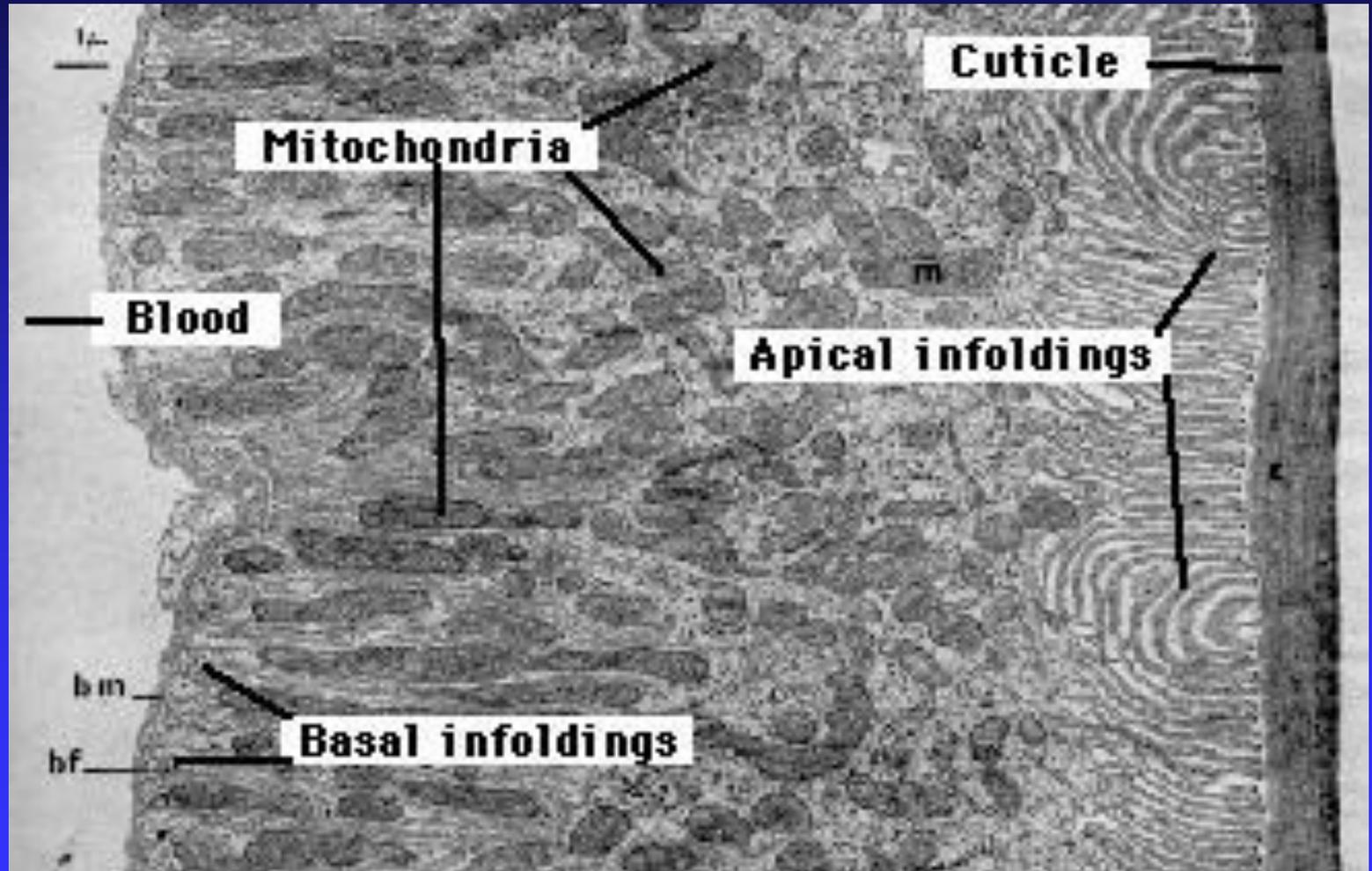
# Branquias

- Consta de capa de células epiteliales bañadas por hemolinfa en lado basal, localizada bajo la cutícula en lado apical. Capa puede ser:
  - ◆ Fina (1-2  $\mu$ ).- intercambio gaseoso.
  - ◆ Gruesa (10-20  $\mu$ ).- transporte iones y agua.
- Crustáceos estuarinos hiperreguladores:
  - ◆ Pérdida pasiva agua y captación activa sales.
- Fosfolípidos necesarios para actividad ATPasa.
- Al aclimatarse a agua dulce (2-3 Semanas), número de células gruesas aumenta en branquias.

# Celulas Gruesas En Branquias De Cangrejo



# Célula Gruesa En Branquia De Jaiba (*C. sapidus*)



# Intestino

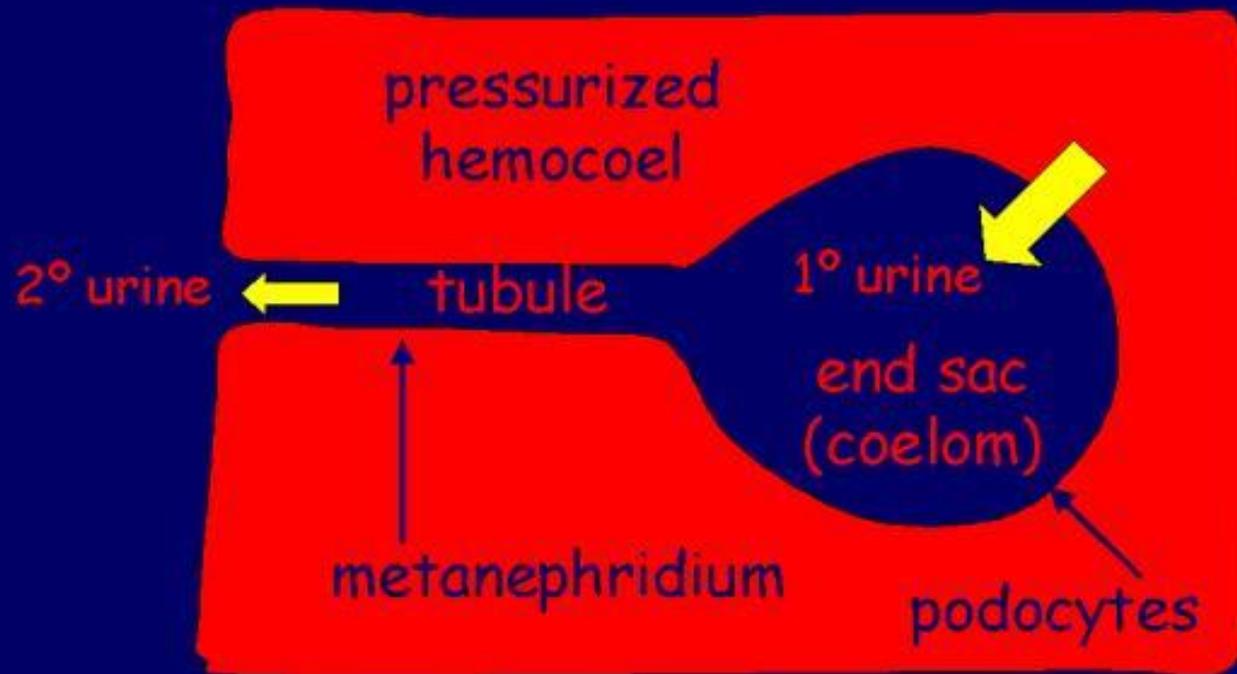
- Tubo células epiteliales especializado regionalmente para diferentes funciones.
  - ◆ Anterior y medio están cubiertos con una cutícula que es reemplazada en cada muda.
  - ◆ Medio: absorción, secreción y almacenamiento.
  - ◆ Difícil evaluar rol en regulación osmótica.
  - ◆ Procesos pueden estar relacionados: Secreción jugos digestivos, con composición iónica dada, pueden intervenir en regulación.
- Mantel (1968): Además de función alimenticia, hay evidencias de que las porciones anteriores del intestino medio pueden estar involucrados en intercambios de agua e iones.

# Organos Excretores

- En animales de cuerpo rígido presencia de órganos excretores es vital en condiciones de fuerte toma de agua como en medios diluidos: Reducir volumen agua en cuerpo y presión interna al aumentar producción de orina.
- Patrón básico en crustáceos incluye saco terminal, canal excretor y ducto descarga. En decápodos, este ducto termina en segmento antenal.
- En todos los crustáceos, este órgano renal funciona en la regulación del volumen y en la regulación de la concentración de solutos e iones.

# Organos Excretores

## 22. End Sac Excretory Organ



# Requerimientos Iónicos Y De Sales Para *P. vannamei*

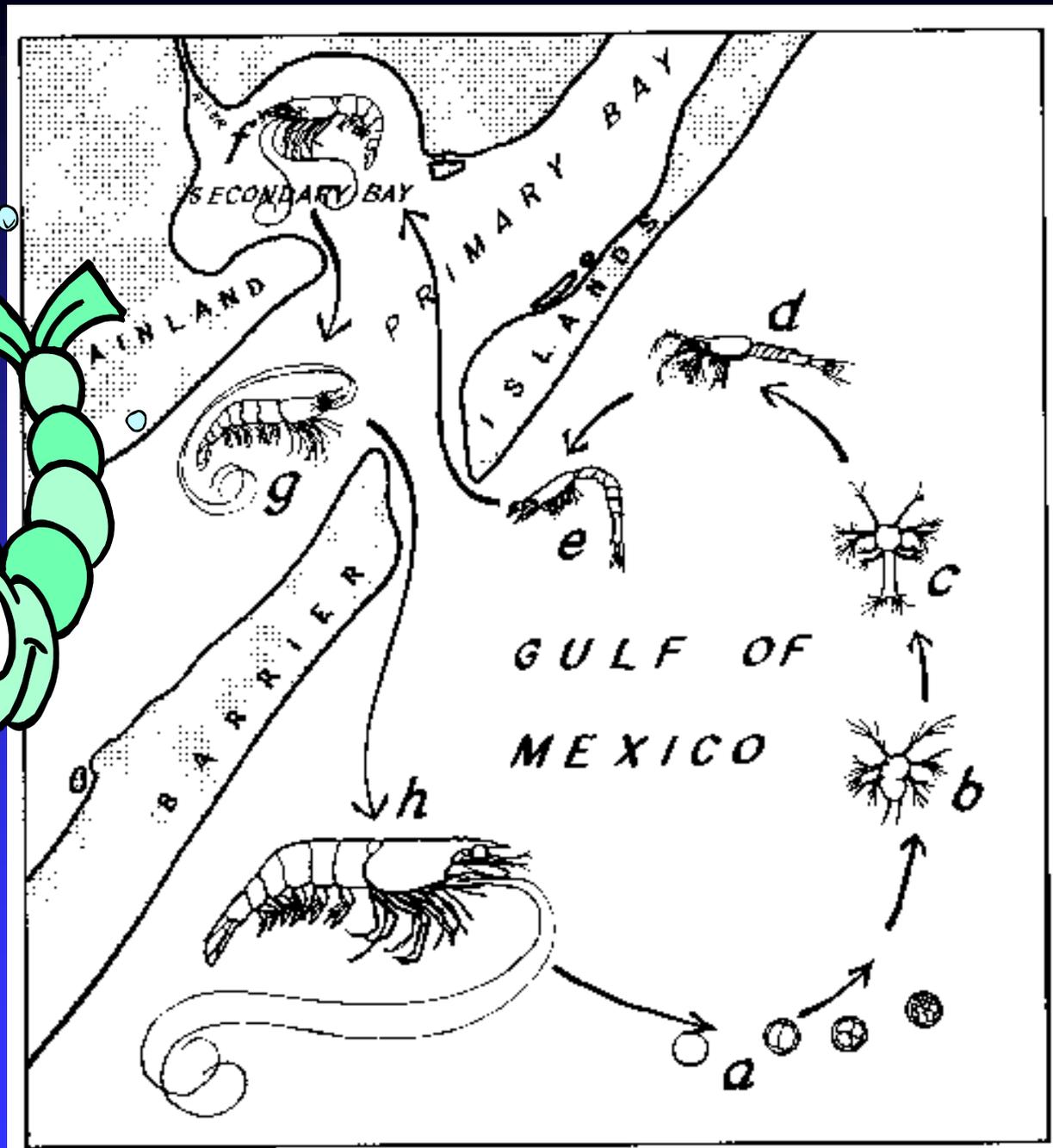
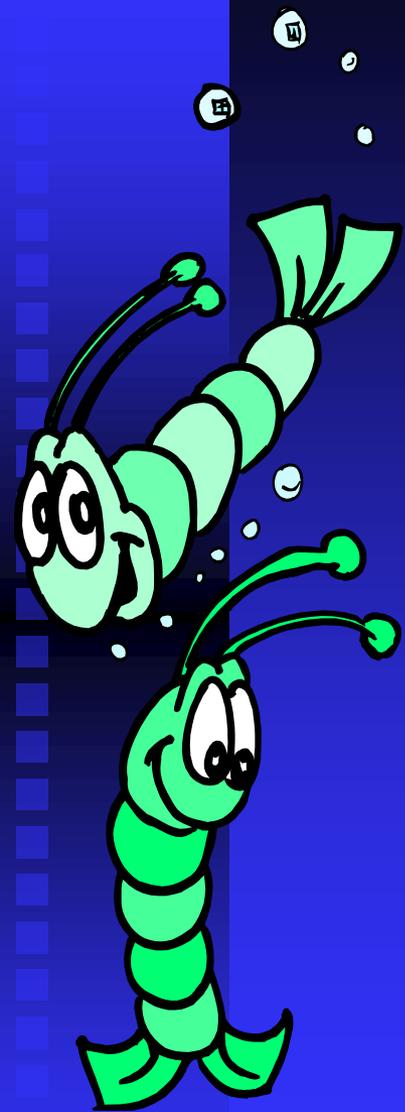


- No se conocen exactamente los requerimientos de salinidad y de iones para *P. vannamei*.
- Mucha de la información que se tiene es para otras especies.
- Algunos de los rangos “mínimos” no lo son. Se ha logrado cultivar camarón a niveles mas bajos de lo antes pensado posible.



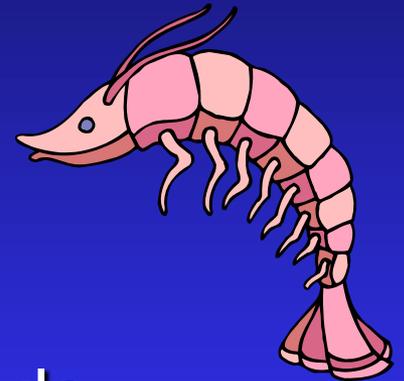
# Requerimientos de Salinidad

- Penaeidos aceptan amplios rangos de salinidad.
- Preferencia de salinidad depende de estadio.
- Ciclo de vida de penaeidos bien conocido:
  - ◆ Maduran y desovan en agua oceánica (>28ppt).
  - ◆ Primeros estadios requieren de agua de mar.
  - ◆ Postlarvas migran a ambientes estuarinos de baja salinidad, sujetas a cambios de salinidad.
  - ◆ Postlarvas mas grandes son atraidas a menores salinidades.
  - ◆ Al alcanzar PL 12-14 pueden aclimatarse agua casi totalmente dulce.



# Requerimientos de Salinidad

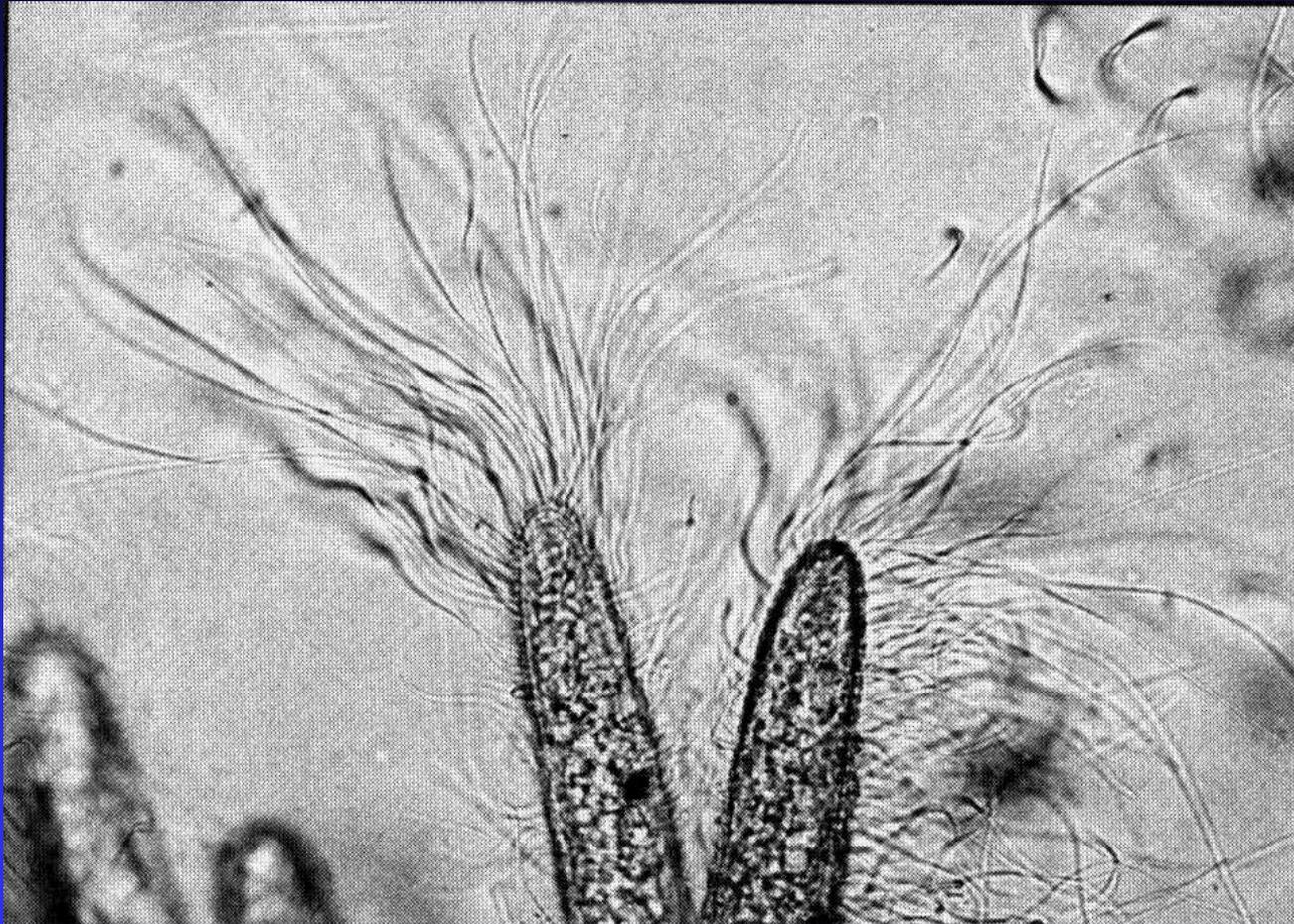
- Depende tambien de la especie (Mair 1980):
  - ◆ *P. vannamei* prefiere salinidad baja (1-8 ppt).
  - ◆ *P. californiensis* 9 - 26 ppt.
  - ◆ *P. brevis* 15 – 23 ppt.
  - ◆ *P. setiferus* 1 – 40 ppt.
  - ◆ *P. aztecus* 0.5 – 13 ppt.
  - ◆ *P. monodon* necesita agua mas salada.
- Aunque especies pueden vivir en salinidades extremadamente altas o bajas, esto no significa que puedan alcanzar el maximo crecimiento y supervivencia en esas condiciones.



# Requerimientos de Salinidad

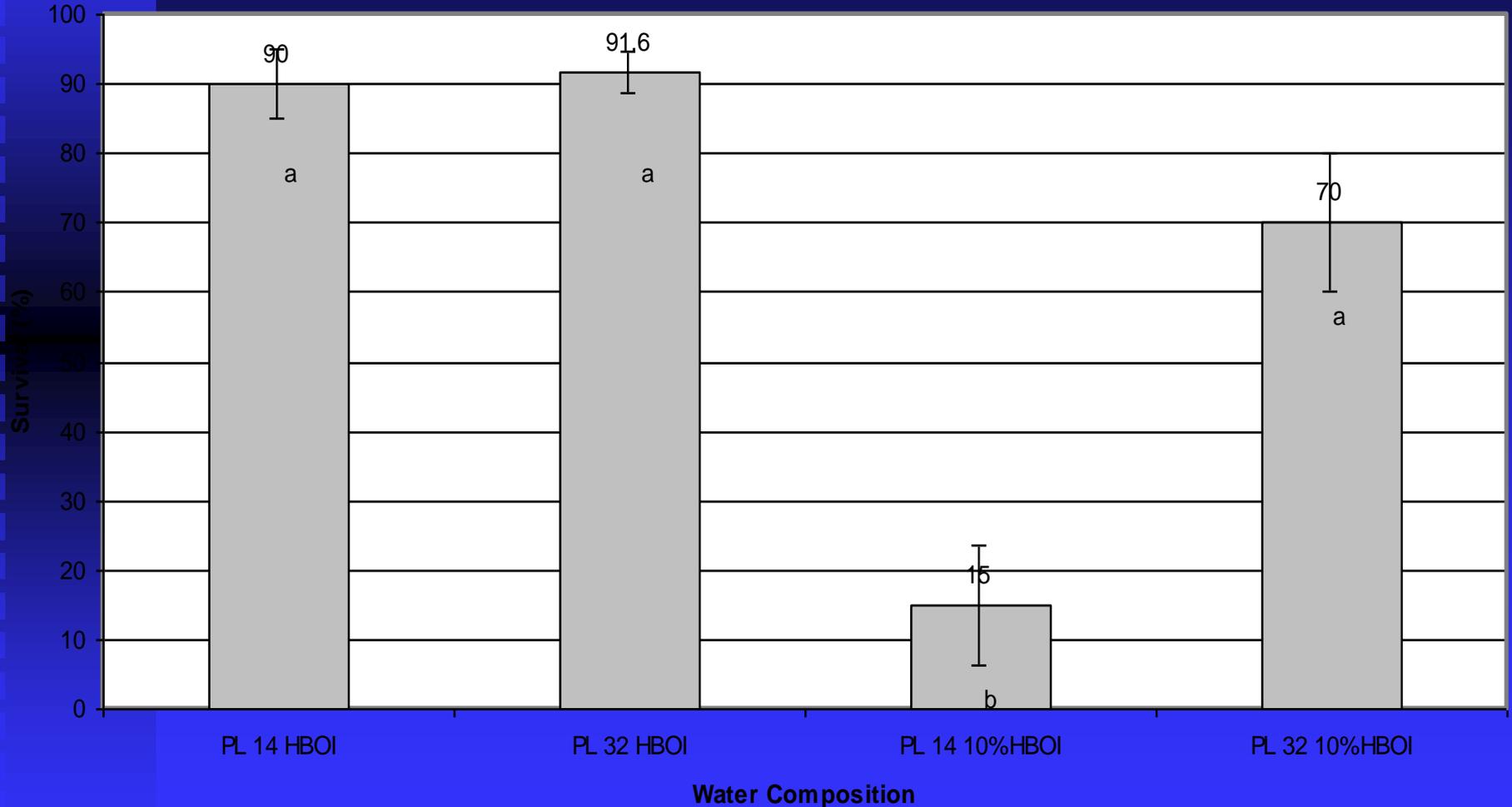
- Depende de edad, tamaño y desarrollo.
- Frecuentemente estadíos mas tempranos de una especie son mas susceptibles a toxinas o condiciones extremas.
- Allen & Scarpa (2001) encontraron diferencias en supervivencia entre aguas de 0.50 ppt y 0.05 ppt (con igual relación iónica) para PL 14 pero no para PL 32.
- Se cree que desarrollo branquial es principal factor, pero podría haber otros.

# Bacterias Filamentosas



- Disminuyen supervivencia en pruebas de estrés de salinidad.

# Efecto De Edad En Supervivencia A Distintas Salinidades



Allen y Scarpa 2001

# Requerimientos De Iones

- Principales cationes:  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$ .
- Principales aniones:  $\text{HCO}_3^-$  (y  $\text{CO}_3^{=}$ ) y  $\text{Cl}^-$ .
- Hay 2 corrientes de información:
  - ◆ Harbor Branch Oceanographic Institution.
  - ◆ Boyd.
- No se sabe (NADIE) cual es lo efectivo.
- Unica forma de determinar que es realmente es mediante experimentación, pero:
  - ◆ Institución de experimentación del país sufre de miopía y parálisis.

# Requerimiento Iónico Según Boyd

- Mínima salinidad para cultivo camarón: 5 ppt.
  - ◆ Mínima alcalinidad es de 75 ppm.
  - ◆ Concentración mínima de potasio 30 ppm, mejor 50ppm. Relación Na:K = 28:1 - 33:1.
  - ◆ Concentración de iones debe ser proporcional al agua de mar:

Ion	ppm	Ion	ppm
Calcio	58	Bicarbonatos	92
Magnesio	196	Cloruros	2,755
Potasio	54	Sulfatos	392
Sodio	1,522		

# Requerimiento Iónico Según Boyd

- Basado principalmente en datos de cultivo de *P. monodon* en Tailandia.
- Conclusiones no soportadas por datos experimentales, solo por fama del autor.
- Algunos pasos de deducción errados.
- Datos empíricos lo contradicen.
- Aboga por uso de agua de pozo salobre o uso de salmuera en vez de agua dulce.



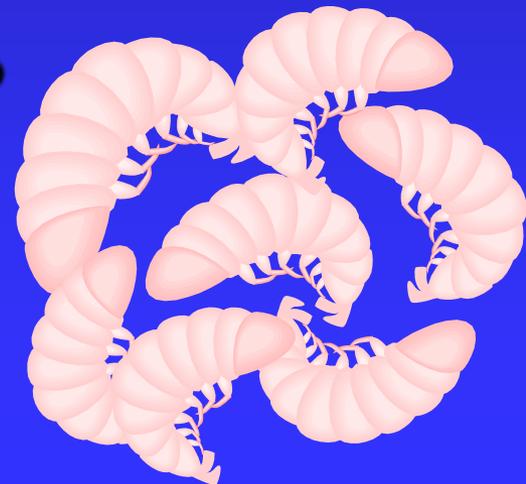
# Requerimiento Iónico HBOI

Parámetro	Valor
Salinidad	0.5 – 35 ppt..
Cloruros	> 300 ppm.
Sodio	> 200 ppm.
Dureza Total como $\text{CaCO}_3$	> 150 ppm.
Dureza Calcio Como $\text{CaCO}_3$	> 100 ppm.
Dureza magnesio como $\text{CaCO}_3$	> 50 ppm.
Alcalinidad Total como $\text{CaCO}_3$	> 100 ppm.

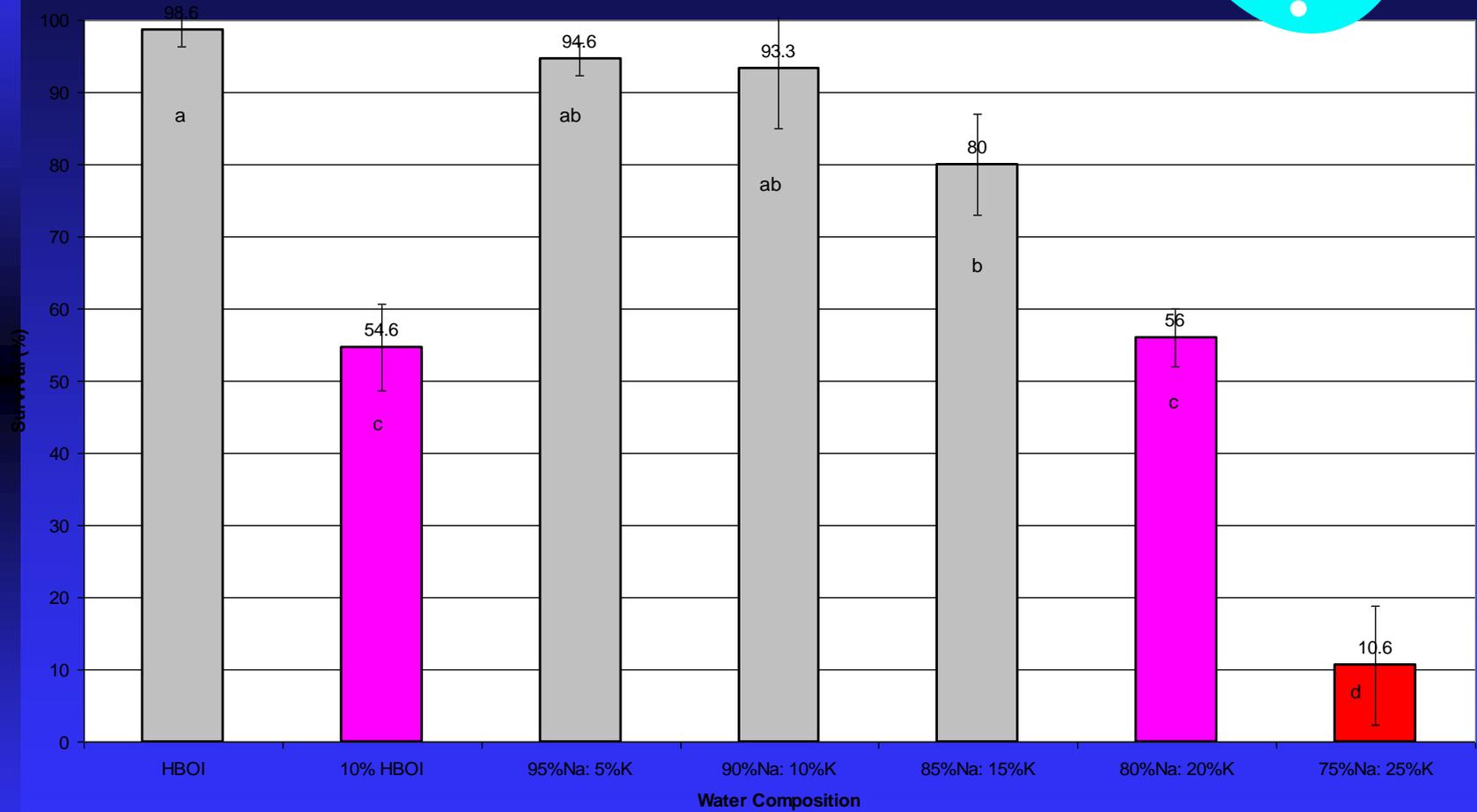
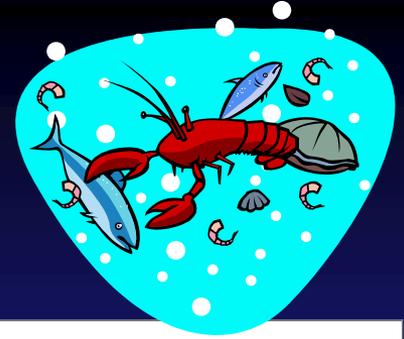
Van Wyk y Scarpa (1999)

# Requerimiento Iónico HBOI

- Experimental para *P. vannamei*.
- Nuevos resultados (Allen y Scarpa 2001):
  - ◆ Sodio (>84 ppm) es más importante que cloruros.
  - ◆ Cloruros pueden ser mas bajo de lo antes pensado.
  - ◆ Potasio puede ser toxico?
- Abogan uso de agua dulce.



# Na vs K



# Salinidad



- Concentración total de iones disueltos en agua. **NO** concentración de ClNa.
- Principales iones:
  - ◆ Cationes:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{K}^+$ .
  - ◆ Aniones:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{=}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{Br}^-$ .
- Salinidad mínima (HBOI) 0.5 ppt.
  - ◆ Talvez por si solo no indique nada.
  - ◆ Se está cultivando camarón con salinidades menores en el pais.
  - ◆ Posiblemente mejor seleccionar sitios con al menos 0.5 ppt.

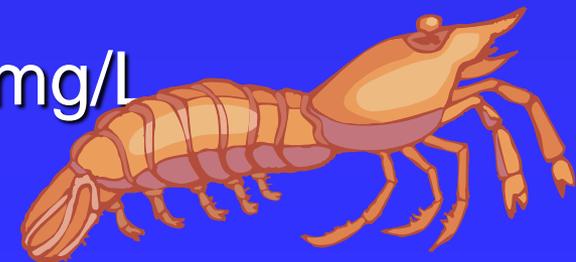


# Cloruros

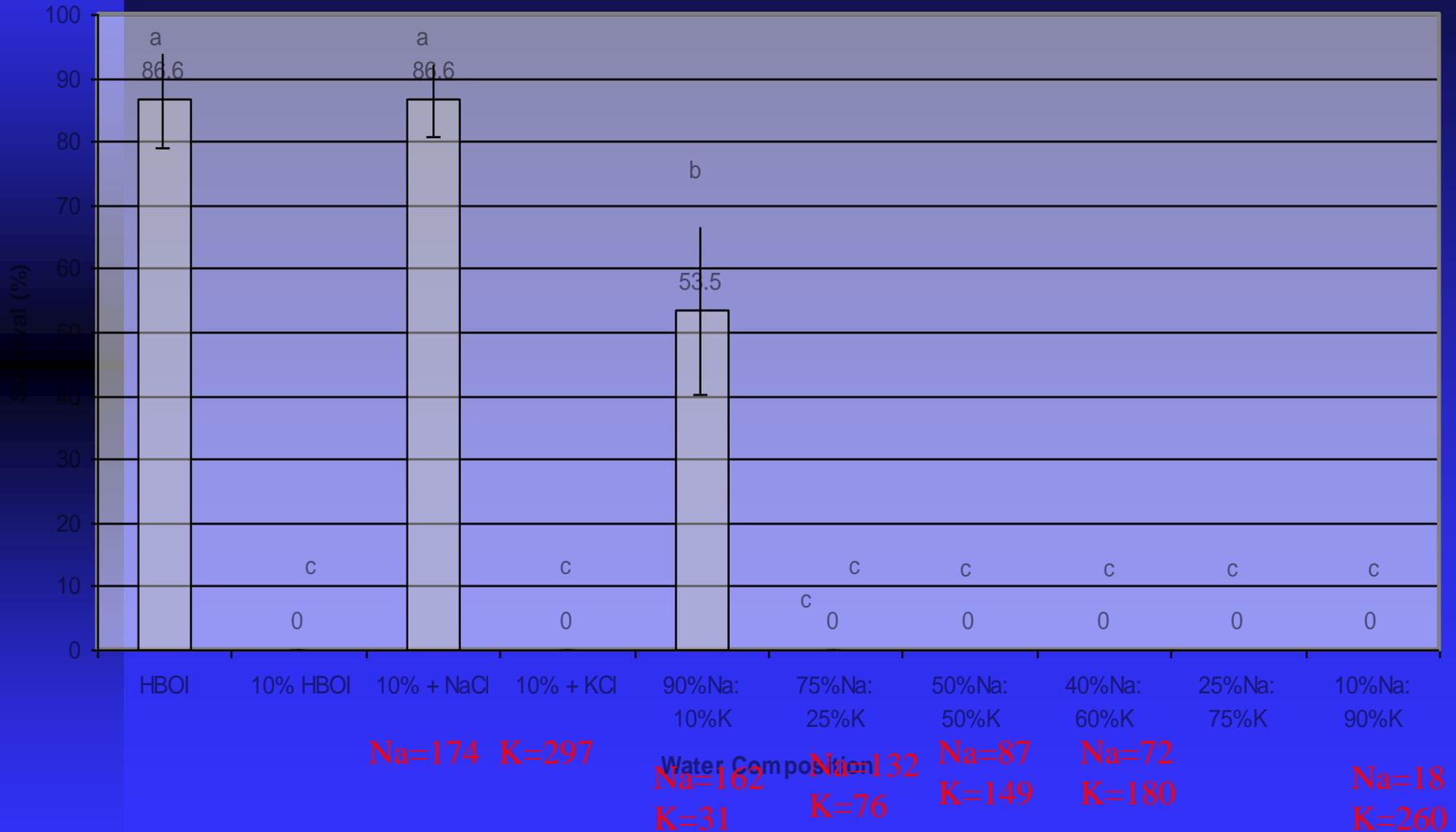


Atomic Number: 17  
Atomic Mass: 35.45

- Es representativo punto vista o
- Van Wyk & Scarpa (1999):
  - ◆ Ion mas importante.
  - ◆ Relacionado co supervivencia 24 horas en agua dulce. Declina < 200ppm.
  - ◆ Recomiendan cloruros > 300 ppm.
- Allen & Scarpa (2001):
  - ◆ Parece ser menos importante que sodio.
- Experiencias en Ecuador:
  - ◆ Hasta con 76 mg/L.
  - ◆ Buenos resultados con 200 mg/L



# CINa vs ClK

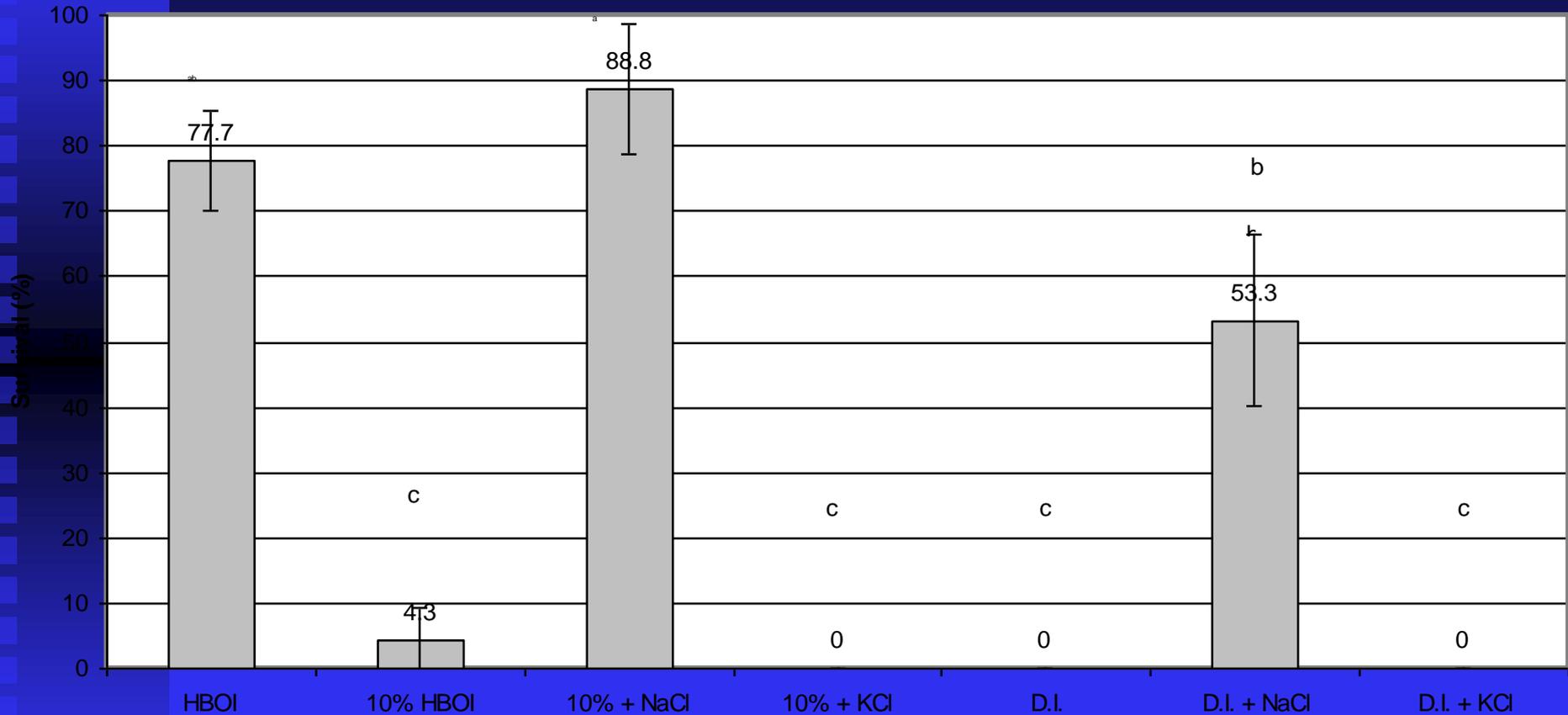


# Sodio

- Allen y Scarpa (2001):
  - ◆ Sodio necesario para supervivencia de Pls. Dureza alta por si sola no garantiza alta supervivencia.
  - ◆ Adición de ClNa mejoró supervivencia respecto a KCl.
  - ◆ Requerimiento mínimo: 84 ppm.
- Ecuador: al menos 69 mg/l.



# CINa vs ClK



Na=174 Water Composition

K=297

Na=194

K=330

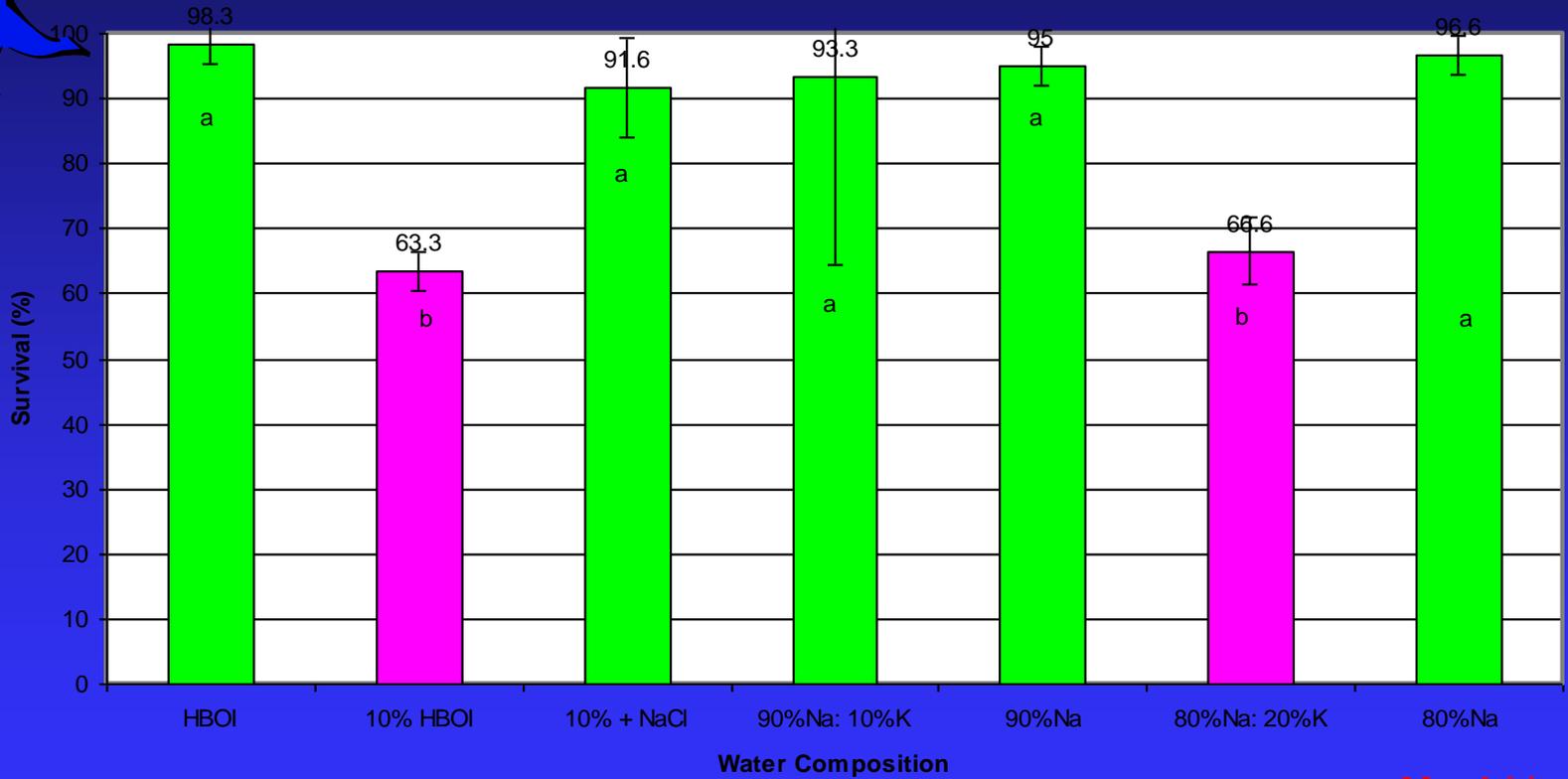
# Potasio



- Boyd (2001): 30 mg/L mínimo.
  - ◆ Productores: Agregando Muriato de Potasio.
- Ecuador: 6 mg/L?: Al menos 12 mg/L.
- Allen y Scarpa (2001): Mas importante que  $[K^+]$  es relación  $K^+ : Na^+$ .
  - ◆ Al agregar KCl a agua diluída, % sup. decreció.
  - ◆ Alta /baja relación K:Na, disminuye % sup.
- Boyd: Relación Na:K de 25-33 :1.
- HBOI / Ecuador : 18:1.
- Menos de 5:1 alta mortalidad.



# Na vs K



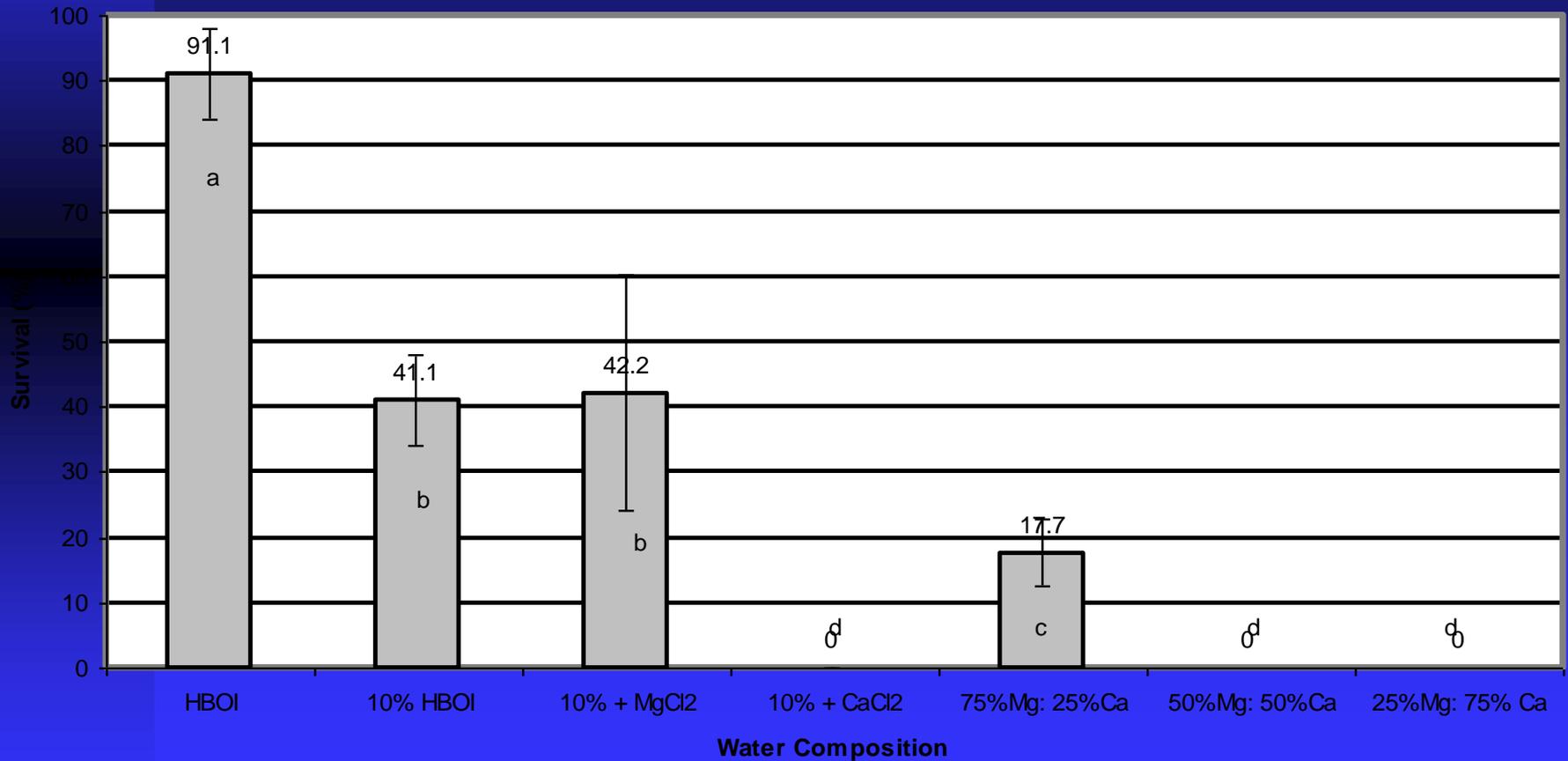
Na=144    Na=144  
K=61      K=6

**Ca** **Calcium**  
Atomic Number: 20  
Atomic Mass: 40.08

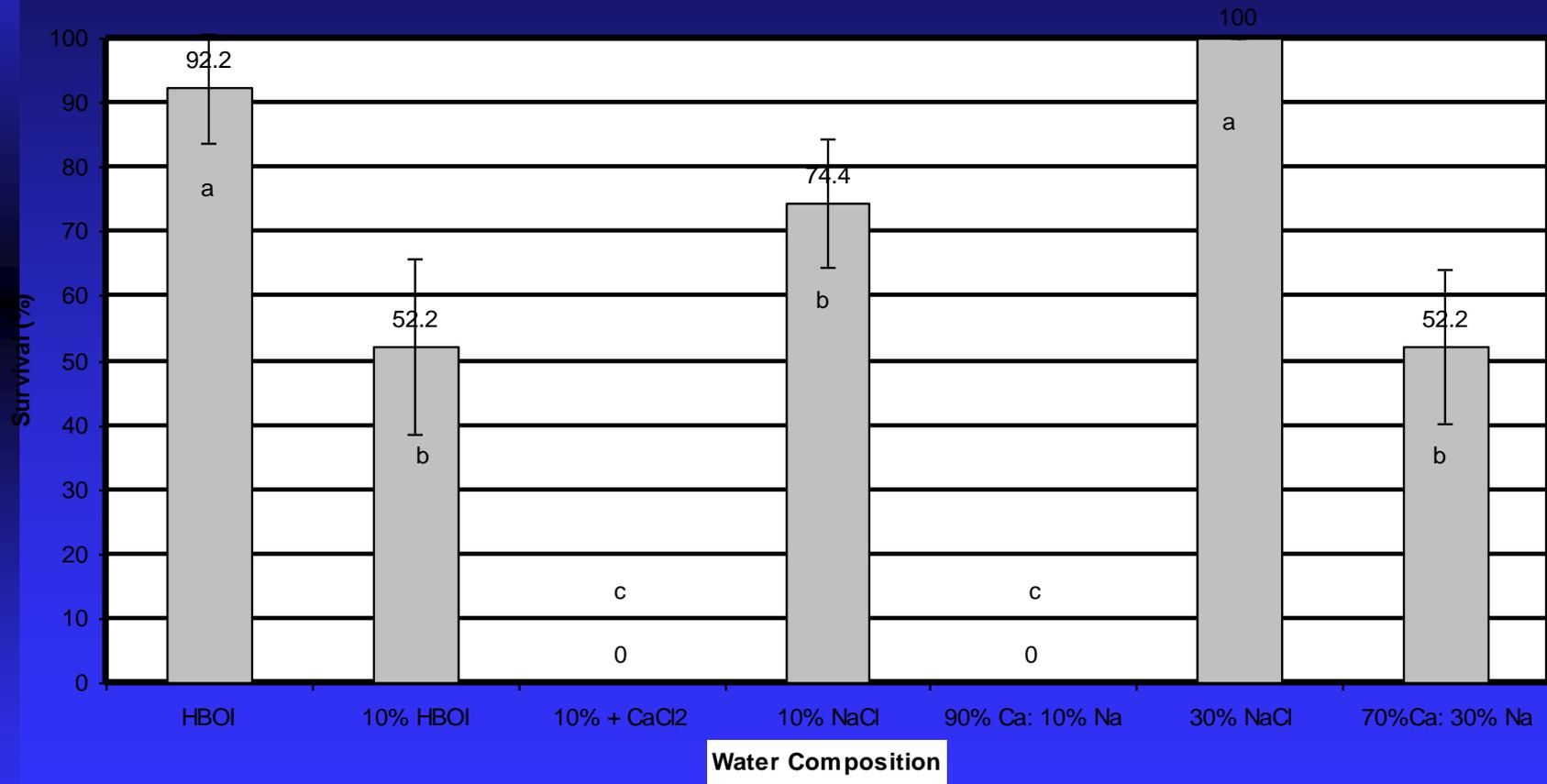
# Calcio y Magnesio

- Son absorbidos por las branquias.
- En aguas dulces de pozo  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  pueden ser porción importante de salinidad.
- Relación  $\text{Ca}:\text{Mg} > 1:1$  (mar 14:1).
- Por si solos no aseguran supervivencia. Necesitan de  $\text{Na}^{++}$ . Importante relacion  $\text{Na}:\text{Ca}$ .
- Invremento de Ca (167ppm) puede causar mortalidad en larvas.
- Disminuyen toxicidad de metales pesados.
- Ca reduce permebeabilidad branquias a Na y K.
- Necesario despues de la muda.

# Efectos de Ca y Mg



# Efectos de Ca y Na



# Dureza

- 
- Suma de todos los cationes divalentes, siendo  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$  los principales.
  - Uno de los parámetros mas importantes para supervivencia a baja salinidad.
  - Mínimo:
    - ◆ Dureza Total: 150 ppm  $\text{CaCO}_3$ .
    - ◆ Dureza de Calcio: 100 ppm  $\text{CaCO}_3$ .
    - ◆ Mar 6,600 ppm  $\text{CaCO}_3$ .
  - En aguas con baja dureza y alta alcalinidad pH puede subir mucho, lo que hace bajar mas a la dureza al precipitarse Ca.

# Alcalinidad

- La suma de bases que pueden neutralizar un ácido en agua.
- Principales:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{=}$ ,  $\text{OH}^-$ .
- Importante contribución a salinidad de aguas de pozo.
- Mínima necesaria 100 ppm  $\text{CaCO}_3$ .
- Recomendable al menos 150.
- Capacidad de buffer del agua para resistir cambios de pH.

# CO<sub>2</sub>

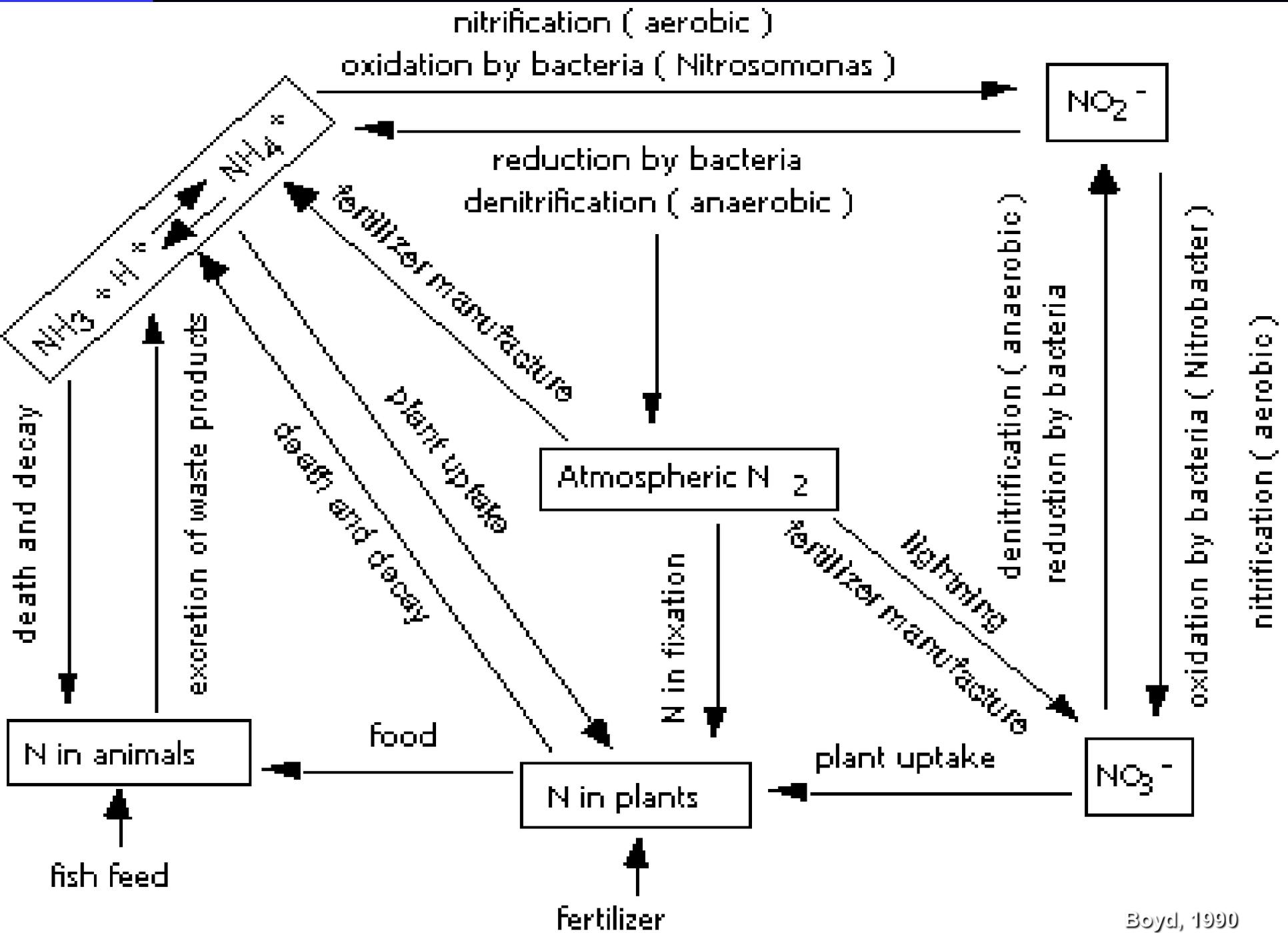
- Aceptable < 20 ppm
- Optimo < 5 ppm
- Principal causa de variacion diaria del pH.
- Necesario para algas. Falta es principal causa de crash de algas en el dia.
- Arriba de pH 8.34 no hay CO<sub>2</sub>.
- Solubilidad proporcional a alcalinidad. Cantidad disponible para fotosintesis funcion pH (inv) y alcalinidad.
- Disminuye por:
  - ◆ Fotosintesis.
  - ◆ Aireacion.
  - ◆ Aplicacion de Cal.

# pH

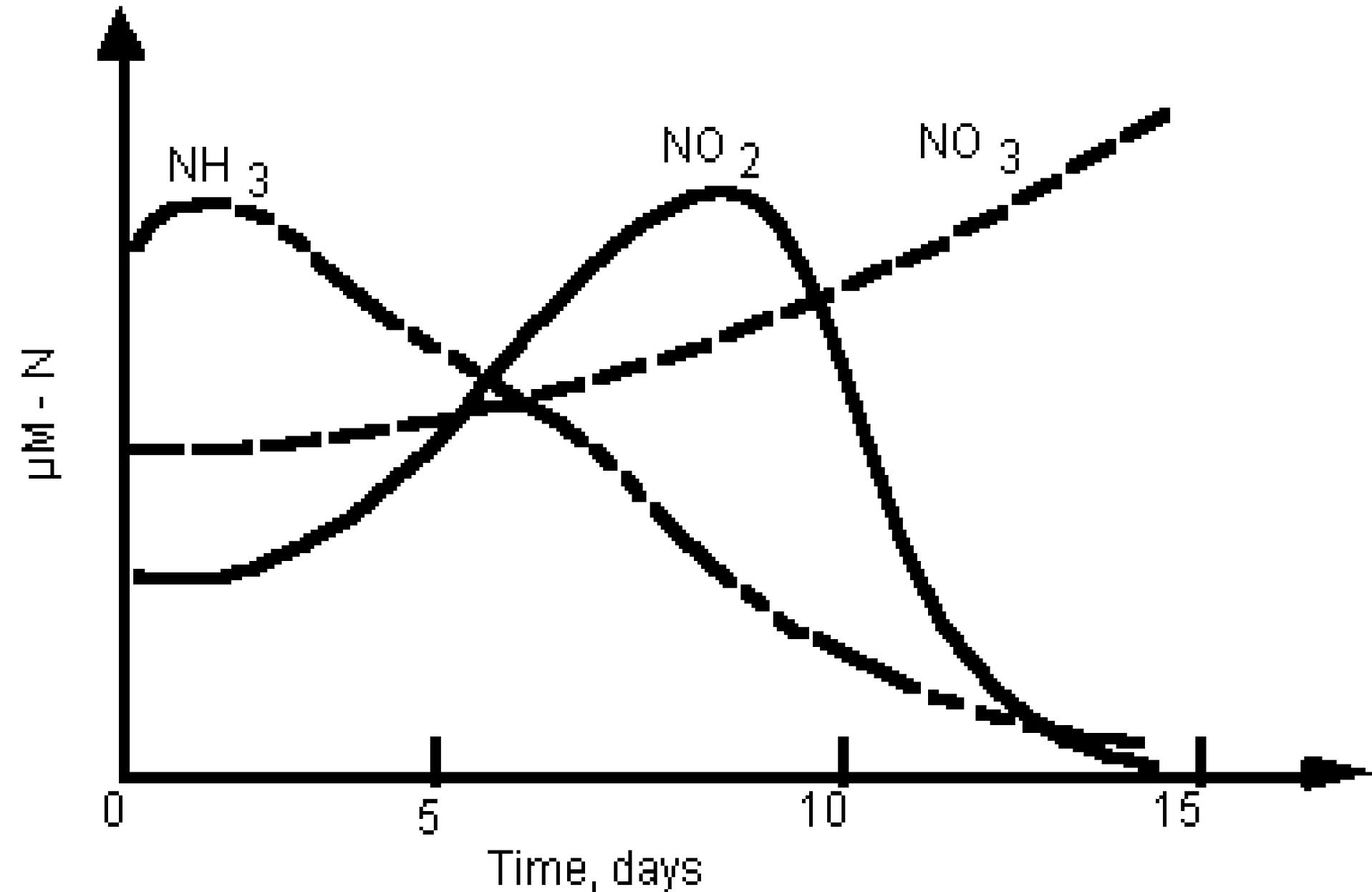
- Rango: 7 – 9.
- Varía diariamente.
- Puede subir más en piscinas nuevas, en aguas con baja alcalinidad o con alta alcalinidad y baja dureza de calcio.
- En aguas con baja dureza y alta alcalinidad pH puede subir mucho, lo que hace bajar más a la dureza al precipitarse Ca.
- Formas de subirlo:
  - ◆ Calles
- Formas de Bajarlo:
  - ◆ Sulfato de Aluminio.
  - ◆ Propiciando crecimiento bacterias.

El peso de organismos que se puede producir depende de la capacidad del agua para producir fitoplancton”

- ◆ - Los factores limitantes son: nitrógeno (2 – 10), el fósforo (1), y el potasio (1).
- ◆ Nitrogeno:
- ◆  $N_2$  Gas
- ◆  $NH_3$  Amoniac o Amoniac no ionizado (1-2 ppm toxico)
- ◆  $NH_4^+$  Amoniac Ionizado (Ion amonia)
- ◆  $NH_4^+ + NH_3$  Total nitrogeno amoniacal (TAN)
- ◆  $NO_2$  Nitrito

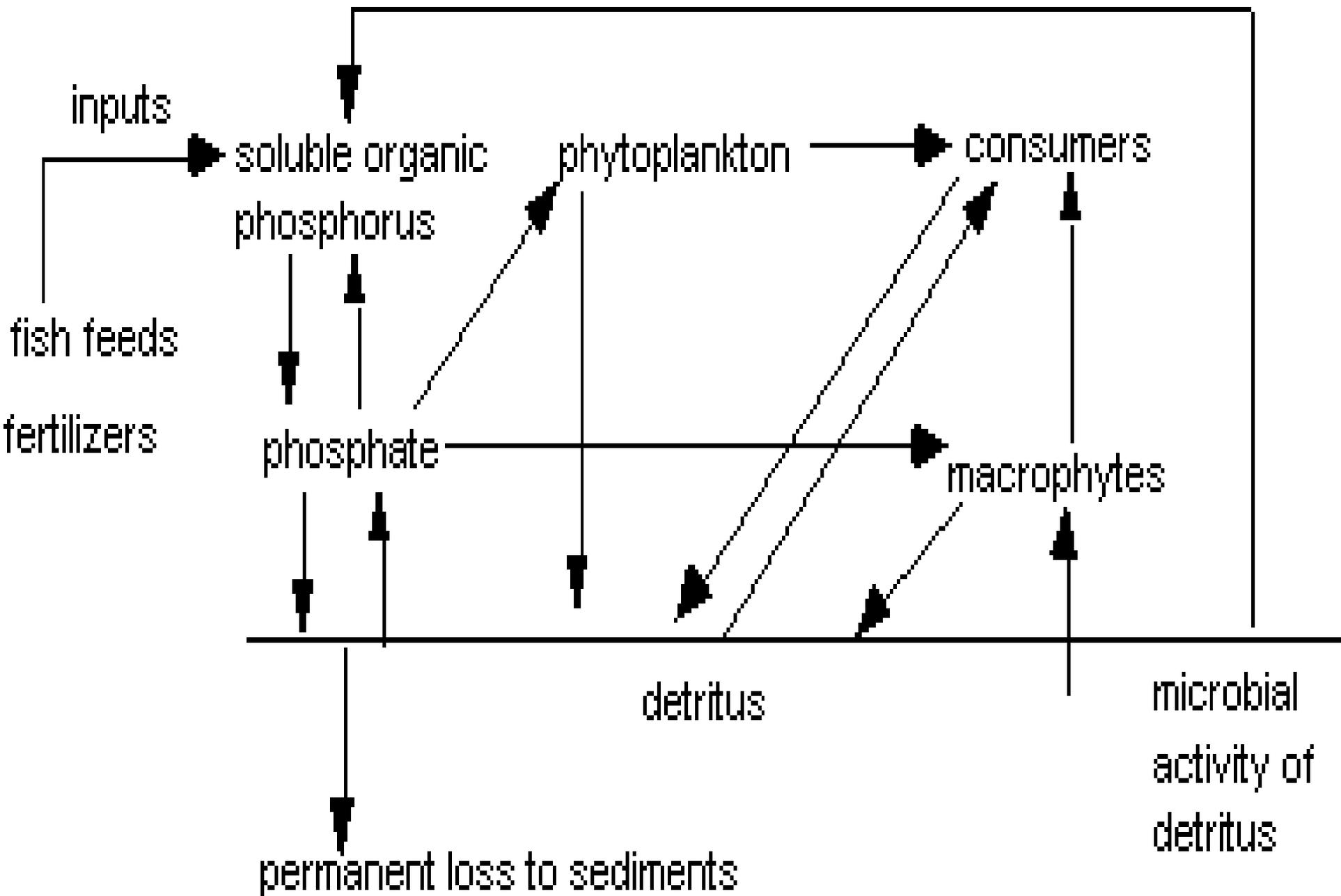


# Variación de los niveles de Amonia, nitrito y nitrato en respuesta a la oxidación bacteriana en el tiempo (Shilo



- ◆ Fosforo (P):
  - ◆ Principal fuente: Alimento (70% de la proteína)
  - ◆ No toxico, pero exceso puede provocar blooms de fito que pueden causar problemas de oxígeno y mal olor o sabor a lodo.
  - ◆ Es el mas limitante por tener poca capacidad de retornar al medio (ciclo).

# Ciclo del fosforo (Boyd, 1990)

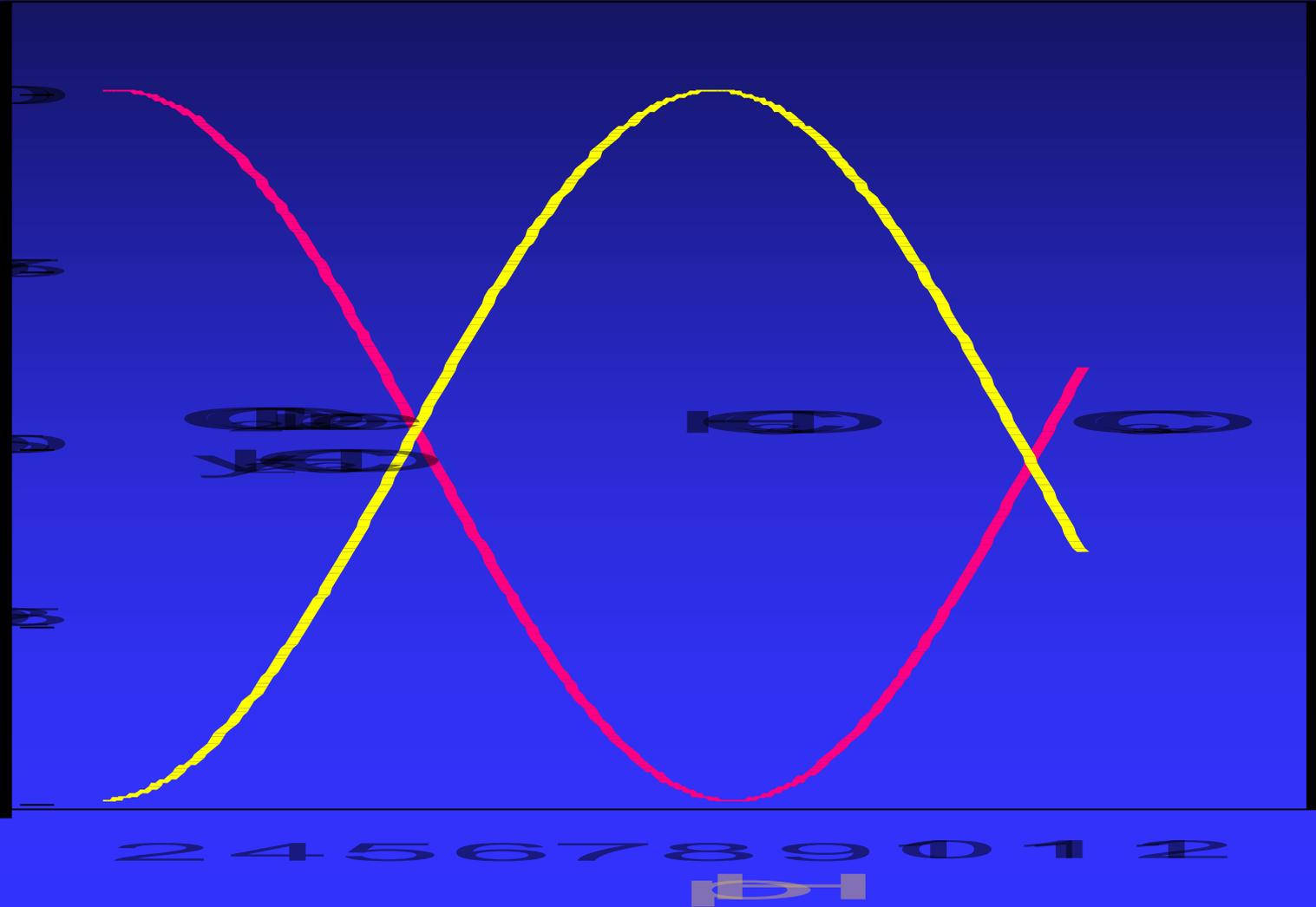


- ◆ Potasio (K):
- ◆ Rara vez limitante
- ◆ No tóxico en las concentraciones frecuentes

- ◆ - Existen otros minerales: Ca, Mg, formas de carbonato y metales trazas
- ◆ Aun más no se conoce exactamente la importancia de los minerales trazas en la producción primaria.

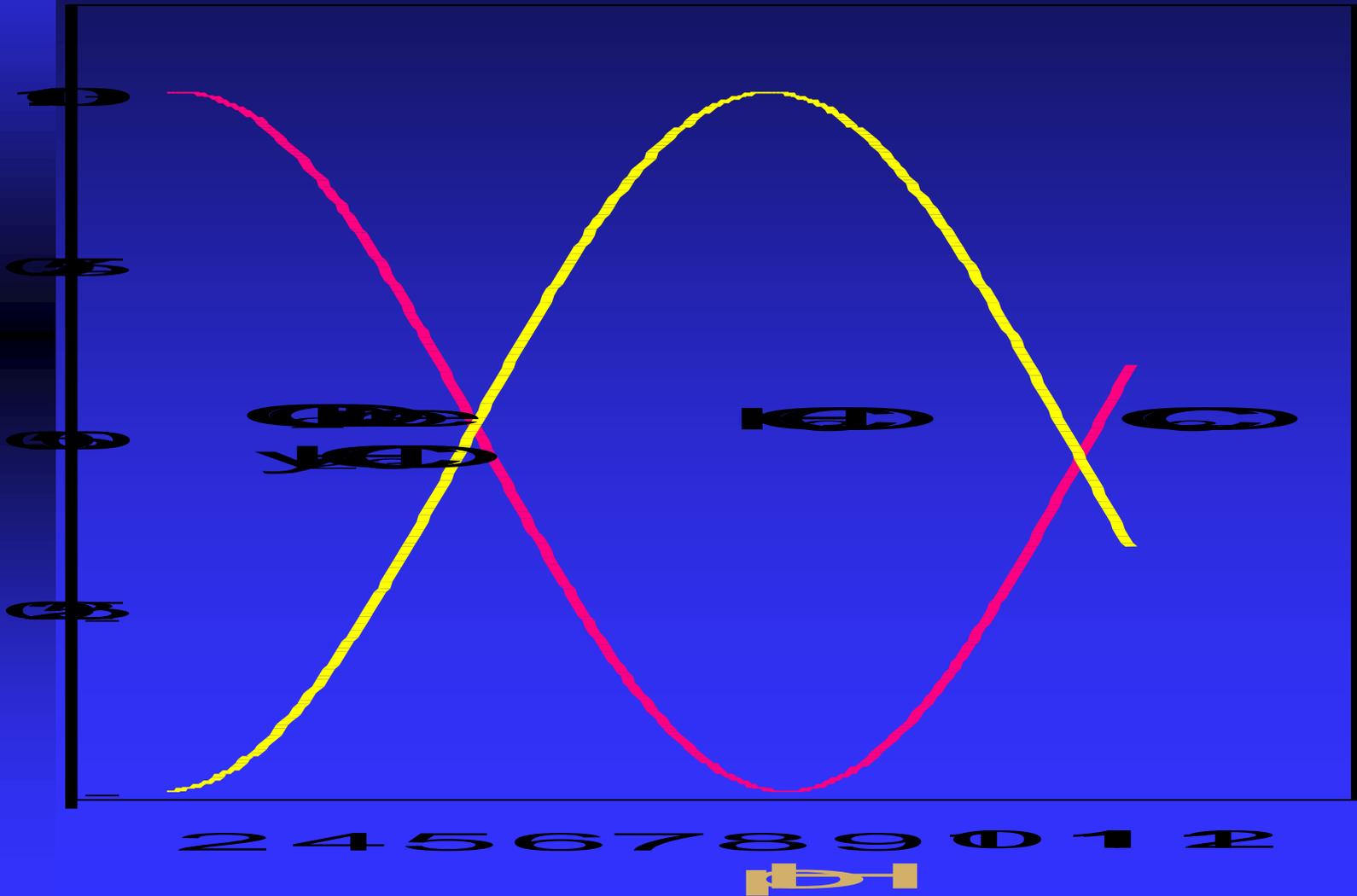
- 4) CO<sub>2</sub>.-
- El CO<sub>2</sub> es importante para la fotosíntesis y puede presentarse como un limitante en estos sistemas acuáticos, si este no se presenta libre.
- Aguas ácidas o alcalinas (pH>9) no son muy productivas, por no disponer CO<sub>2</sub> libre.

- CO<sub>2</sub>.....
- Aguas con pH entre 6.5 y 9.5 son consideradas buenas para cultivos.
  - ◆ Tenemos dos maneras de suplir de CO<sub>2</sub>:
    - ◆ Atmósfera
    - ◆ Respiración de plantas



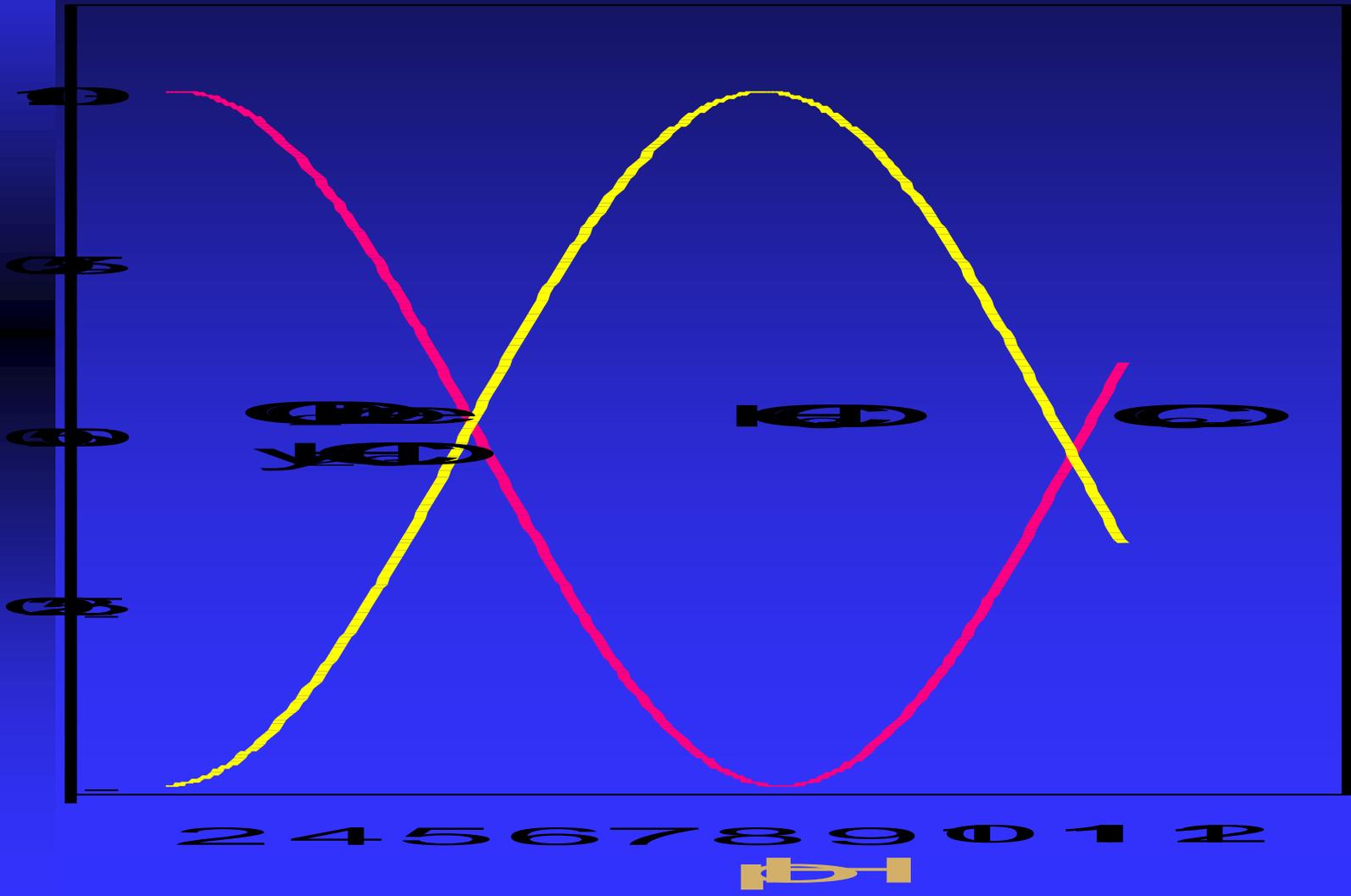
- - Cuando el agua es ácida ( $<6$ ) se tiene gran cantidad de  $\text{CO}_2$  en el agua (asociado normalmente en forma de  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) este  $\text{CO}_2$  no está en estado libre.
- - La presencia de un bicarbonato  $\text{HCO}_3^-$ , está asociado a la presencia de  $\text{CO}_2$  libre.
- - Con aguas de  $\text{pH} <6$  se tienen pocos bicarbonatos.

1000



- - Si el pH aumenta las cantidades de  $\text{CO}_2$  libre encontrado en el agua disminuye llegando a 0, para pH de 8.3 podemos encontrar 0 ppm de  $\text{CO}_2$  libre, pero en este punto se tiene la máxima cantidad de  $\text{HCO}_3^-$ .
- - Cuando el pH se eleva, las cantidades de  $\text{HCO}_3^-$  baja y crece la cantidad de carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), (no disociables para la forma de  $\text{HCO}_3^-$ ).

1000



2 4 5 6 7 8 9 10 11 12

t

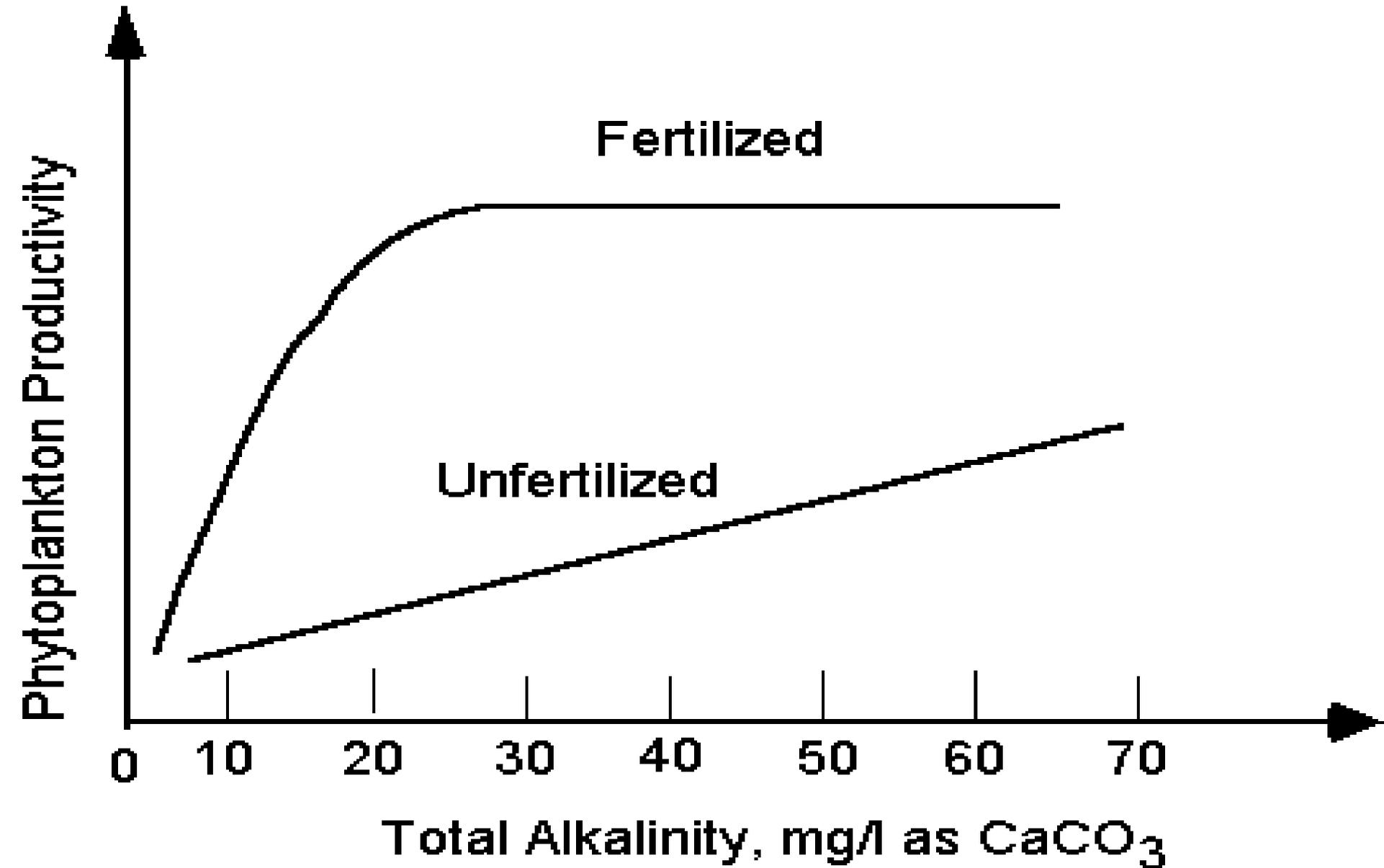
0  
50  
100  
150  
200

100  
50

100

100

# Relación entre la productividad fitoplanctónica y la Alcalinidad total en piscinas fertilizadas y no fertilizadas



- Problemas asociados con medios ácidos:
  - \* Con materia orgánica (abono)
  - \* Cianoficeas
  - \* Fotosíntesis superficial
  - \* Cal

- 5) Oxígeno Disuelto O<sub>2</sub>.-
  - ◆ Importante por:
    - ◆ \* Producción de las plantas
    - ◆ \* Aumentar la velocidad de los procesos de descomposición.



# Temperatura

- Optimo 28° – 32°C.
- Hay evidencias que temperaturas altas disminuyen incidencia de WSSV.
- Temperaturas letales <15°C, > 35°C.
- Afecta metabolismo del camarón.

# Oxigeno Disuelto

- > 5 ppm

# Amonia

- Optimo  $(\text{NH}_3) < 0.03$
- Amonia no ionizada función de amonia total y pH.
- Mas tóxica en agua dulce.
- Es consumida por las algas y bacterias heterótrofas.
- Puede perderse por difusión.

# Nitrito

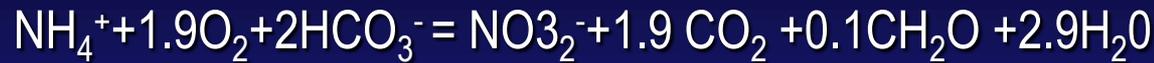
- Optimo < 1 ppm
- Los nitritos son tóxicos a niveles superiores de 2 mg NO<sub>2</sub>
- El cloro antagoniza la toma de nitritos y hace a lo animales más tolerantes en alta salinidad.
- Los nitritos se pueden acumular cuando la oxidación de la amonía excede a la oxidación de los nitritos

# Nitrato

- < 60 ppm
- No es tóxica, pero puede causar eutroficación.

# Nitrificación

- La reacción química es:



- Por cada gramo de  $\text{NH}_4^+$  oxidado a  $\text{NO}_3^-$

- ◆ Se consume:

- ◆ 4.57 g de oxígeno

- ◆ 7.14 g de alcalinidad (como  $\text{CaCO}_3$ )

- ◆ Se Produce:

- ◆ 8.59 g de ácido carbónico

- ◆ 0.17 g de masa de células

- ◆ 4.43 g de nitratos

- ◆ 3.73 g de agua

- ◆ 5.97 g de dióxido de carbono

# H<sub>2</sub>S



- Rango: Nada.
- Gas incoloro y que huele a inodoro.
- Si se lo puede oler hay demasiado.
- Mayor toxicidad a pH bajos.

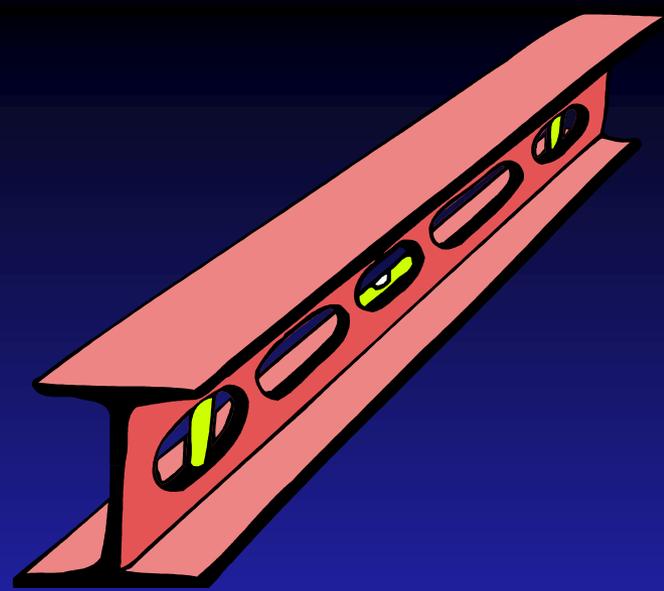


Fe Iron

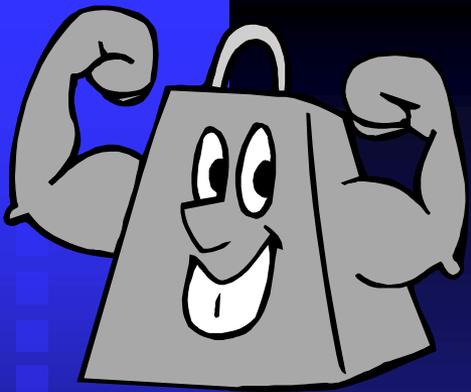
Atomic Number: 26

Atomic Mass: 55.85

## Hierro



- < 1 ppm.
- No toxico de por si.
- 2 presentaciones:
  - ◆ Soluble ( $\text{Fe}^{++}$ ) Ferroso.
  - ◆ No Soluble ( $\text{Fe}^{+++}$ ) Ferrico.
- Al Oxidarse se hace no soluble y precipita, lo que puede tapar branquias.



# Metales pesados

- Cadmio < 10 ppb
- Cromo < 100 ppb
- Cobre < 25 ppb
- Plomo < 100 ppb
- Mercurio < 0.1 ppb
- Zinc < 100ppb



# Pesticidas

- Aldrin / Dieldrin 0.003ppb
- BHC 4ppb
- Chlordane 0.01ppb
- DDT 0.001ppb
- Endrin 0.004ppb
- Heptachlor 0.001ppb
- Toxaphene 0.005ppb

# Métodos Determinación Salinidad (1)

- Refractómetro:
  - ◆ Fácil de usar.
  - ◆ Poca precisión en bajas salinidades.
- Conductividad:
  - ◆ Rápida y fácil de usar.
  - ◆ Se puede relacionar con buena precisión conductividad y salinidad para una agua dada.
  - ◆ Curva varía dependiendo proporción de iones.
  - ◆ No permite comparar aguas con distinta composición iónica (diferentes fuentes).
  - ◆ No dice composición iónica del agua.



# Métodos Determinación Salinidad

## (2)

- Calculo de salinidad con base a cloruros:
  - ◆  $\text{Salinidad} = 1.84 \times [\text{Cl}]$ .
  - ◆ Sirve para agua oceánica que es estable pero no para agua subterránea que varia mucho.
  - ◆ Al menos un laboratorio de Prestigio usa este método.
- Sólidos disueltos totales (TDS):
  - ◆ Más preciso.
  - ◆ Describe composición iónica del agua.
  - ◆ Alto costo: No permite uso rutinario.



# Métodos Determinación Salinidad

## (3)

- Para que determinar salinidad?
  - ◆ El termino salinidad es un termino oceanográfico.
  - ◆ Aquí nos interesa la composición del agua en cada uno de sus iones.
- Usar SDT para evaluar un agua y luego conductividad para medir las variaciones de dicha agua por evaporación y/o dilución por lluvia puede ser un buen método.



# Comprobación Análisis Agua

- Cationes y Aniones deben mantener equilibrio eléctrico.
- Meq/L de ambos deben ser iguales.  
(%Dif <10%)

$$\%Dif = \frac{|\sum Aniones - \sum Cationes|}{(\sum Aniones + \sum Cationes) / 2} \times 100$$

- Meq/L = mg/L / Masa Eq.
- Masa Eq. = Peso Atómico / Valencia:

# Pesos Equivalentes

Aniones		Cationes	
$\text{HCO}_3^-$	61.00	$\text{Ca}^{++}$	20.04
$\text{SO}_4^{=}$	48.00	$\text{Mg}^{++}$	12.16
$\text{Cl}^-$	33.45	$\text{K}^+$	39.10
		$\text{Na}^+$	23.00

# Análisis Aguas Pozos

Ion	Rangos	Mar	Reilan Pozo 1	Reilan Pozo 2	Reilan Ps 9	Nobol	Callejon es	Rio Verde	Palestin a
<b>Valores en Miligramos / Litro</b>									
Ca++	5-500	400	112	96	24	64	64	72	19
Mg++	5-1,500	1,360	68	78	87	29	48	32	19
Na+	>200	10,500	462	138	260	165	76	215	52
K+	10-310	370	25	12	10	6	10	6	-
Fe++	<1		0.27	0.25	0.2	0.20	0.30	0.20	-
Mn++			0	-	0	-	-	-	-
HCO3-		142	224	280	180	480	328	332	208
SO4=	5-2,500	2,700	12	18	10	49	-	100	-
Cl-	>300	19,000	944	400	560	76	140	244	24
SDT		34,472	1,847	1,022	1,131	869	666	1,001	322
<b>Valores en Miliequivalentes / Litro</b>									
Ca++		20	6	5	1	3	3	4	1
Mg++		112	6	6	7	2	4	3	2
Na+		457	20	6	11	7	3	9	2
K+		9	1	0	0	0	0	0	-
Total Cationes		598	32	18	20	13	11	16	5
HCO3		2	4	5	3	8	5	5	3
SO4=		56	0	0	0	1	-	2	-
Cl-		536	27	11	16	2	4	7	1
Total Aniones		595	31	16	19	11	9	14	4
Dif Prom		1%	4%	7%	5%	16%	14%	9%	15%

# Composición Relativa Agua

	Mar	Reilan Pozo 1	Reilan Pozo 2	Reilan Ps 9	Nobol	Callejon es	Rio Verde	Palesti na	Yagua chi
Ca <sup>++</sup>	1.2%	6.1%	9.4%	2.1%	7.4%	9.6%	7.2%	5.9%	8.0%
Mg <sup>++</sup>	3.9%	3.7%	7.6%	7.7%	3.3%	7.2%	3.2%	5.9%	5.3%
Na <sup>+</sup>	30.5%	25.0%	13.5%	23.0%	19.0%	11.4%	21.5%	16.1%	19.0%
K <sup>+</sup>	1.1%	1.4%	1.2%	0.9%	0.7%	1.5%	0.6%	0.0%	0.7%
Fe <sup>++</sup>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Mn <sup>++</sup>	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
HCO <sub>3</sub>	0.4%	12.1%	27.4%	15.9%	55.2%	49.2%	33.2%	64.6%	26.3%
SO <sub>4</sub> =	7.8%	0.6%	1.8%	0.9%	5.6%	0.0%	10.0%	0.0%	18.6%
Cl <sup>-</sup>	55.1%	51.1%	39.1%	49.5%	8.7%	21.0%	24.4%	7.5%	22.1%

## RELACIONES ENTRE IONES

Na:K	28.4	18.5	11.5	26.0	27.5	7.6	35.8	#DIV/0!	28.8
Ca:Mg	0.29	1.65	1.23	0.28	2.21	1.33	2.25	1.00	1.53
Na:Ca	26.3	4.1	1.4	10.8	2.6	1.2	3.0	2.7	2.4
Na:Mg	7.7	6.8	1.8	3.0	5.7	1.6	6.7	2.7	3.6
Cl:Na	1.8	2.0	2.9	2.2	0.5	1.8	1.1	0.5	1.2
Cl:K	51.4	37.8	33.3	56.0	12.7	14.0	40.7	#DIV/0!	33.6
Cl:Ca	47.5	8.4	4.2	23.3	1.2	2.2	3.4	1.3	2.8

# Factores Ambientales (1)

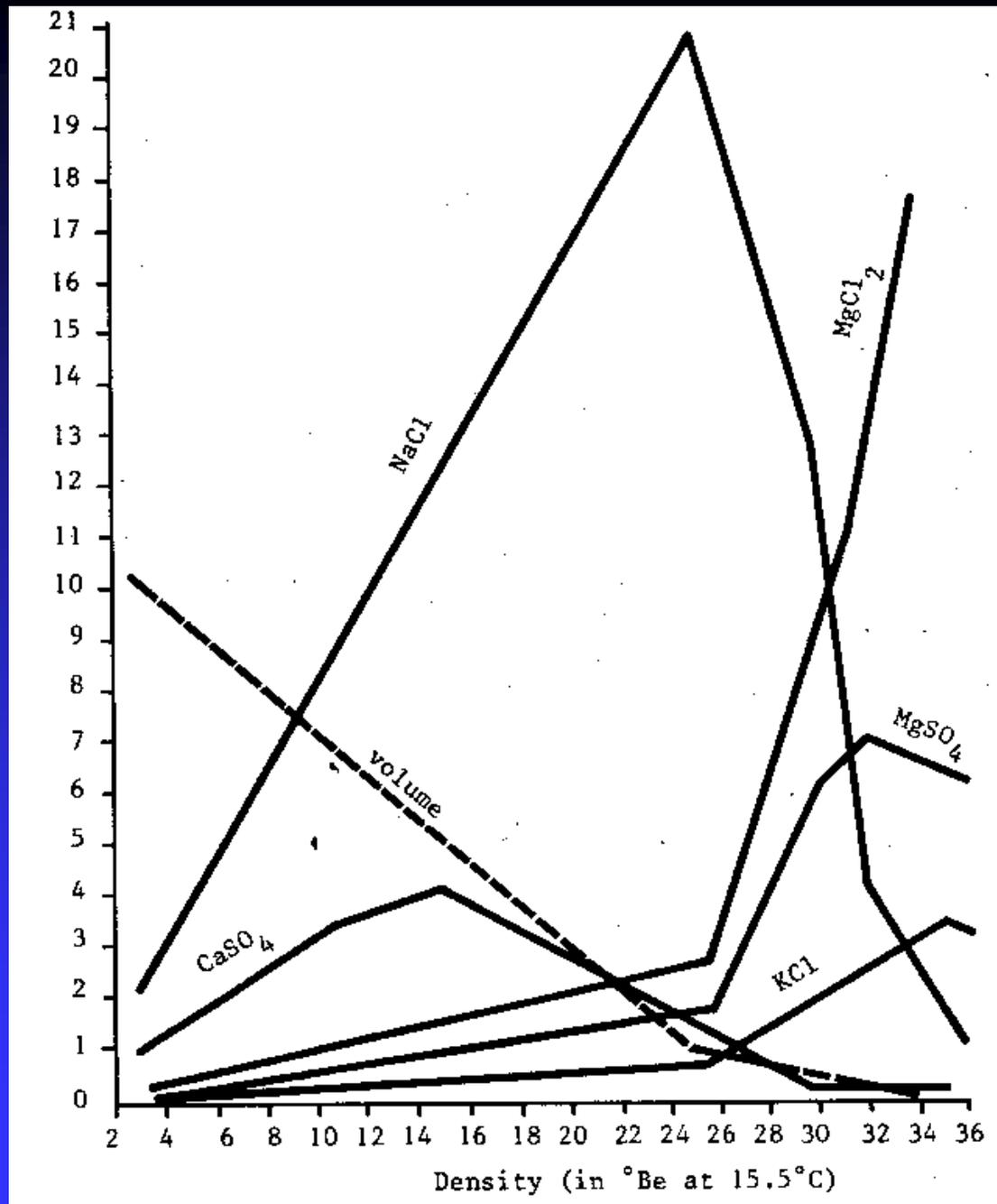
- Agua “Dulce” es un término algo subjetivo.
- INEN: Agua Potable hasta 1,000 mg/L SDT (1 ppt).
- Guitig: SDT: 650 ppm.
- SAR: Radio de absorción de Sodio:
  - ◆ Idoneidad de Agua para cultivo agrícola y su potencial de salinización del suelo.
    - ◆ 2-7 Sin Efectos Nocivos.
    - ◆ 8-17 Efectos en especies sensitivas.
  - ◆ Calidad de Agua Santa Lucia:
    - ◆ Camaronera : SDT: 1,023 ppm, SAR: 3.59.
    - ◆ Arroceras Vecina: SDT : 957 ppm, SAR: 6.12.

# Factores Ambientales (2)

- Salinización mayor en Agricultura que en Acuicultura:
  - ◆ Menor volumen de agua por área.
  - ◆ Evapotranspiración.
  - ◆ Análisis suelo Santa Lucia:
    - ◆ Piscina: SAR: 6.53, Cl: 500 ppm, Na: 295 ppm.
    - ◆ Arrocera: SAR: 12.7, Cl: 1,000 ppm, Na: 577 ppm.
- Recirculación:
  - ◆ Mayor Salinización de Agua.
  - ◆ Convierte agua dulce en salada.

# Composición De Salmueras De Agua De Mar (En %)

Según Plank 1958  
en Sorgeloos *et al* 1986

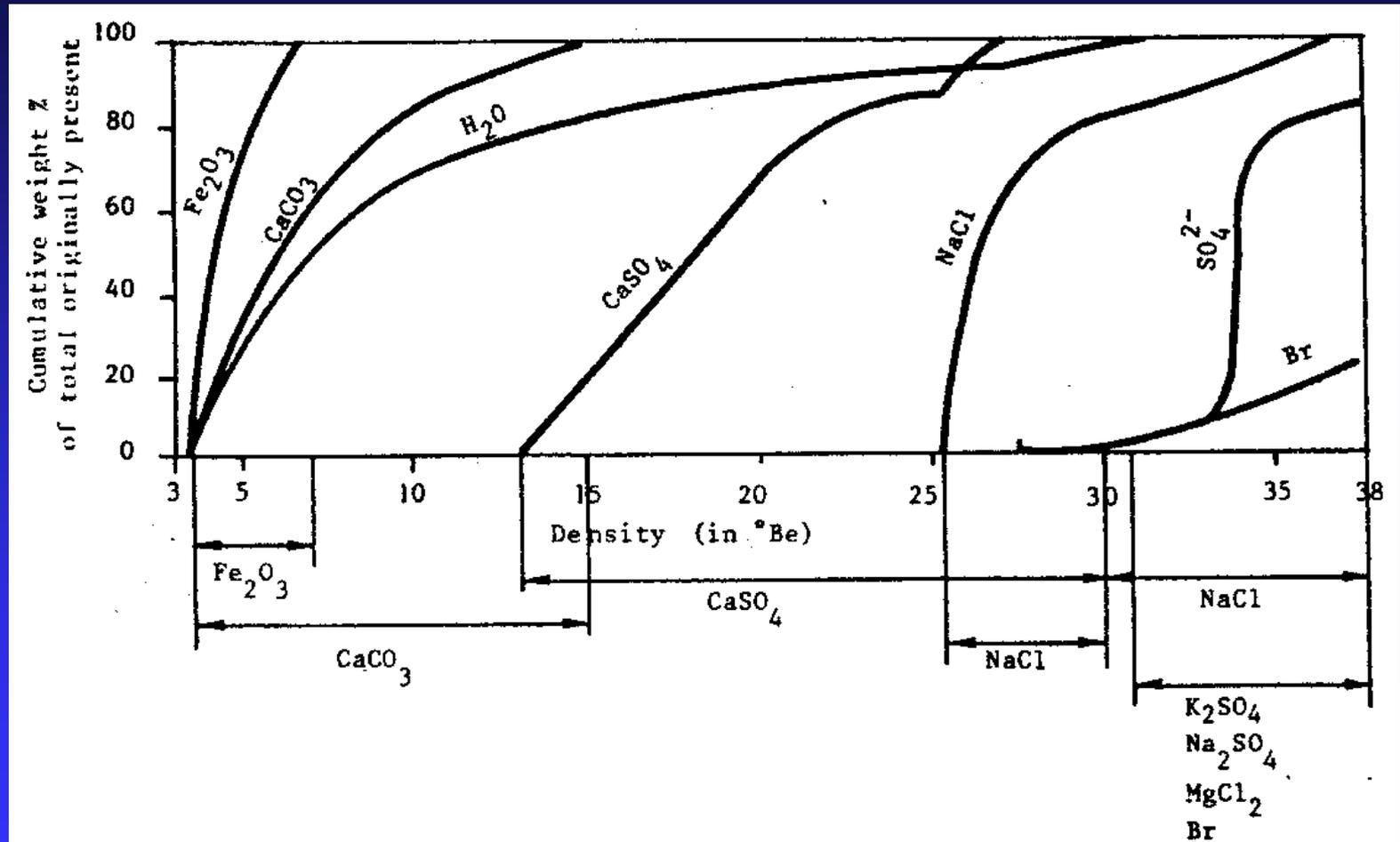


# Precipitación De Sales A Distintas Salinidades

- 140 ppt:
  - ◆ Carbonatos de Calcio y Magnesio
- 140 – 250 ppt:
  - ◆ Gypsum (Yeso) Sulfato de Calcio
- 250 – 300 ppt:
  - ◆ Sal Común, Cloruro de Sodio
- > 300 ppt:
  - ◆ Bromuros, Cloruro de Potasio, Sulfato de magnesio

(Sorgeloos *et al* 1986)

# Precipitación Sales Durante Concentración Agua Salada



Según Bradley 1986

en Sorgeloos *et al* 1986

# Aparato Para Disolución De Sal



2001. 3. 12

# Aplicación De Sal



2001. 2. 9