

Cultivo De Camaron Tierra Adentro – Clase 1



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

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
Camarón	1	-	-	-	-	1
Langosta	19	-	8	1	2	30
Otro	4	1	-	-	2	7
Total	24	1	8	1	-	38

Fuente : Subsecretaría de Pesca (2001)

Situación Camaroneras Tierras Altas (2002)

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

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 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 CaCO_3	> 150 ppm.
Dureza Calcio Como CaCO_3	> 100 ppm.
Dureza magnesio como CaCO_3	> 50 ppm.
Alcalinidad Total como 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 /Ano	2.9		
Has	15		

Costos Operación (2)

<u>Costos Directos</u>	Unit	/Ha/Ciclo	Ciclo	Año
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/>		
		6,855	102,822	300,242
 Costos Indirectos	/Mes	/Ha/Ciclo	Ciclo	Año
Mano de Obra	3,500	956	14,344	41,885
Costos Fijos	7,000	1,913	28,689	83,770
	<hr/>			
	10,500	2,869	43,033	125,656
 Costo Total		9,724	145,855	425,897

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.
- Pérdidas 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 O₂.
- 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/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.

CLASE 2

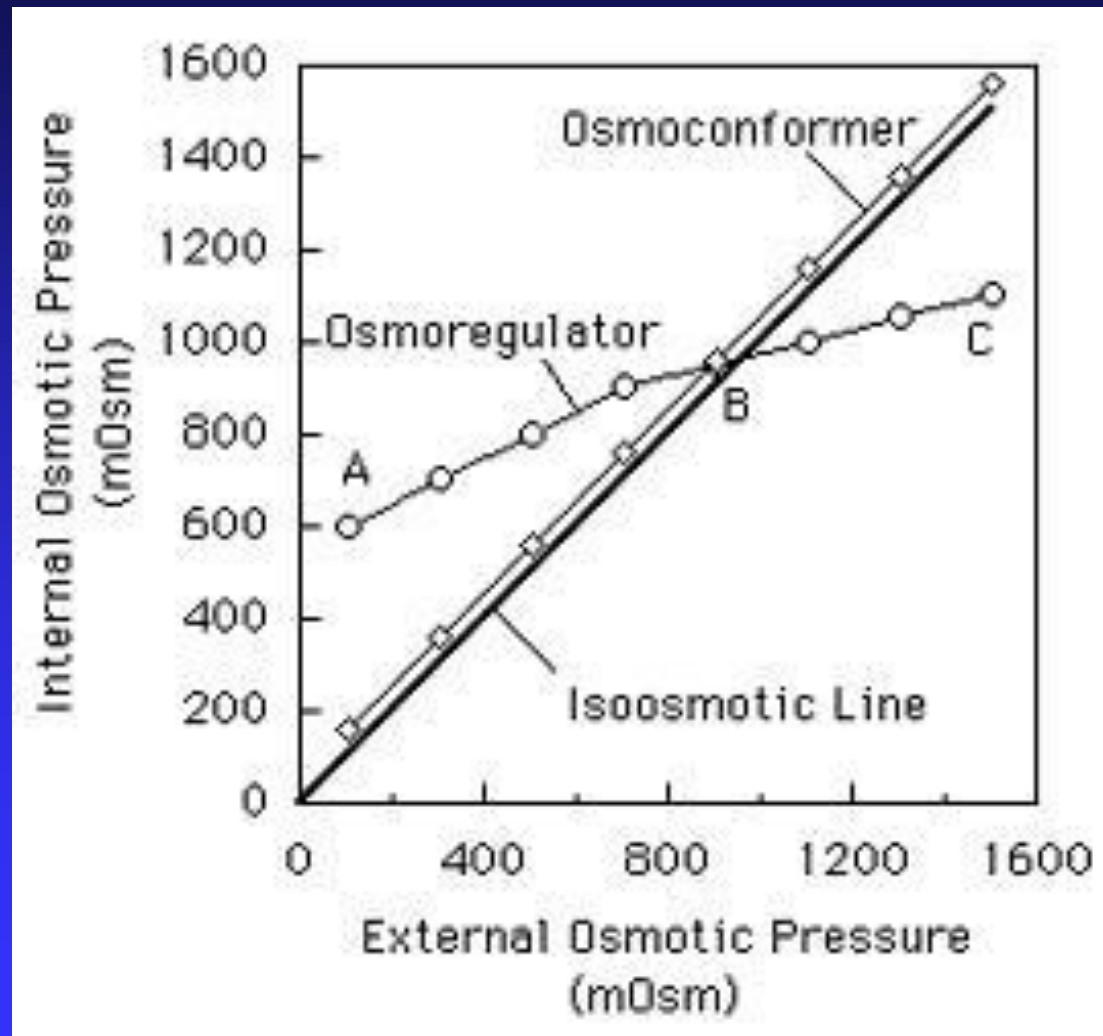
Requerimientos De Calidad De Agua *P. vannamei*



Regulación Osmótica

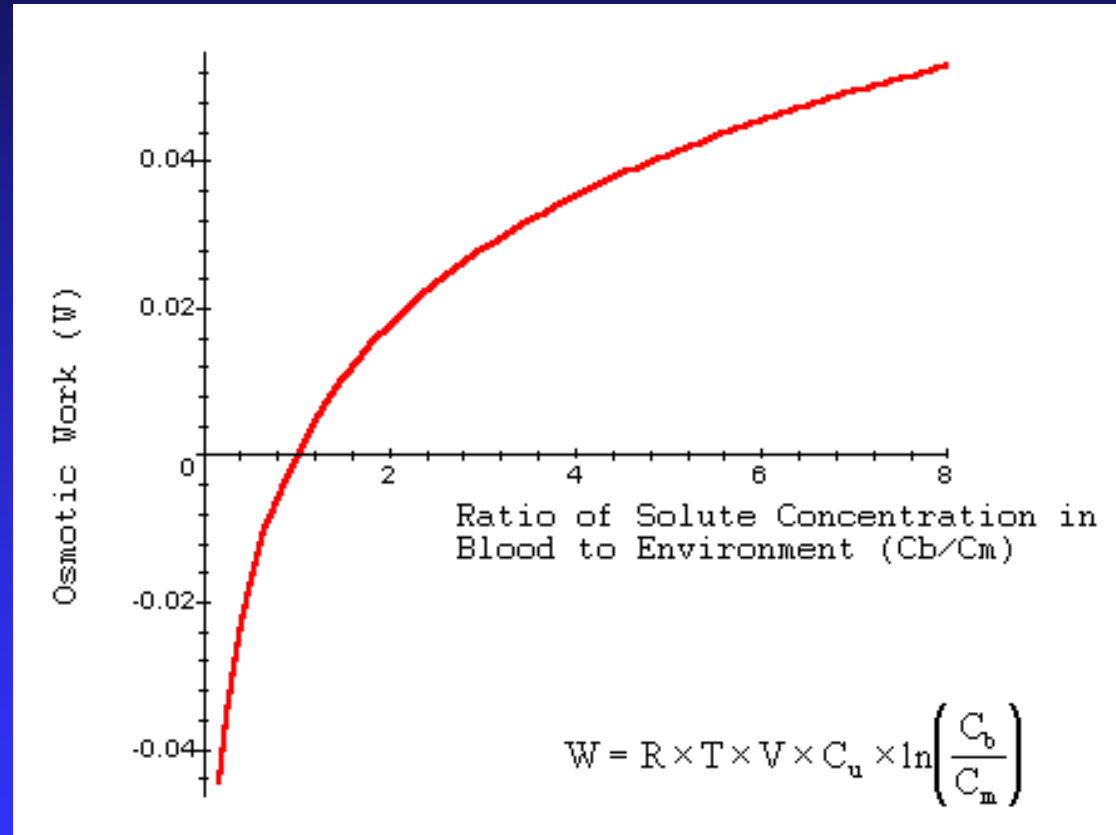
- Especies acuáticas deben mantener relación óptima de agua y sales en fluidos corporales.
- Al estar en medio de baja salinidad hay difusión de agua al interior del animal y salida de sales por superficies permeables. Exoesqueleto rígido limita capacidad de dilatarse y presión puede hacerse intolerable.
- 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⁺⁺**, **Mg⁺⁺**, **K⁺**, **Na⁺**).



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.



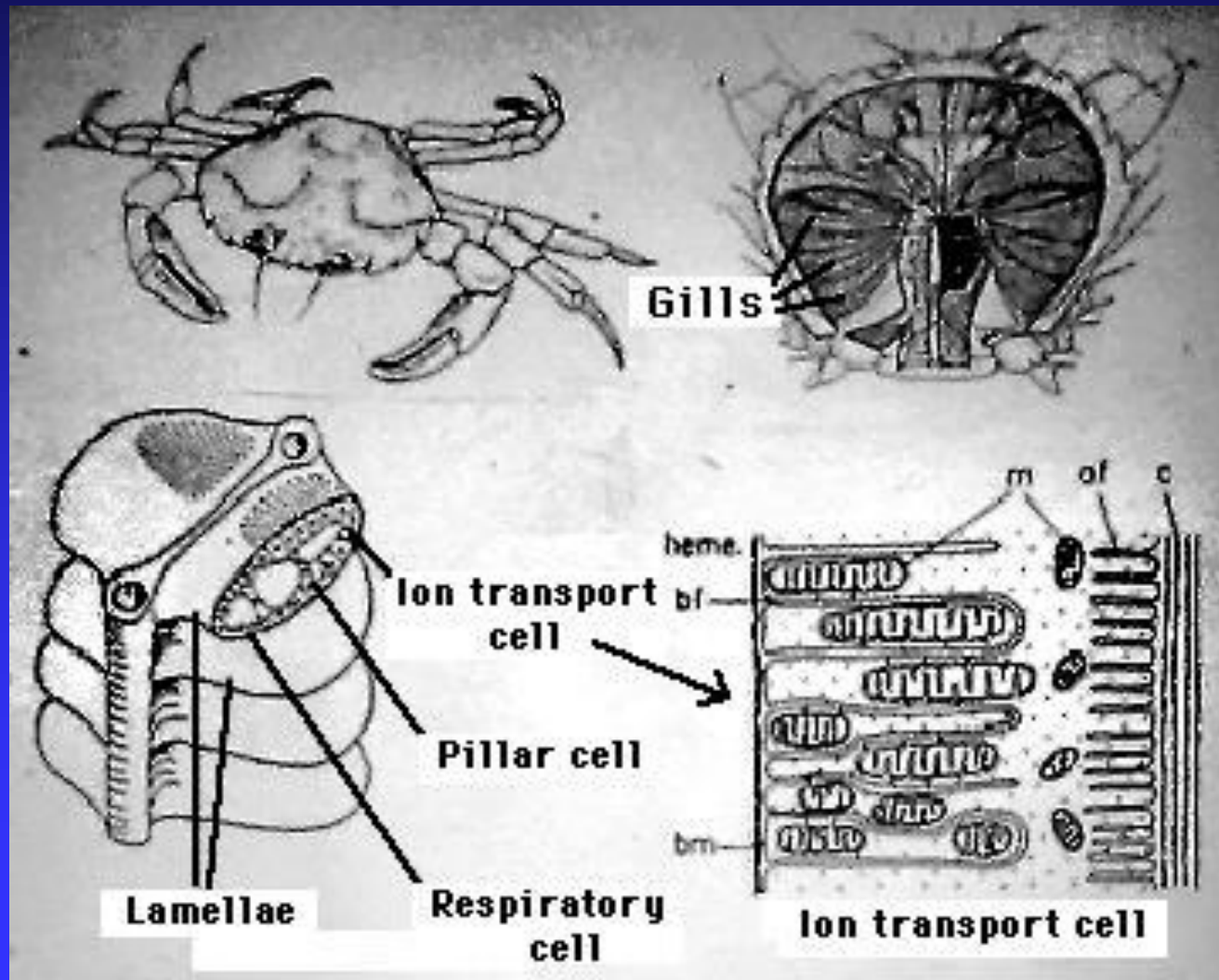
Regulación Osmótica

- 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.

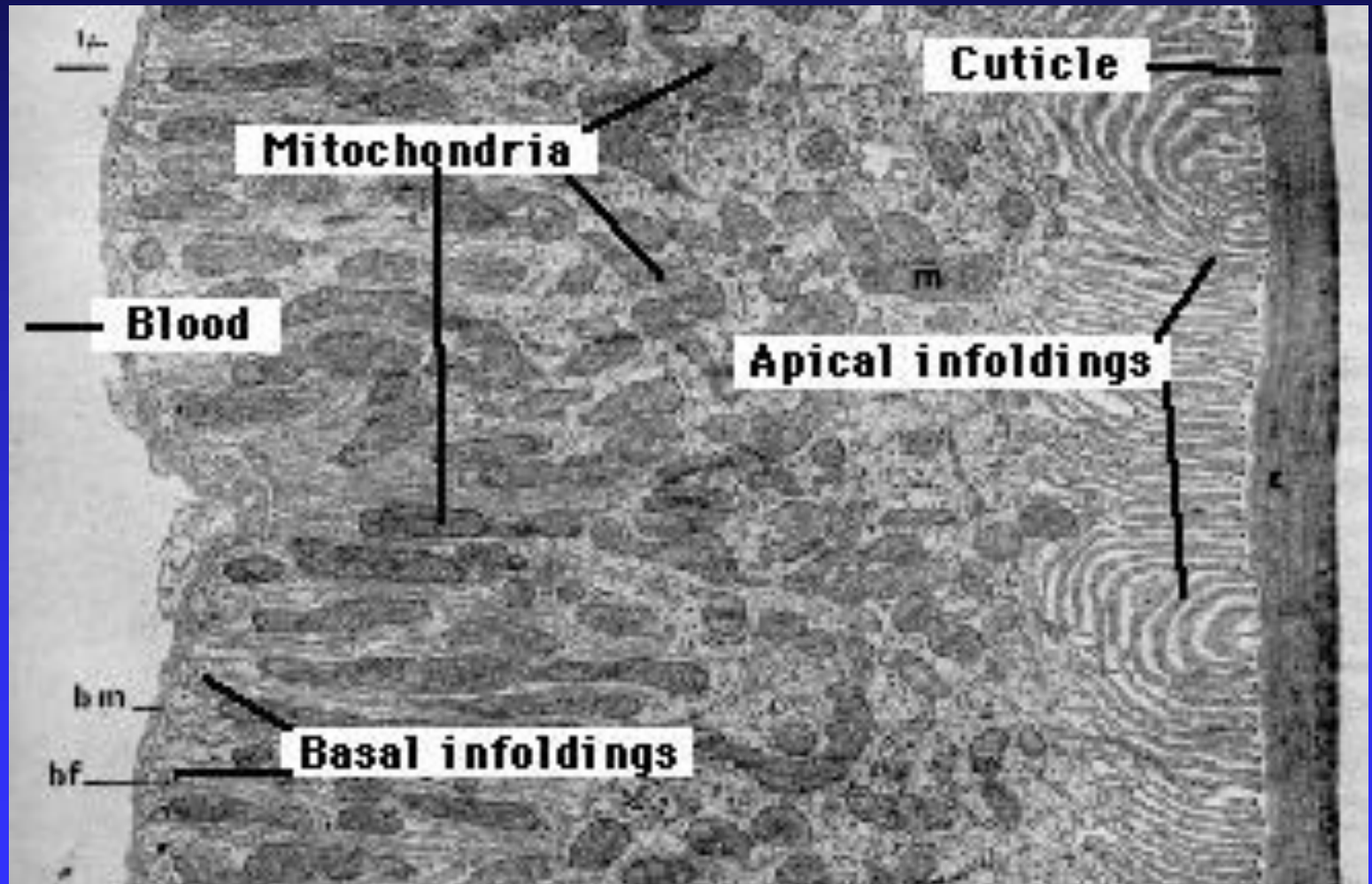
Branquias

- 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 μ).- intercambio gaseoso.
 - ◆ Gruesa (10-20 μ).- 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

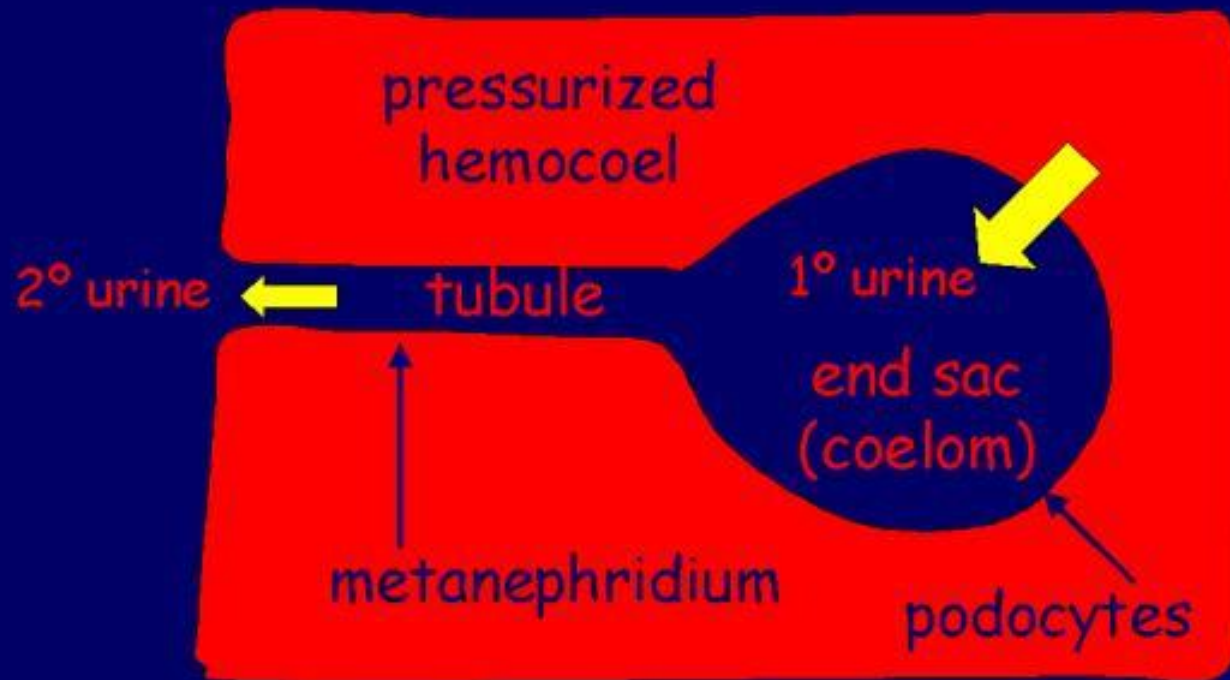
- Tubo células epiteliales especializado regionalmente para diferentes funciones.
 - ◆ Anterior y medio están cubiertos con una cutícula que es reemplazada en cada muda.
 - ◆ Medio: absorción, secreción y almacenamiento.
 - ◆ Difícil evaluar rol en regulación osmótica.
 - ◆ Procesos pueden estar relacionados: 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

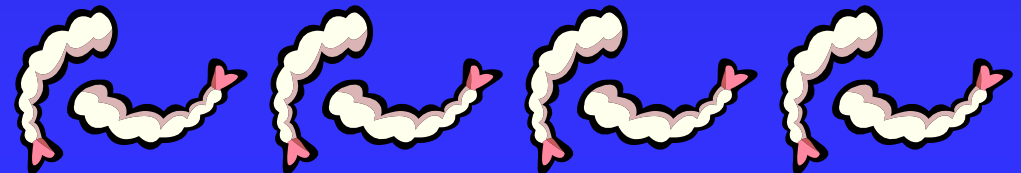
22. End Sac Excretory Organ



Requerimientos Iónicos Y De Sales Para *P. vannamei*

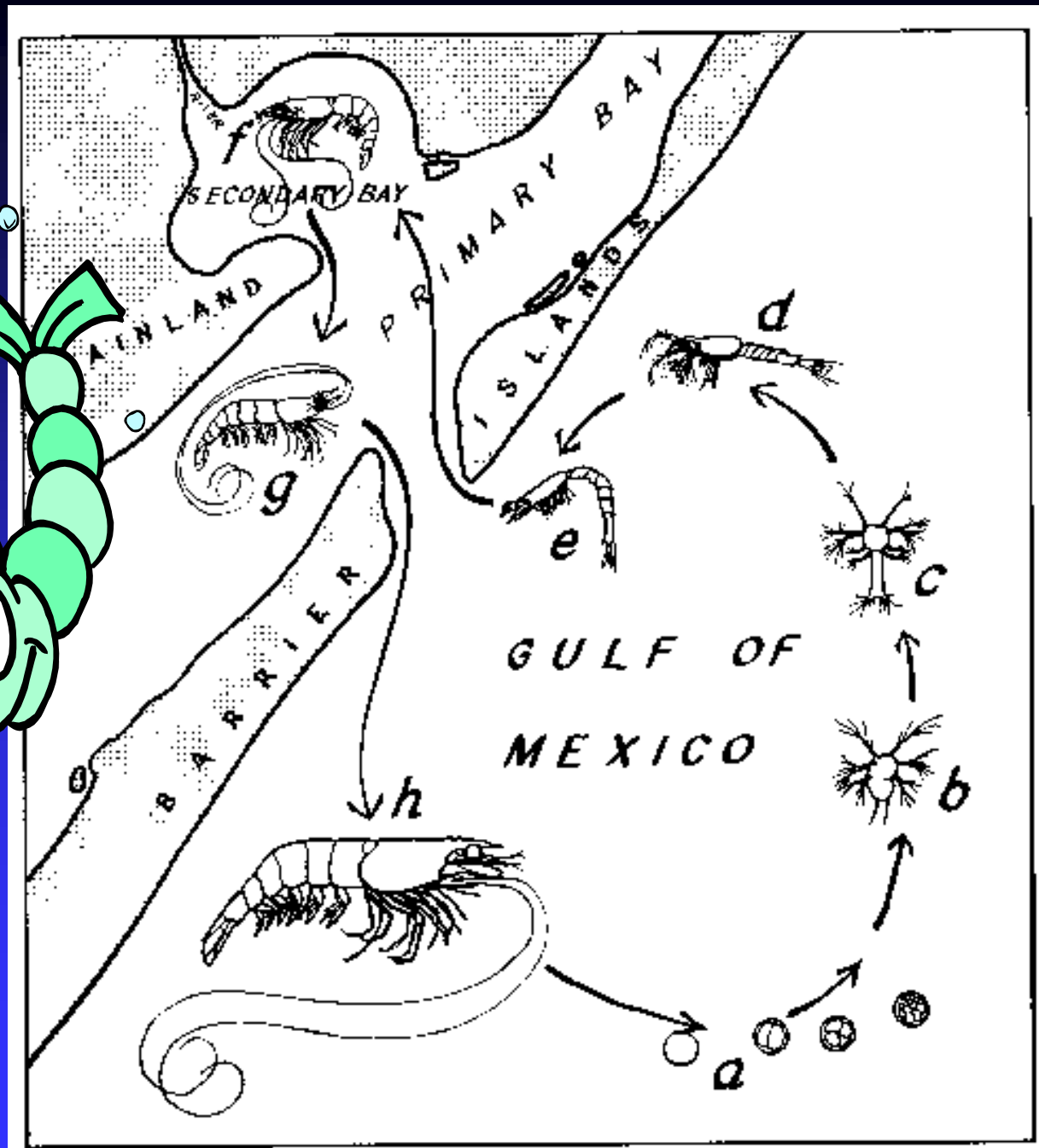


- No se conocen exactamente los requerimientos de salinidad y de iones para *P. vannamei*.
- Mucha de la información que se tiene es para otras especies.
- Algunos de los rangos “mínimos” no lo son. Se ha logrado cultivar camarón a niveles mas bajos de lo antes pensado posible.



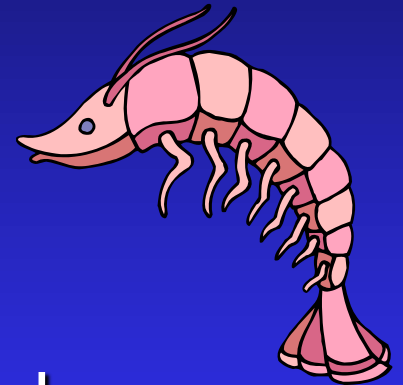
Requerimientos de Salinidad

- 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

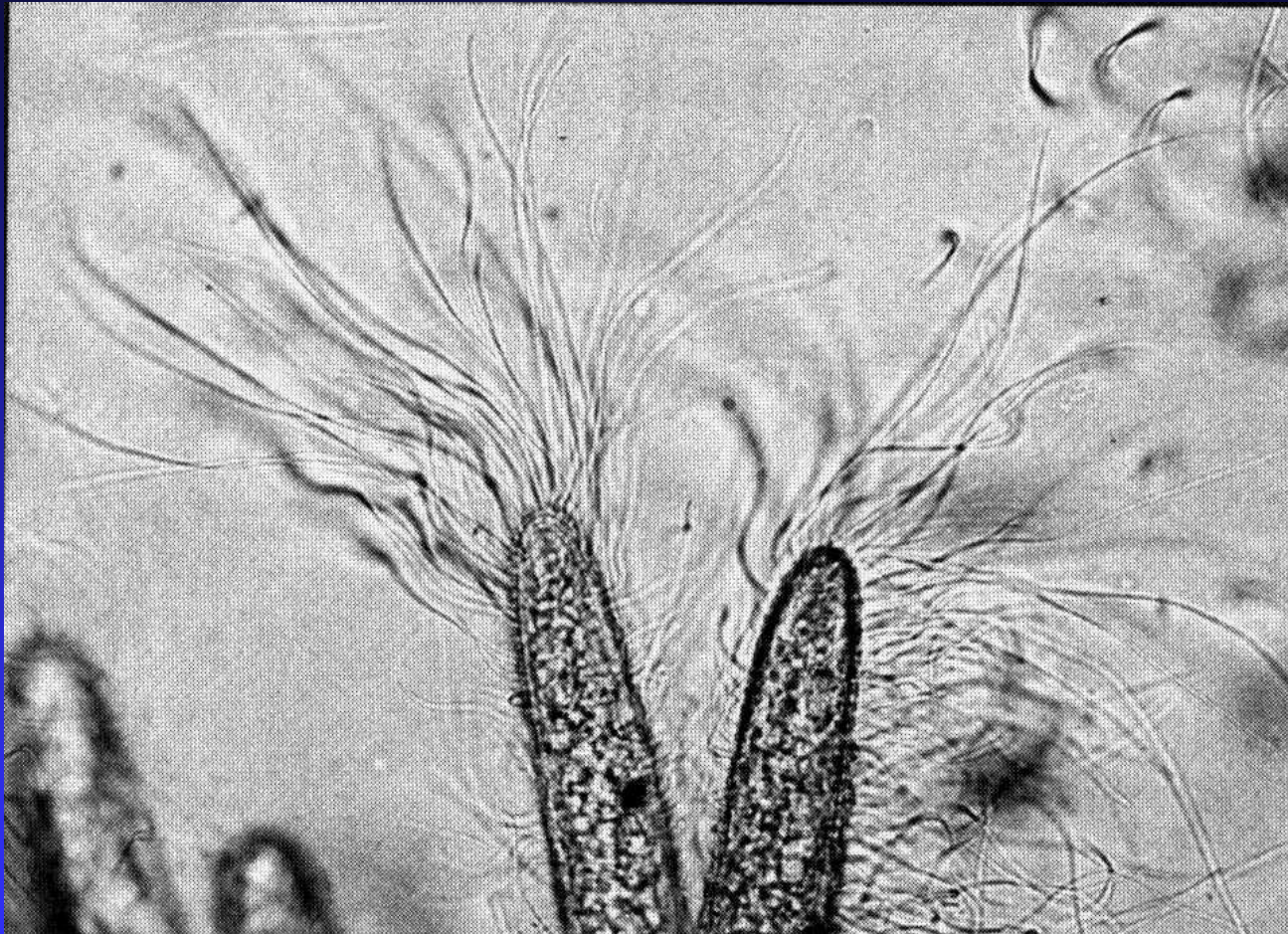
- Depende tambien de la especie (Mair 1980):
 - ◆ *P. vannamei* prefiere salinidad baja (1-8 ppt).
 - ◆ *P. californiensis* 9 - 26 ppt.
 - ◆ *P. brevis* 15 – 23 ppt.
 - ◆ *P. setiferus* 1 – 40 ppt.
 - ◆ *P. aztecus* 0.5 – 13 ppt.
 - ◆ *P. monodon* necesita agua mas salada.
- Aunque especies pueden vivir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



Requerimientos de Salinidad

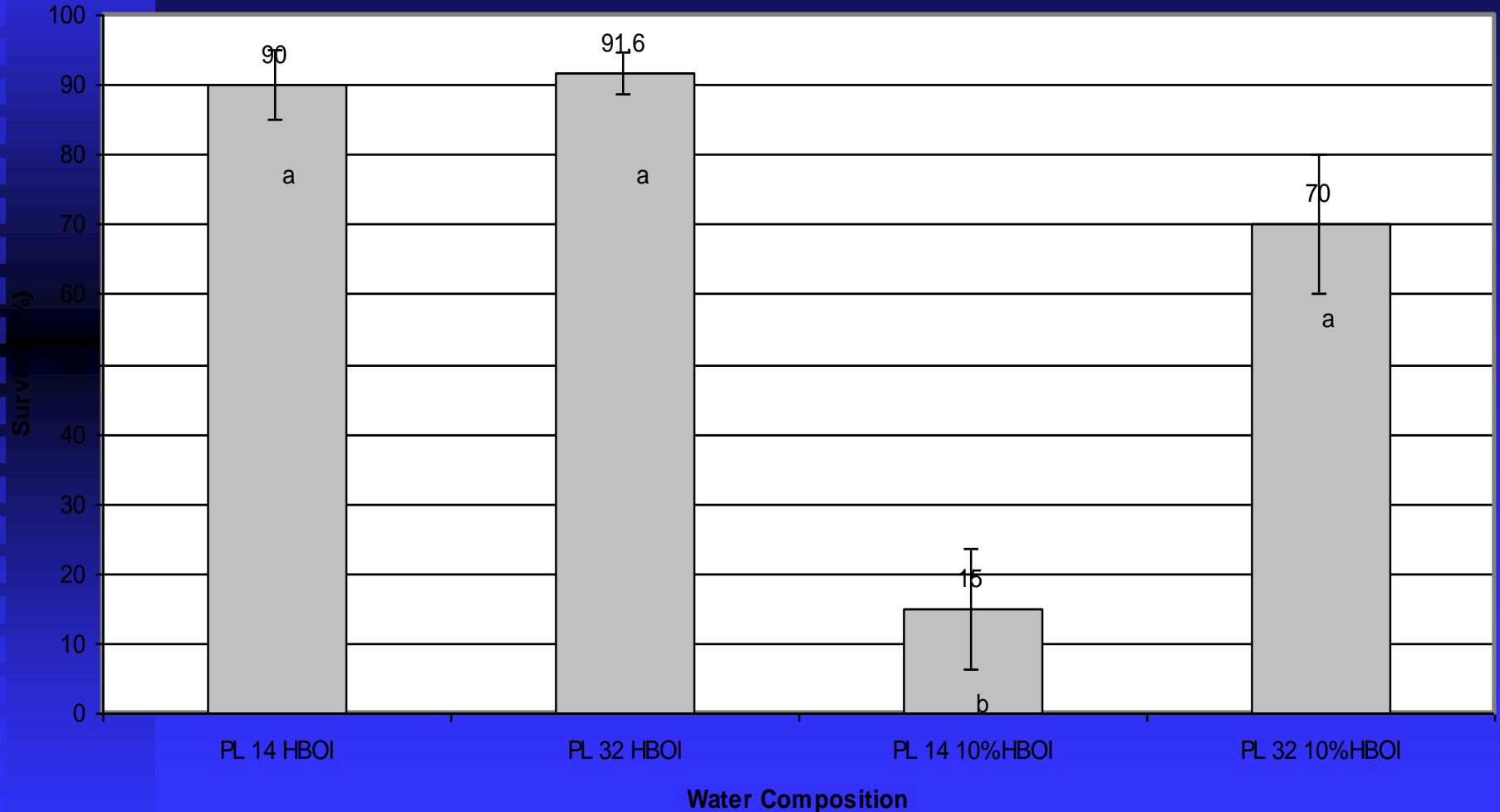
- Depende de edad, tamaño y desarrollo.
- Frecuentemente estadíos mas tempranos de una especie son mas susceptibles a toxinas o condiciones extremas.
- Allen & Scarpa (2001) encontraron diferencias en supervivencia entre aguas de 0.50 ppt y 0.05 ppt (con igual relación iónica) para PL 14 pero no para 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: Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ y Na^+ .
- Principales aniones: HCO_3^- (y $\text{CO}_3^{=}$) y 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.



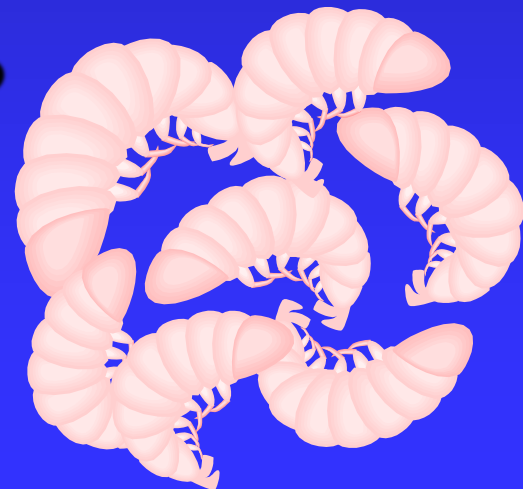
Requerimiento Iónico HBOI

Parámetro	Valor
Salinidad	0.5 – 35 ppt..
Cloruros	> 300 ppm.
Sodio	> 200 ppm.
Dureza Total como CaCO_3	> 150 ppm.
Dureza Calcio Como CaCO_3	> 100 ppm.
Dureza magnesio como CaCO_3	> 50 ppm.
Alcalinidad Total como CaCO_3	> 100 ppm.

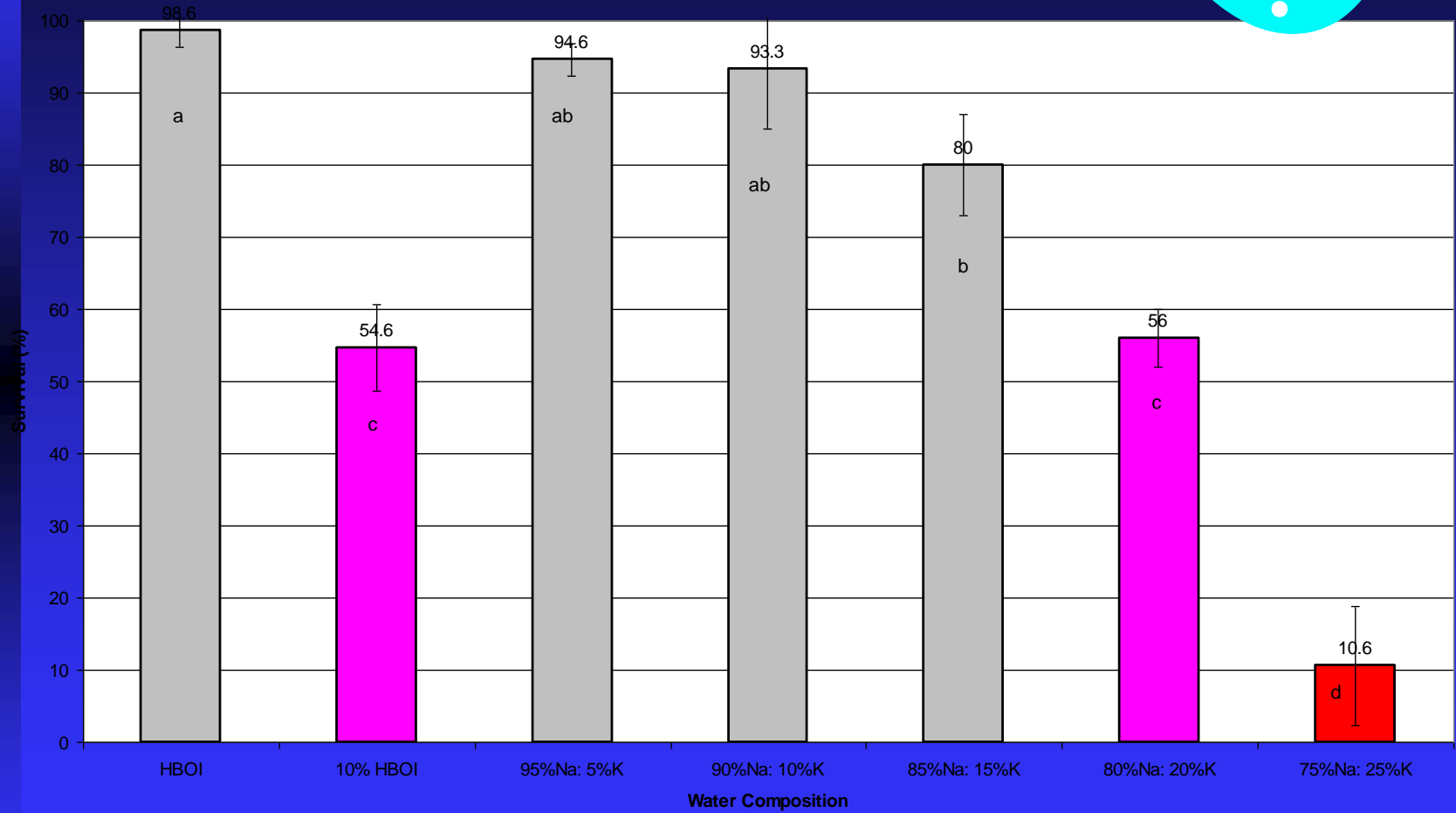
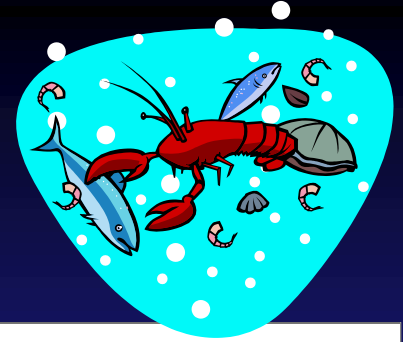
Van Wyk y Scarpa (1999)

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: Na^+ , Mg^+ , Ca^{++} y K^+ .
 - ◆ Aniones: Cl^- , $\text{SO}_4^{=}$, HCO_3^- y 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.

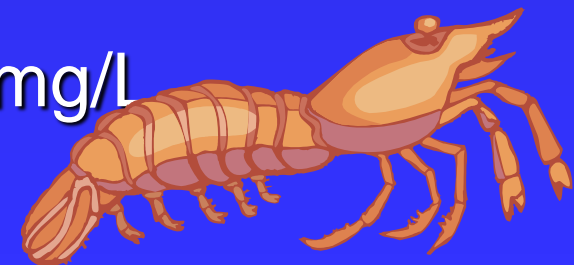


Cloruros

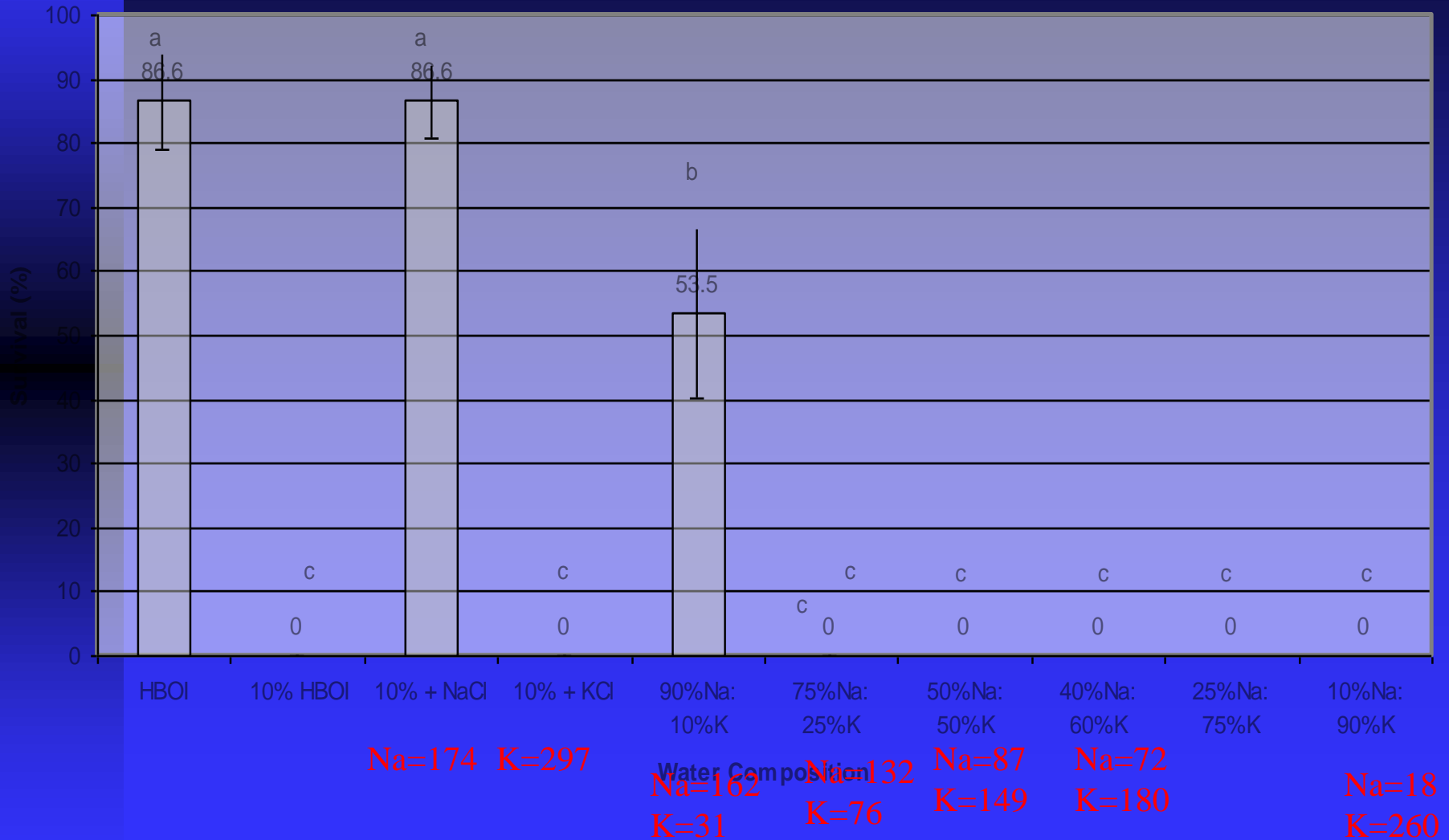
Cl Chlorine

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

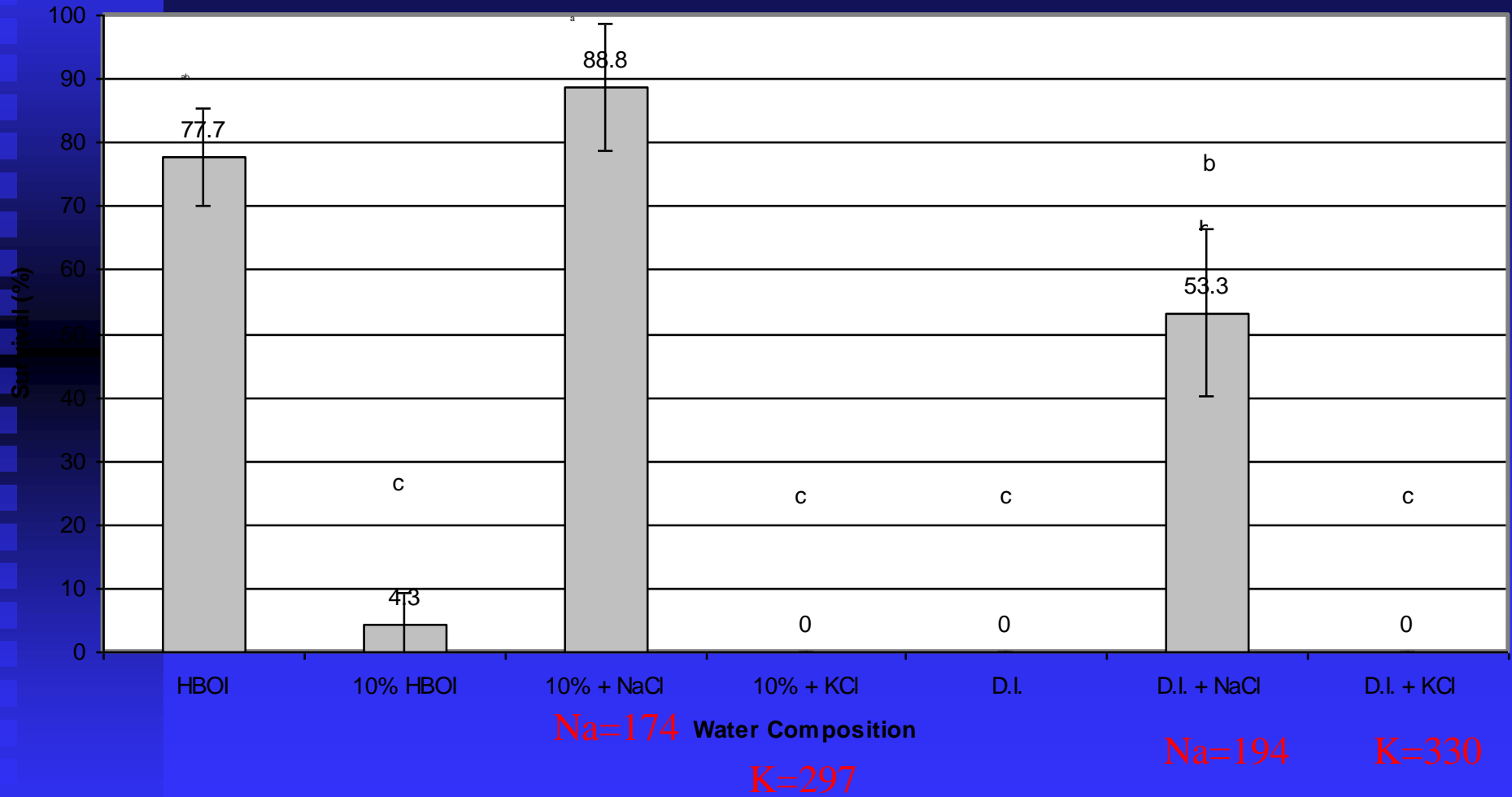


Sodio

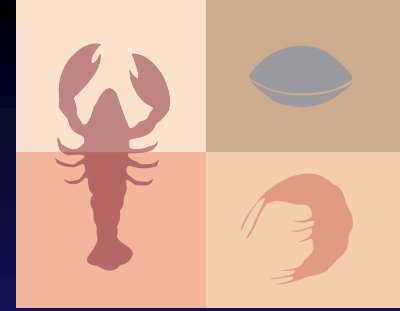
- Allen y Scarpa (2001):
 - ◆ Sodio necesario para supervivencia de Pls. Dureza alta por si sola no garantiza alta supervivencia.
 - ◆ Adición de ClNa mejoró supervivencia respecto a KCl.
 - ◆ Requerimiento mínimo: 84 ppm.
- Ecuador: al menos 69 mg/l.



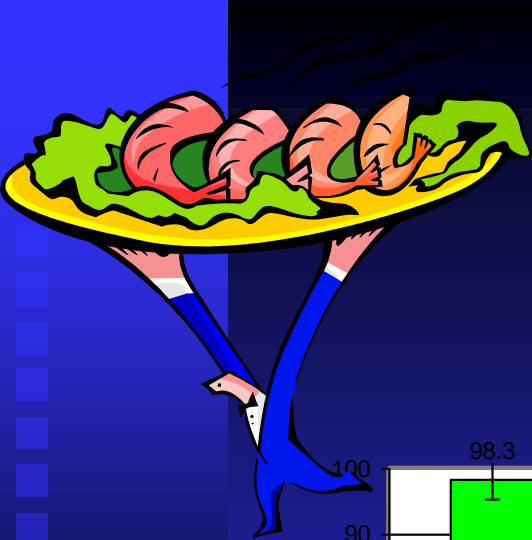
CINa vs ClK



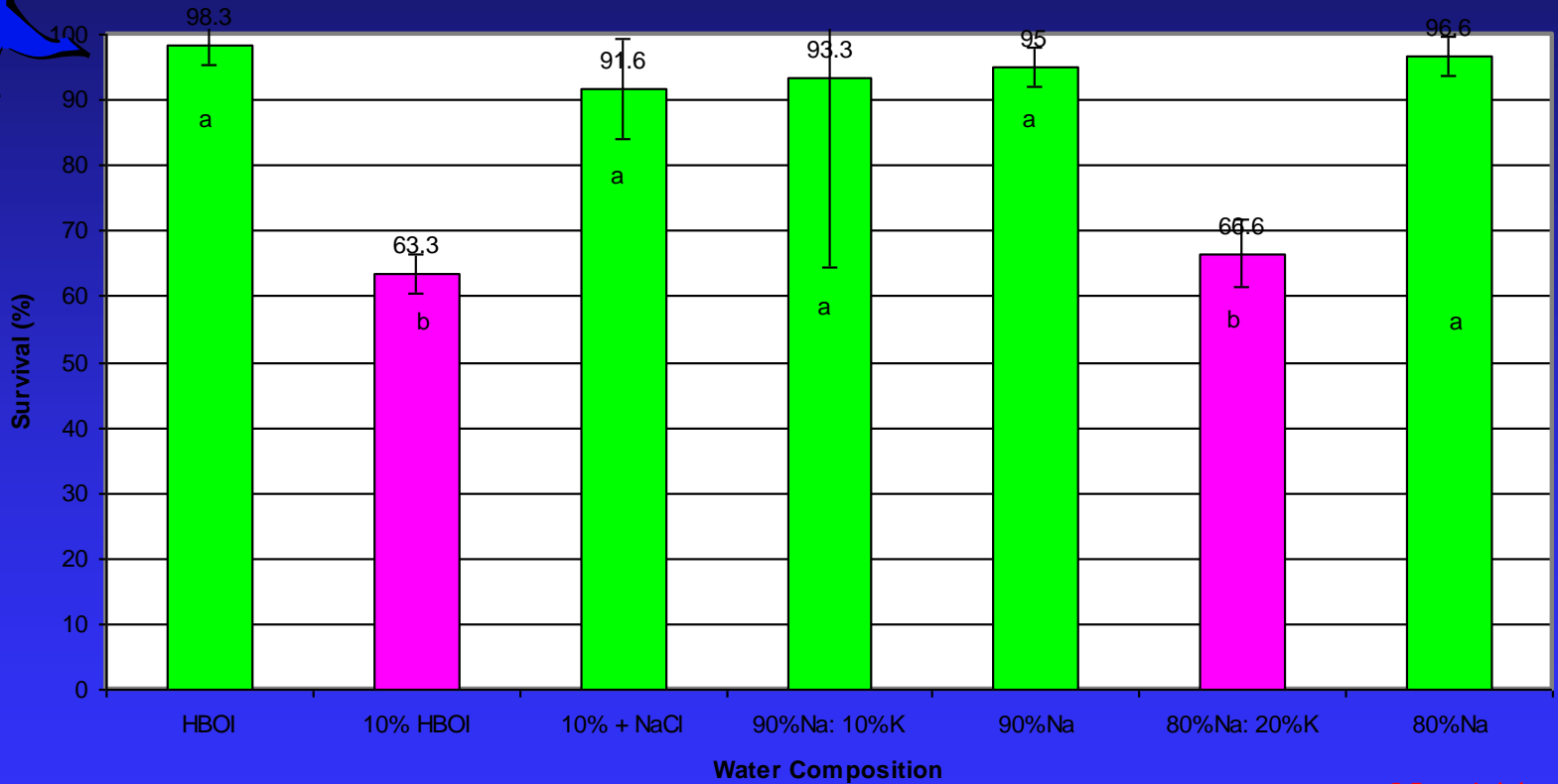
Potasio



- 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



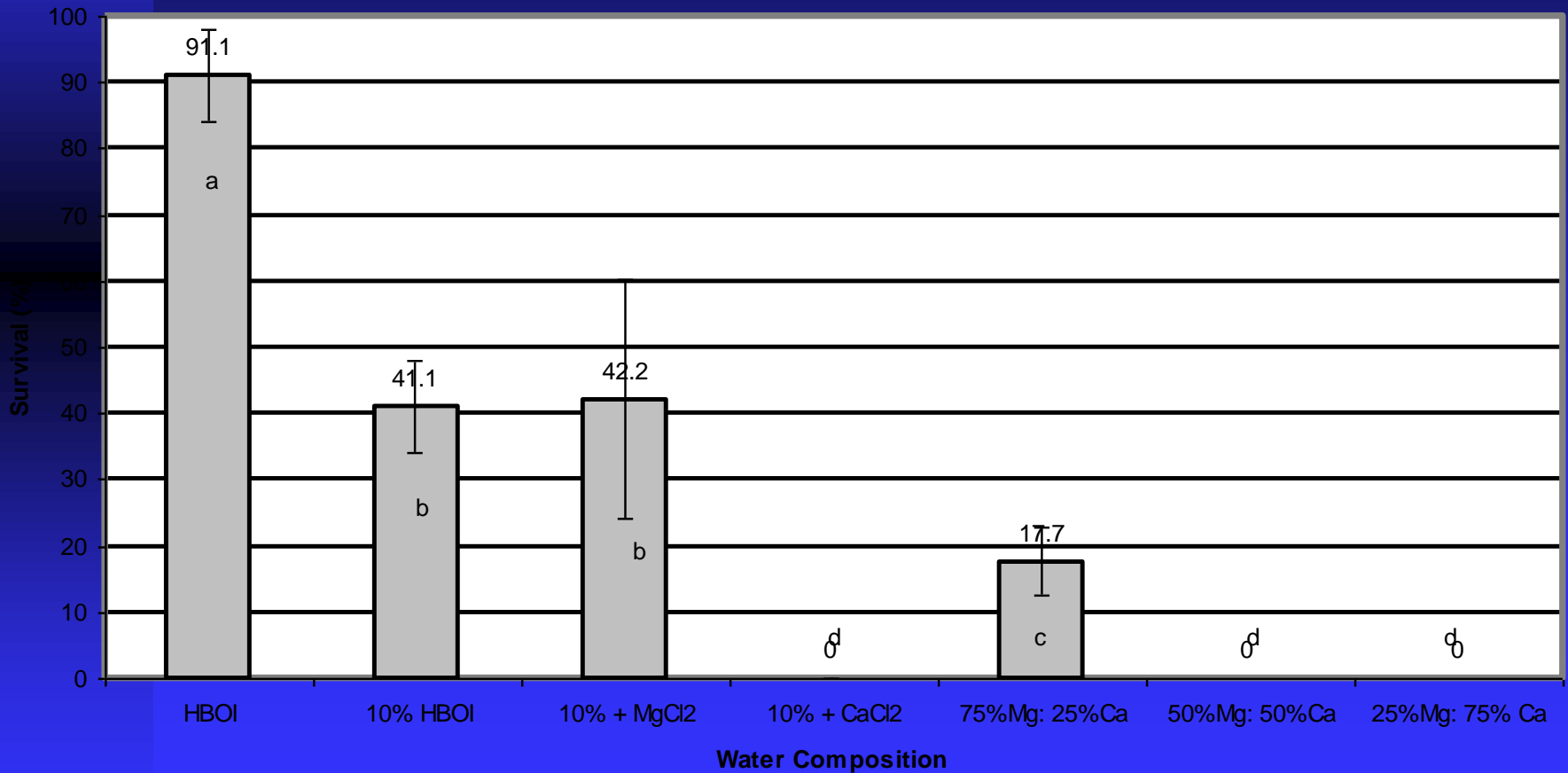
Na=144 Na=144
K=61 K=6

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

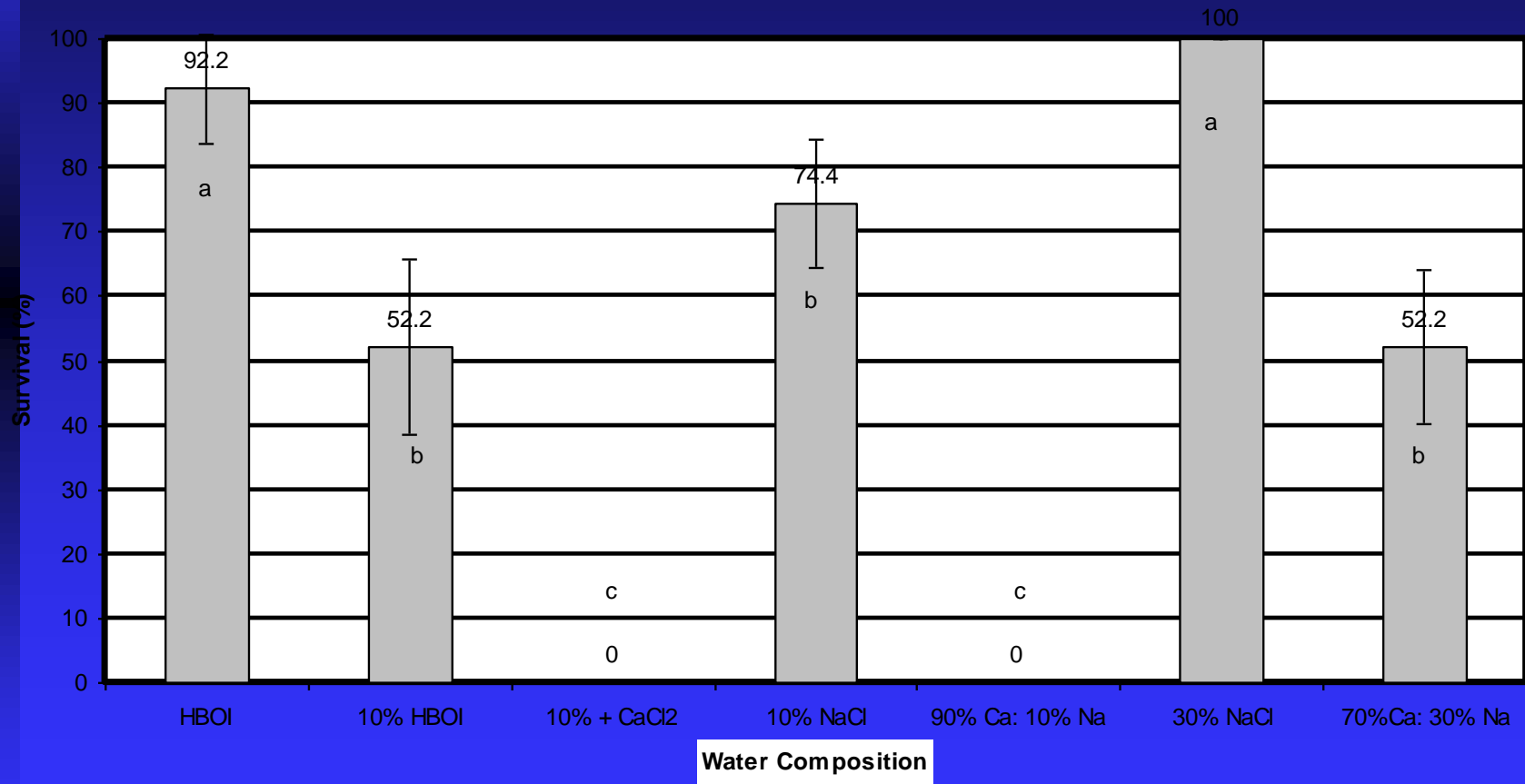
Calcio y Magnesio

- Son absorbidos por las branquias.
- En aguas dulces de pozo Ca^{++} y 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 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 Ca^{++} y Mg^{++} los principales.
 - Uno de los parámetros mas importantes para supervivencia a baja salinidad.
 - Mínimo:
 - ◆ Dureza Total: 150 ppm CaCO_3 .
 - ◆ Dureza de Calcio: 100 ppm CaCO_3 .
 - ◆ Mar 6,600 ppm 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: HCO_3^- , $\text{CO}_3^{=}$, OH^- .
- Importante contribución a salinidad de aguas de pozo.
- Mínima necesaria 100 ppm CaCO_3 .
- Recomendable al menos 150.
- Capacidad de buffer del agua para resistir cambios de pH.

CO₂

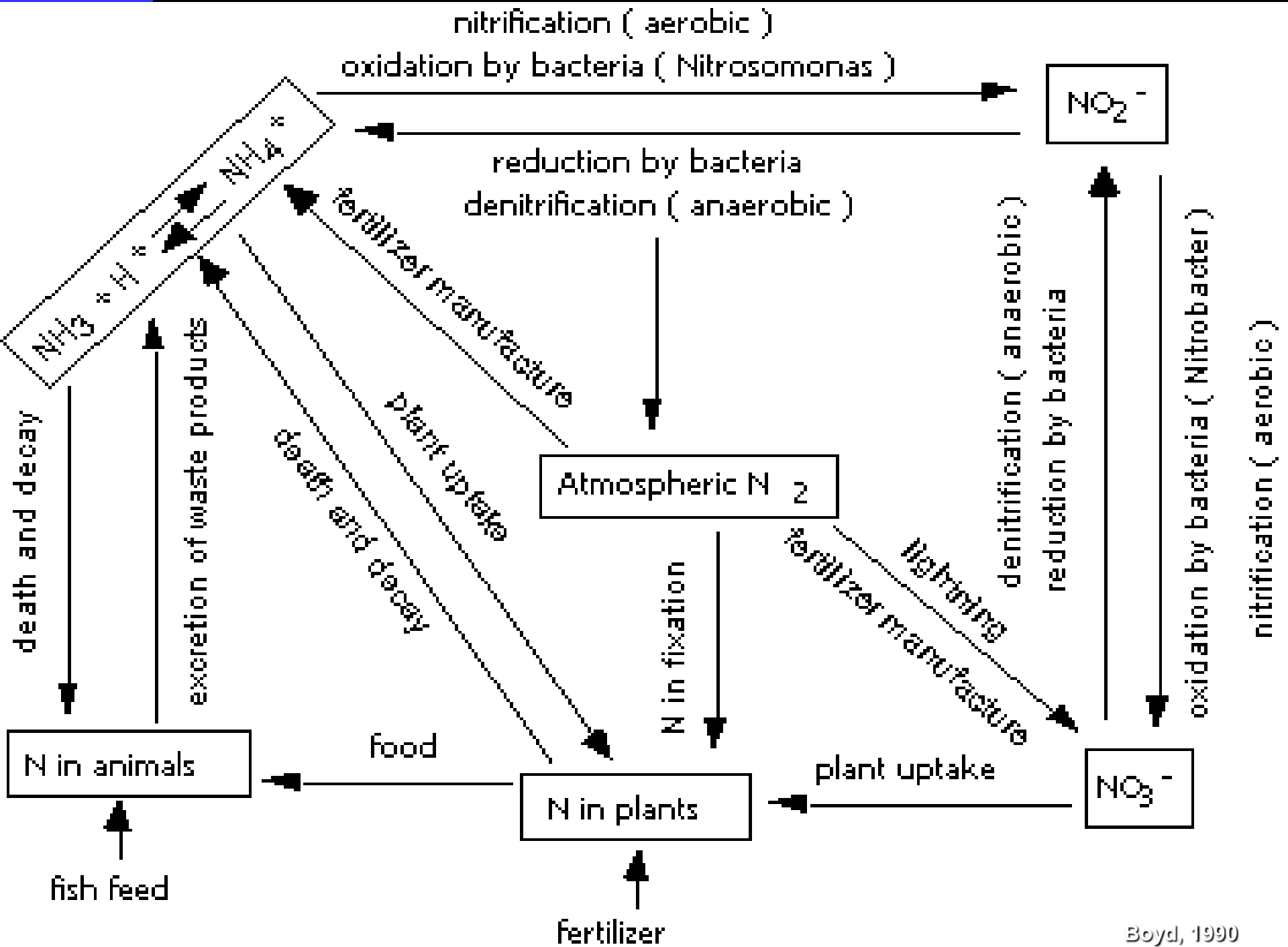
- Aceptable < 20 ppm
- Optimo < 5 ppm
- Principal causa de variacion diaria del pH.
- Necesario para algas. Falta es principal causa de crash de algas en el dia.
- Arriba de pH 8.34 no hay CO₂.
- Solubilidad proporcional a alcalinidad. Cantidad disponible para fotosintesis funcion pH (inv) y alcalinidad.
- Disminuye por:
 - ◆ Fotosintesis.
 - ◆ Aireacion.
 - ◆ Aplicacion de Cal.

pH

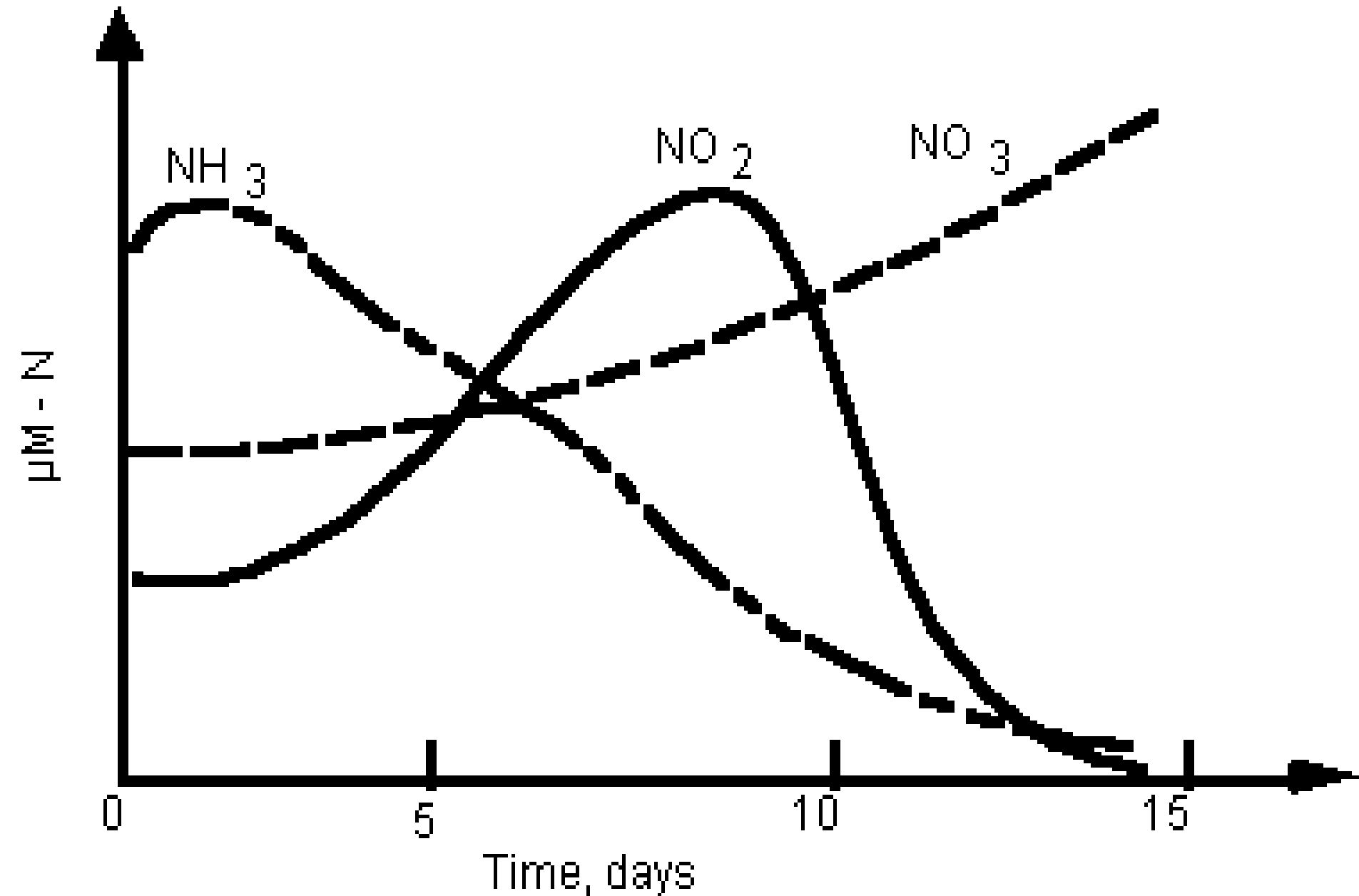
- Rango: 7 – 9.
- Varía diariamente.
- Puede subir más en piscinas nuevas, en aguas con baja alcalinidad o con alta alcalinidad y baja dureza de calcio.
- En aguas con baja dureza y alta alcalinidad pH puede subir mucho, lo que hace bajar más a la dureza al precipitarse Ca.
- Formas de subirlo:
 - ◆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

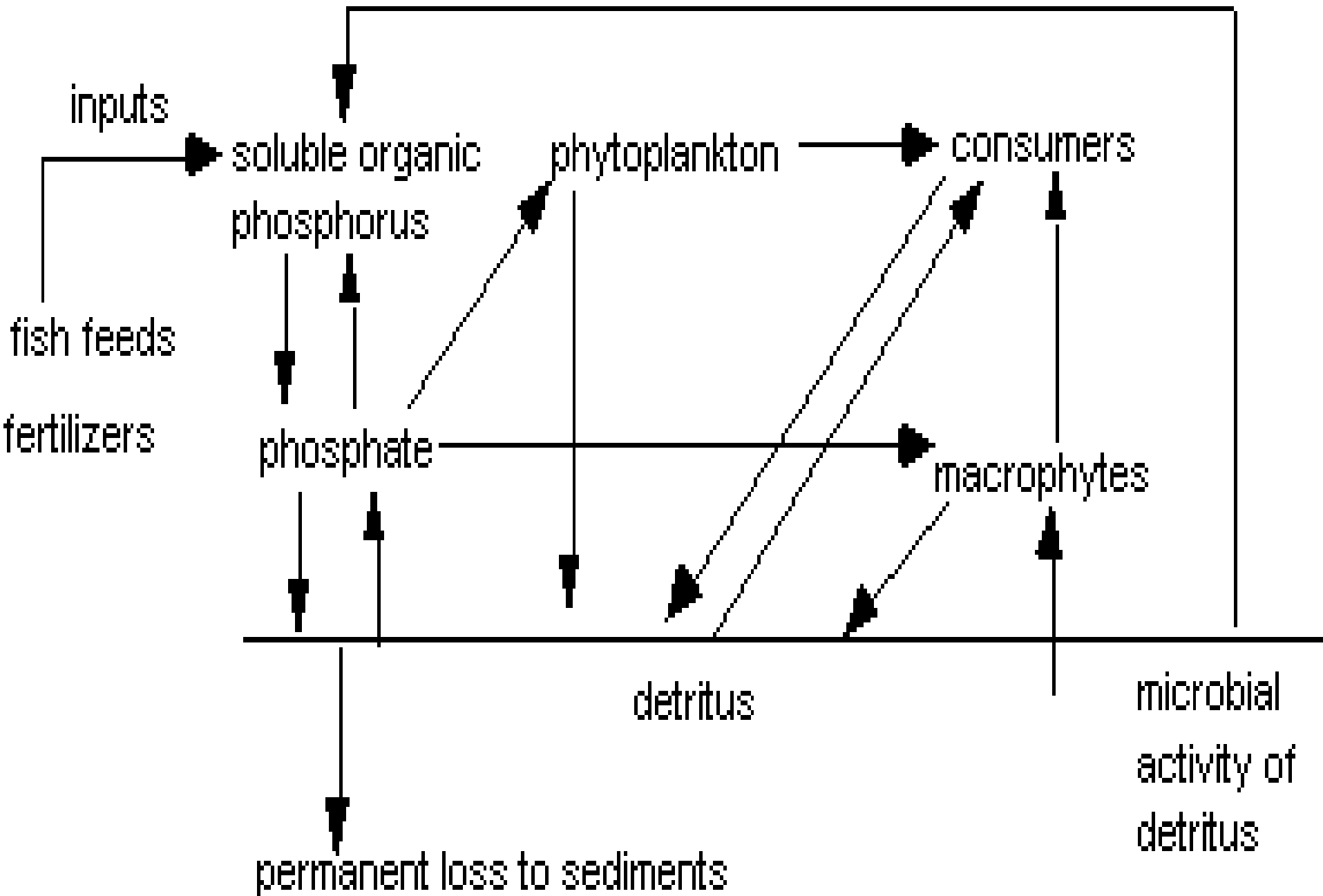


Variación de los niveles de Amonia, nitrito y nitrato en respuesta a la oxidación bacteriana en el tiempo (Shilo



- ◆ 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)

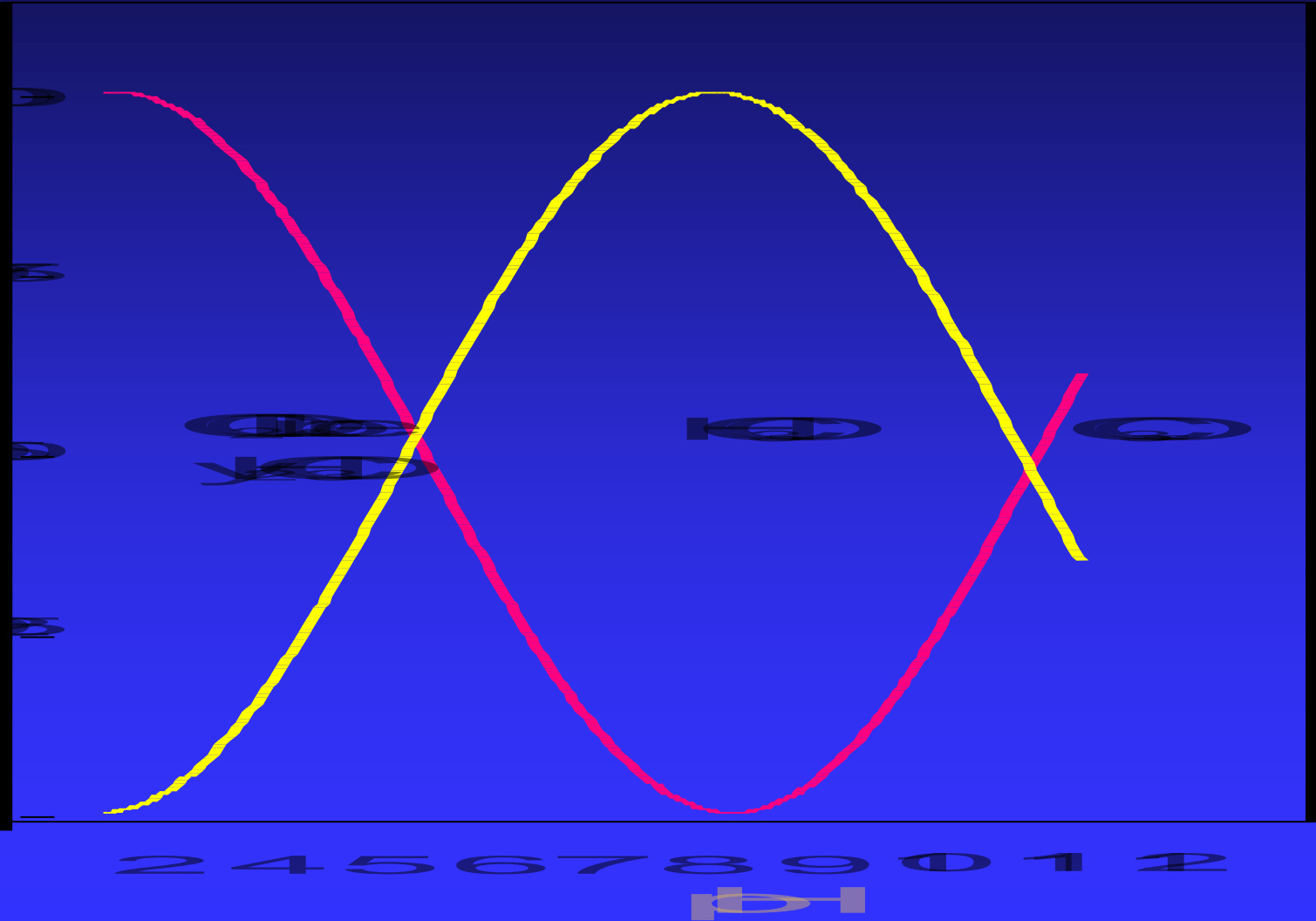
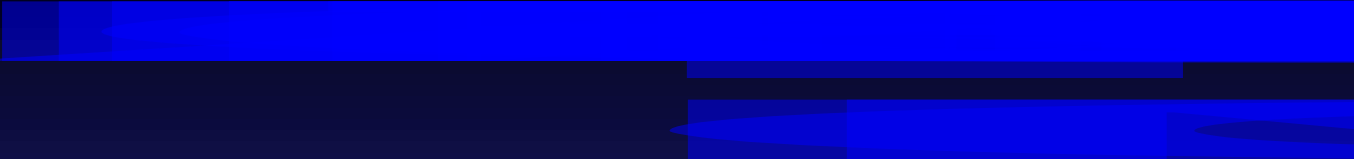


- ◆ Potasio (K):
 - ◆ Rara vez limitante
 - ◆ No tóxico en las concentraciones frecuentes

- ◆ - 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.

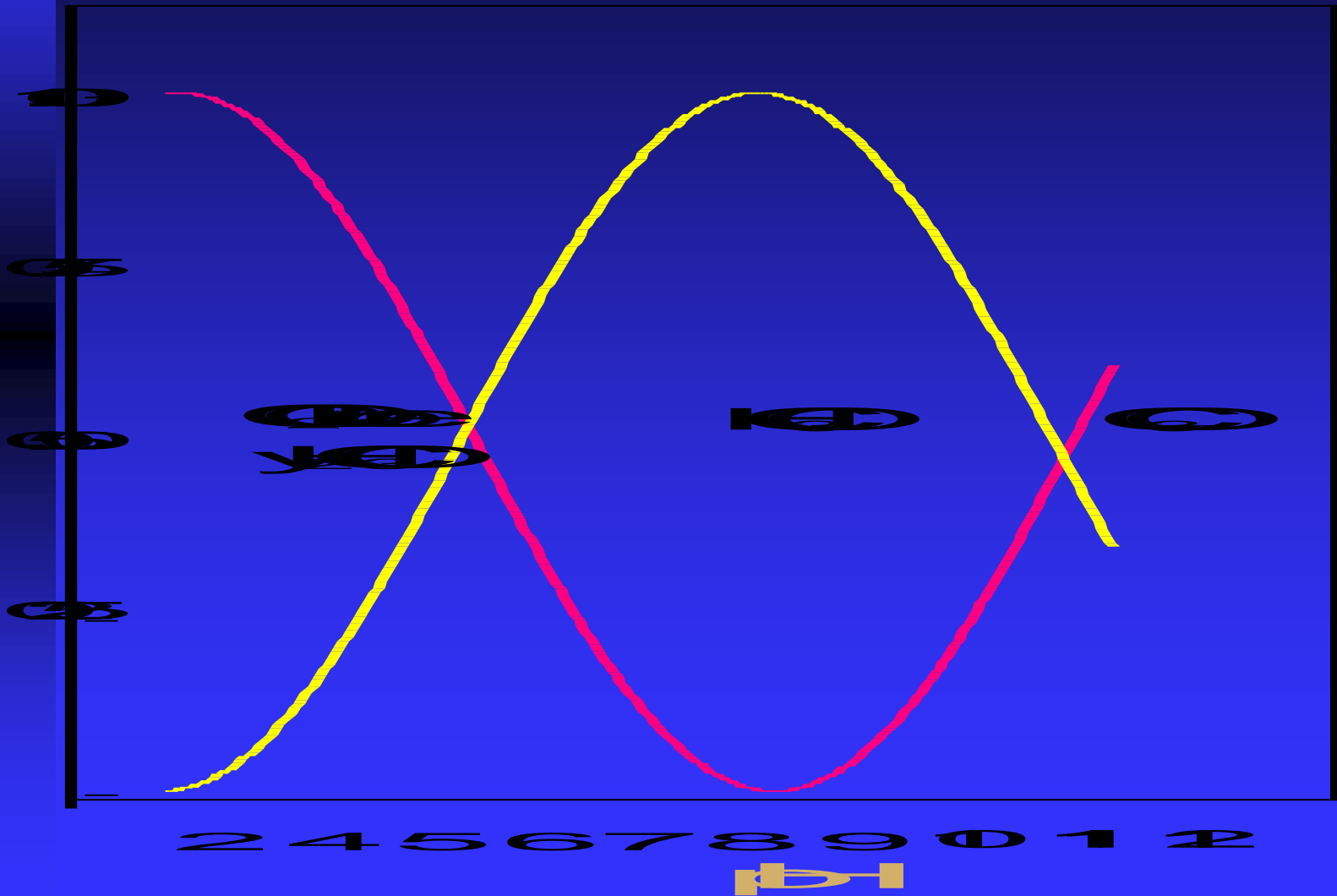
- 4) CO₂.-
- El CO₂ es importante para la fotosíntesis y puede presentarse como un limitante en estos sistemas acuáticos, si este no se presenta libre.
- Aguas ácidas o alcalinas (pH>9) no son muy productivas, por no disponer CO₂ libre.

- CO₂.....
- Aguas con pH entre 6.5 y 9.5 son consideradas buenas para cultivos.
 - ◆ Tenemos dos maneras de suplir de CO₂:
 - ◆ Atmósfera
 - ◆ Respiración de plantas



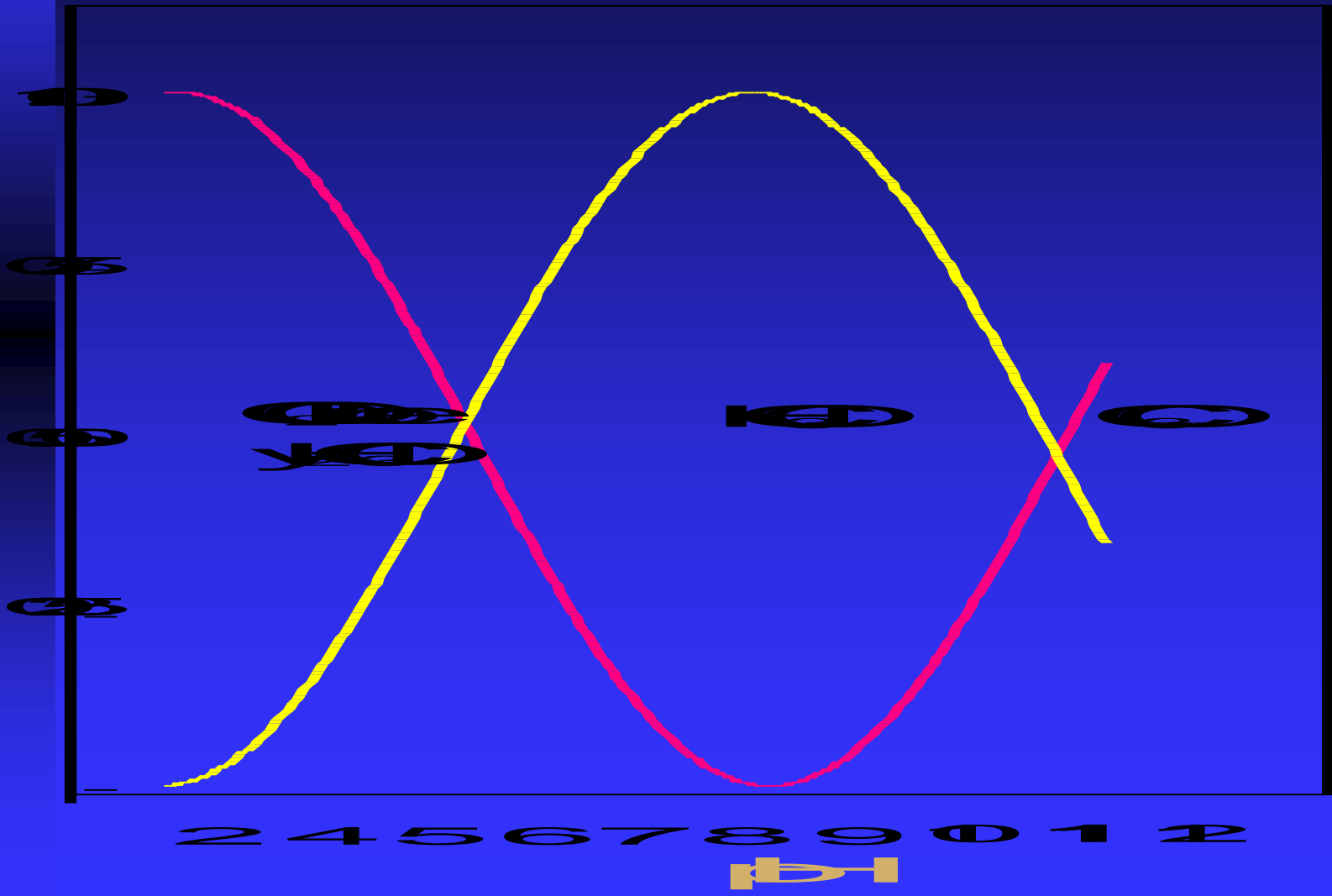
- - Cuando el agua es ácida (<6) se tiene gran cantidad de CO_2 en el agua (asociado normalmente en forma de H_2CO_3) este CO_2 no está en estado libre.
- - La presencia de un bicarbonato HCO_3^- , está asociado a la presencia de CO_2 libre.
- - Con aguas de $\text{pH} <6$ se tienen pocos bicarbonatos.

100

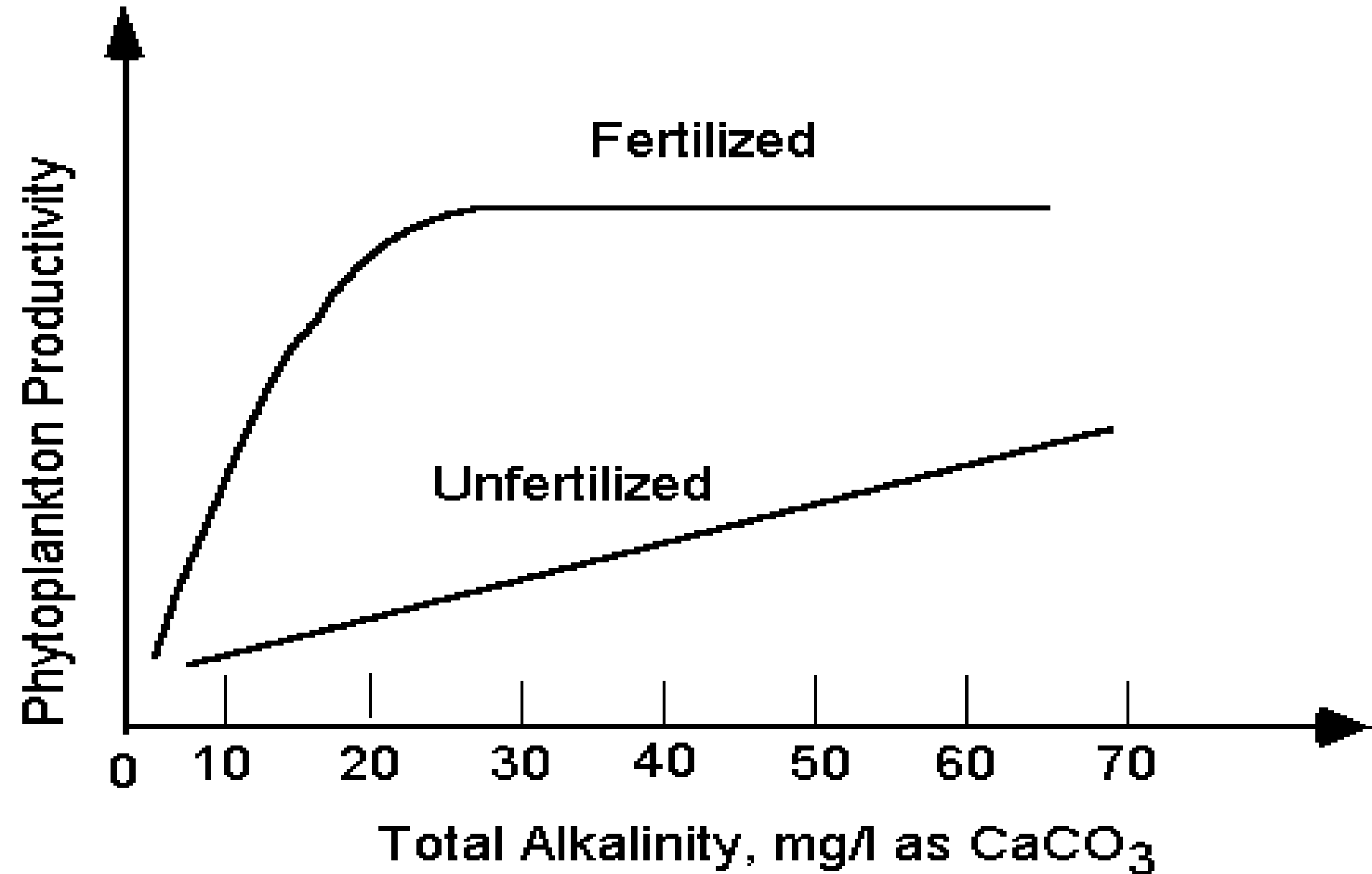


- - Si el pH aumenta las cantidades de CO_2 libre encontrado en el agua disminuye llegando a 0, para pH de 8.3 podemos encontrar 0 ppm de CO_2 libre, pero en este punto se tiene la máxima cantidad de HCO_3^- .
- - Cuando el pH se eleva, las cantidades de HCO_3^- baja y crece la cantidad de carbonatos (CO_3^{2-}), (no disociables para la forma de HCO_3^-).

1000



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



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

- 5) Oxígeno Disuelto O₂.-
 - ◆ 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

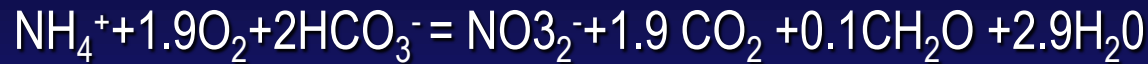
- Optimo < 1 ppm
- Los nitritos son tóxicos a niveles superiores de 2 mg NO₂
- El cloro antagoniza la toma de nitritos y hace a lo animales más tolerantes en alta salinidad.
- Los nitritos se pueden acumular cuando la oxidación de la amonía excede a la oxidación de los nitritos

Nitrato

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

Nitrificación

- La reacción química es:



- Por cada gramo de NH_4^+ oxidado a NO_3^-

- ◆ Se consume:

- ◆ 4.57 g de oxígeno

- ◆ 7.14 g de alcalinidad (como 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

H₂S



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

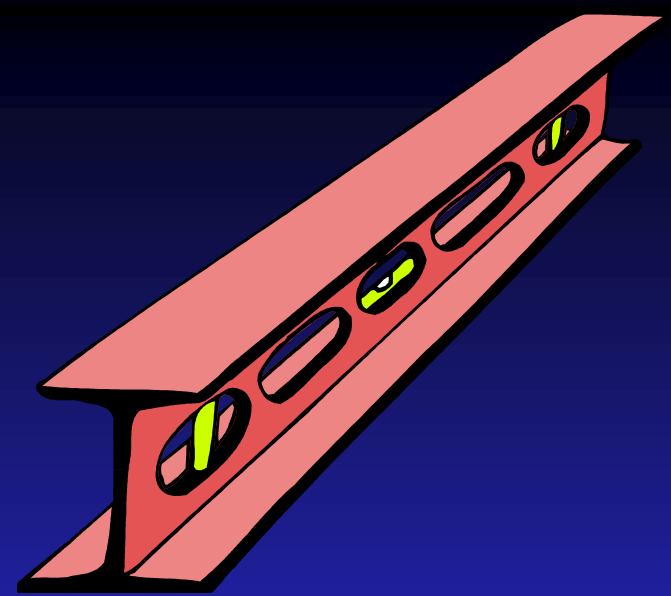


Fe Iron

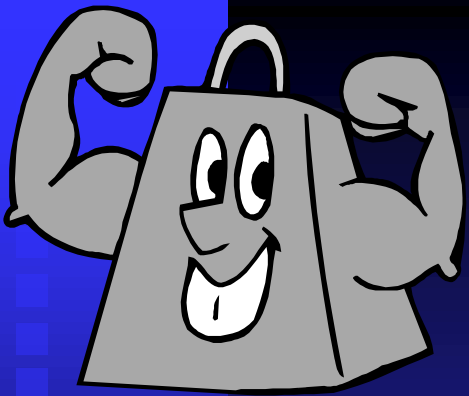
Atomic Number: 26

Atomic Mass: 55.85

Hierro



- < 1 ppm.
- No toxico de por si.
- 2 presentaciones:
 - ◆ Soluble (Fe^{++}) Ferroso.
 - ◆ No Soluble (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)

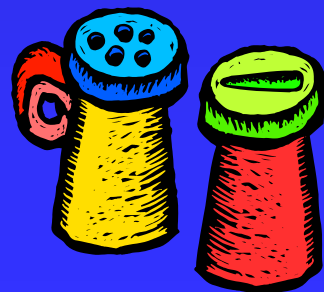
- Calculo de salinidad con base a cloruros:
 - ◆ $\text{Salinidad} = 1.84 \times [\text{Cl}]$.
 - ◆ Sirve para agua oceánica que es estable pero no para agua subterránea que varia mucho.
 - ◆ Al menos un laboratorio de Prestigio usa este método.
- Sólidos disueltos totales (TDS):
 - ◆ Más preciso.
 - ◆ 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	
HCO_3^-	61.00	Ca^{++}	20.04
$\text{SO}_4^{=}$	48.00	Mg^{++}	12.16
Cl^-	33.45	K^+	39.10
		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
Valores en Miligramos / Litro									
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
Valores en Miliequivalentes / Litro									
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 ⁺⁺	1.2%	6.1%	9.4%	2.1%	7.4%	9.6%	7.2%	5.9%	8.0%
Mg ⁺⁺	3.9%	3.7%	7.6%	7.7%	3.3%	7.2%	3.2%	5.9%	5.3%
Na ⁺	30.5%	25.0%	13.5%	23.0%	19.0%	11.4%	21.5%	16.1%	19.0%
K ⁺	1.1%	1.4%	1.2%	0.9%	0.7%	1.5%	0.6%	0.0%	0.7%
Fe ⁺⁺	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Mn ⁺⁺	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
HCO ₃	0.4%	12.1%	27.4%	15.9%	55.2%	49.2%	33.2%	64.6%	26.3%
SO ₄ =	7.8%	0.6%	1.8%	0.9%	5.6%	0.0%	10.0%	0.0%	18.6%
Cl ⁻	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)

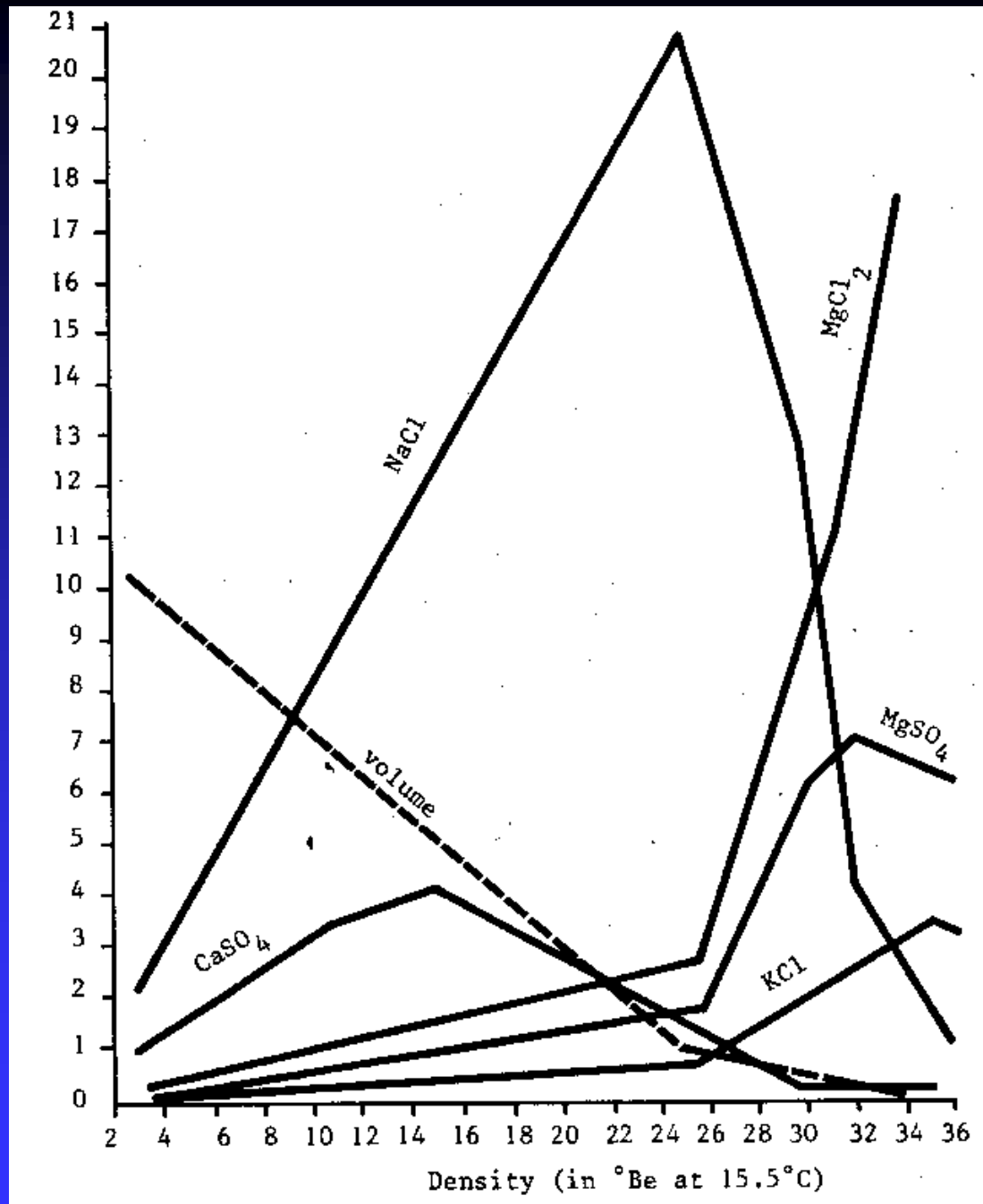
- Agua “Dulce” es un término algo subjetivo.
- INEN: Agua Potable hasta 1,000 mg/L SDT (1 ppt).
- Guitig: SDT: 650 ppm.
- SAR: Radio de absorción de Sodio:
 - ◆ Idoneidad de Agua para cultivo agrícola y su potencial de salinización del suelo.
 - ◆ 2-7 Sin Efectos Nocivos.
 - ◆ 8-17 Efectos en especies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

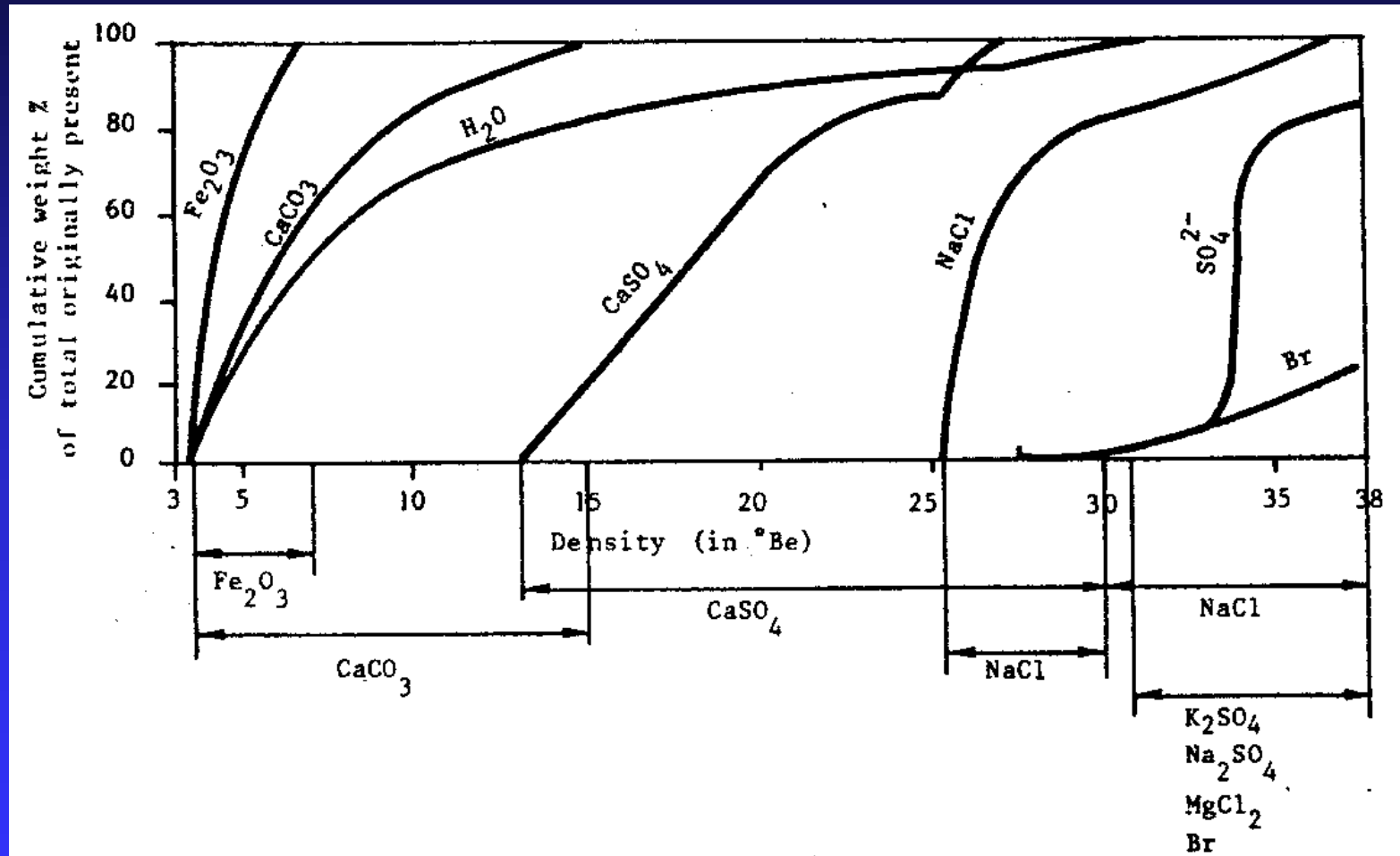


Precipitación De Sales A Distintas Salinidades

- 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