



El Análisis del pH, su Importancia, Interpretación en la Calidad del Agua.

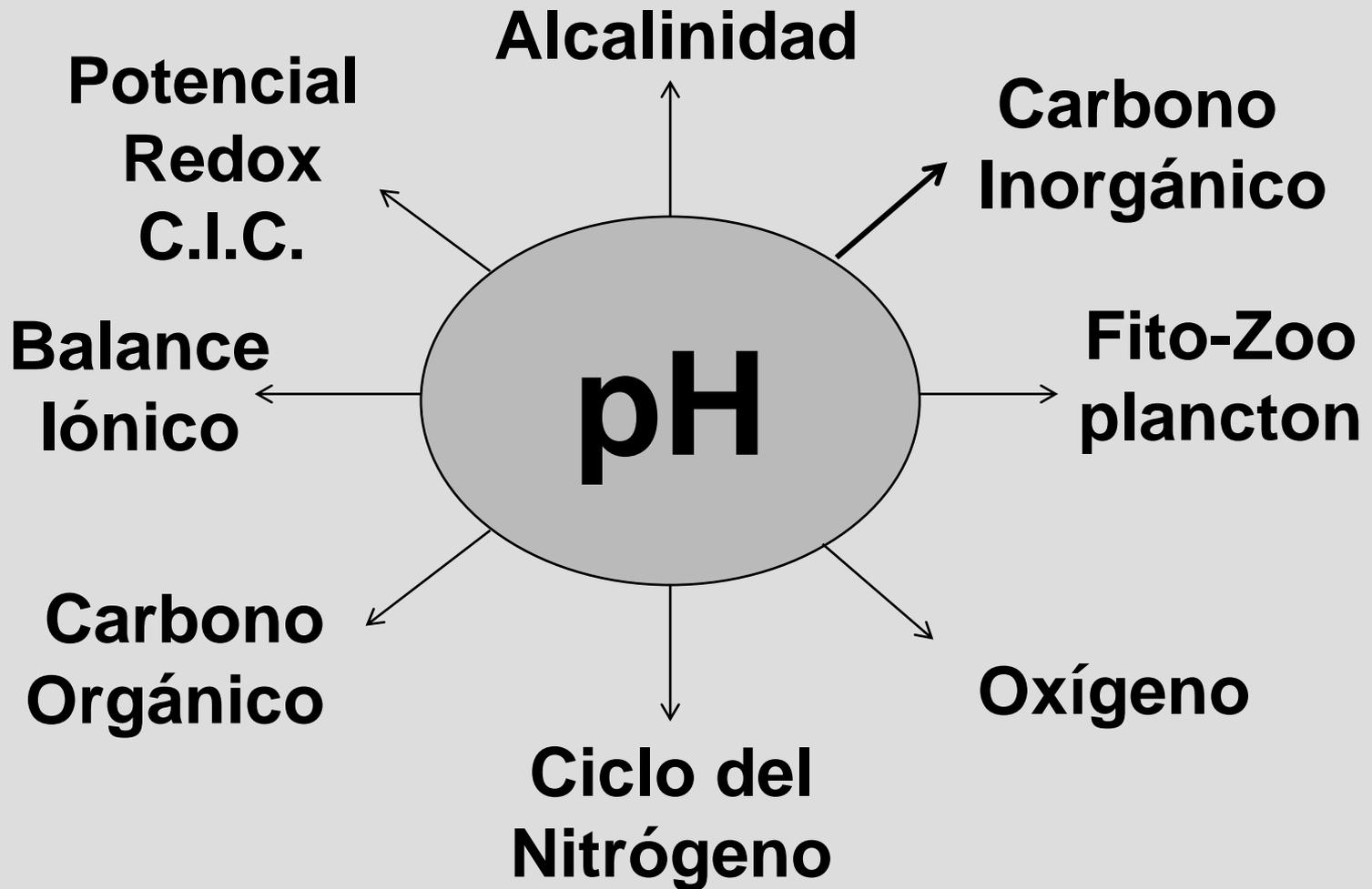
Blgo. Jorge Chávez Rigai

jorgechavezrr@hotmail.com

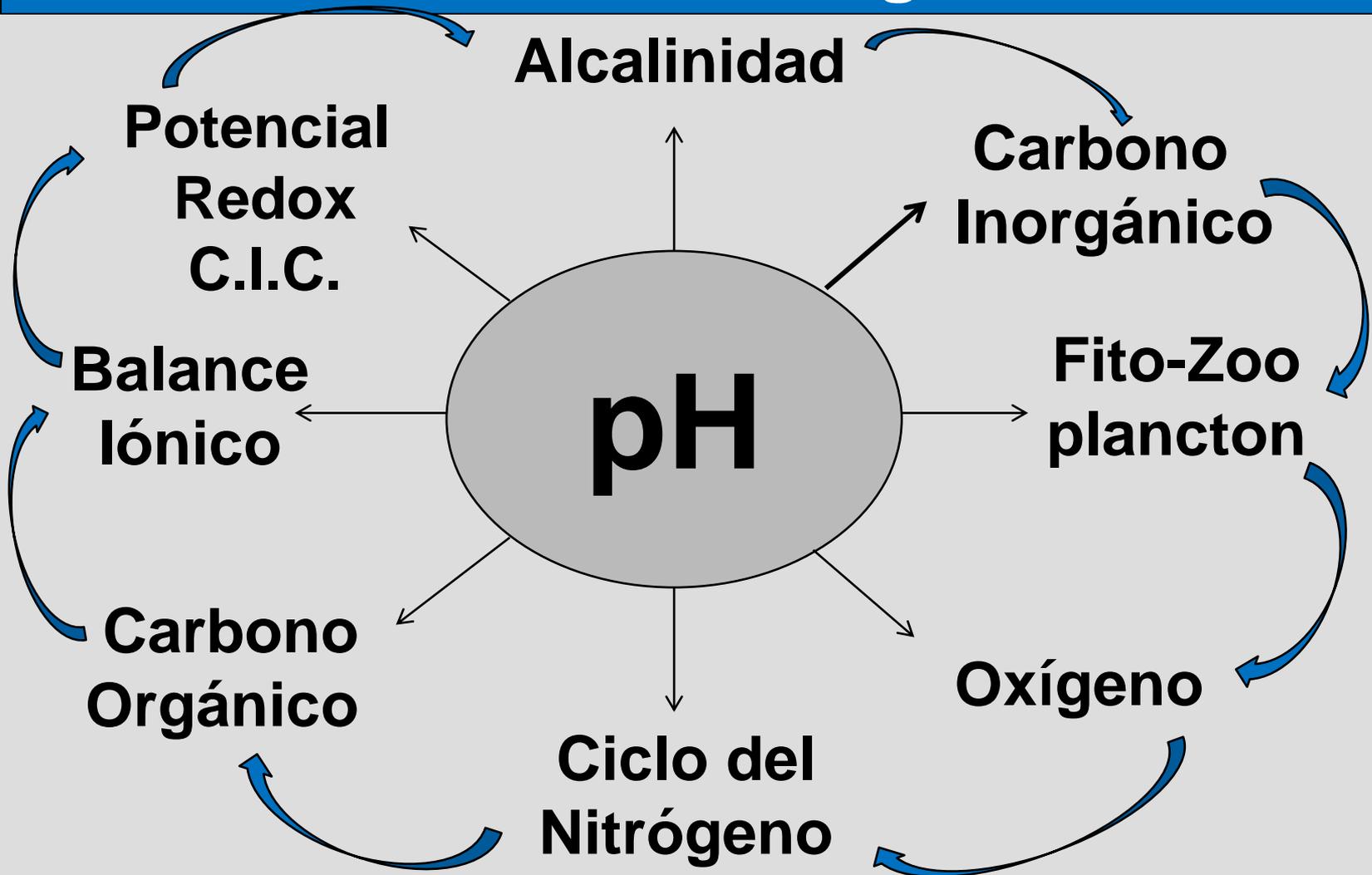
Natal, 12 de Junio del 2013



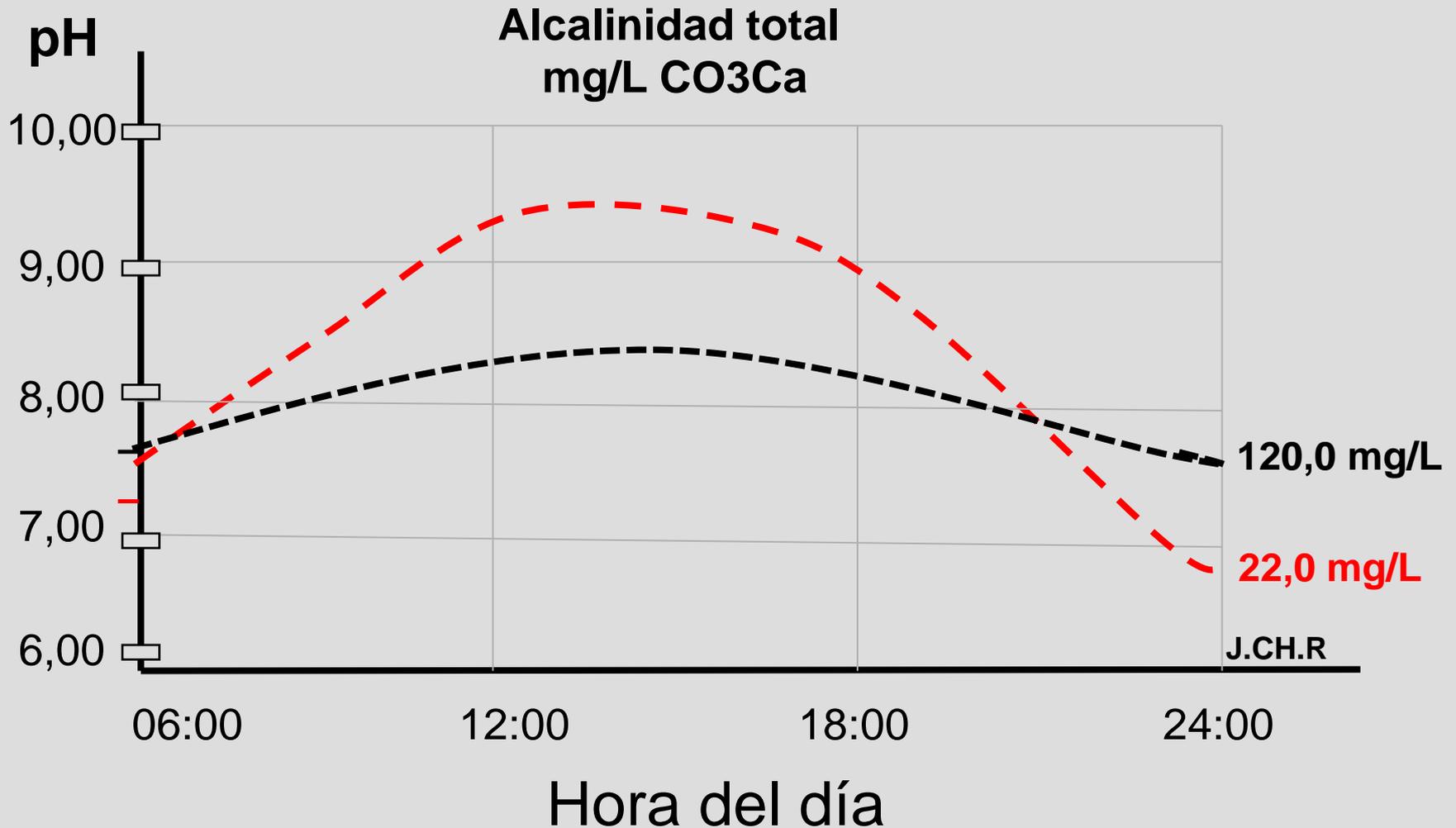
Las variaciones de pH mayor de 1 pto. Desbalances Químicos-Biológicos



Cuales son los principales desbalances Químicos-Biológicos



Oscilación del pH vs Alcalinidad



La alcalinidad

- Es la capacidad de una masa de agua para neutralizar los elementos ácidos que la componen.
- La alcalinidad es el “**combustible**” de todos los procesos químicos y bioquímicos vinculados a la acuicultura.
- Con la caída en los valores de la alcalinidad por debajo de 80 mg/L, “**Crecimientos lentos-Eventos-Mortalidad**”
- Los Bioquímicos, definen a la **Alcalinidad de los bicarbonatos**, como el grupo más importante, y se encuentra entre “final de la alcalinidad M” y punto “final de la alcalinidad P”, en esta definición también se pueden incluir a los ácidos débiles como el ácido carbónico, ó dióxido de carbono en solución.
- **Propuesta para los acuicultores:**

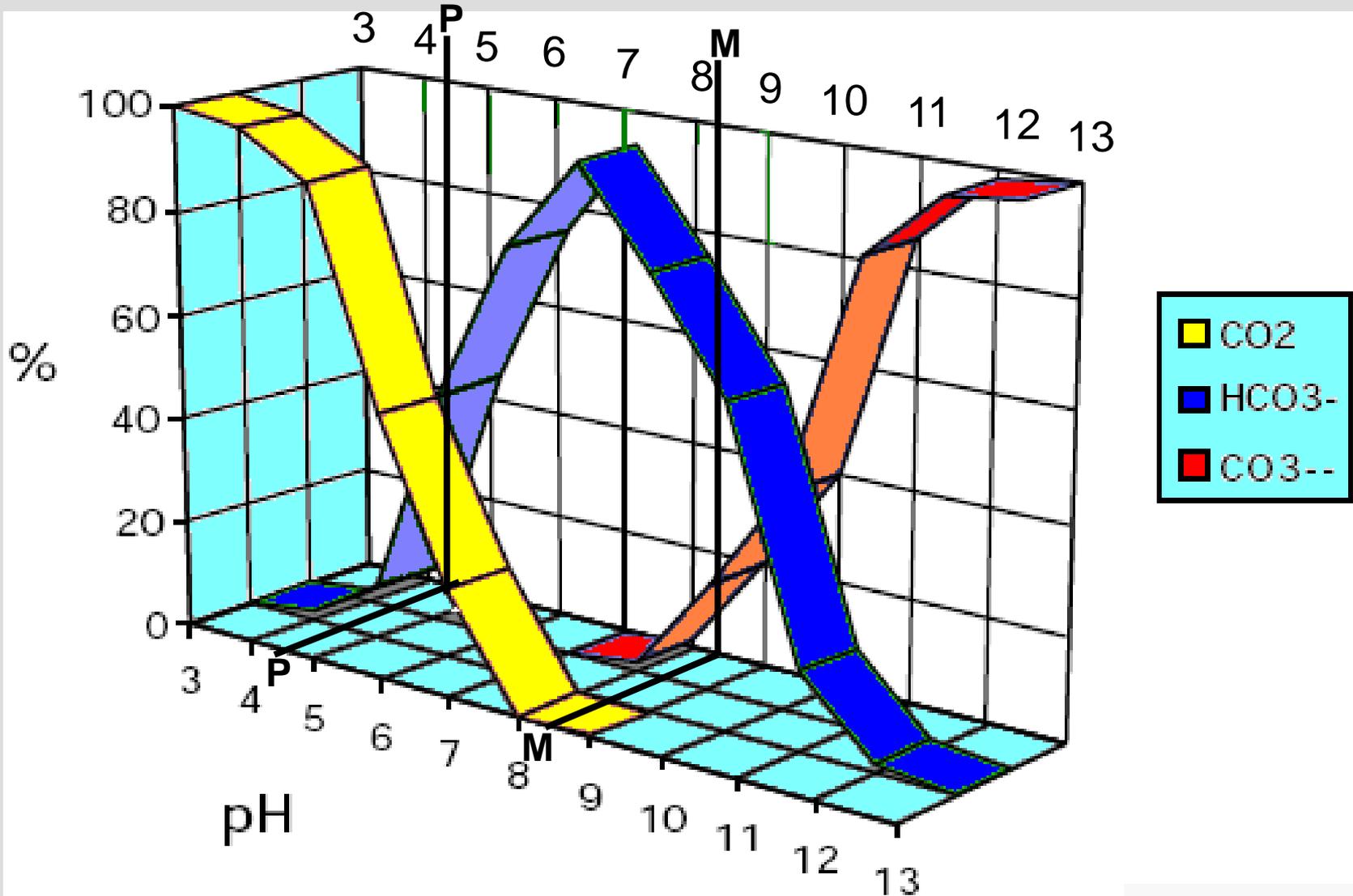
La alcalinidad

“Ciclo del Carbono Inorgánico”

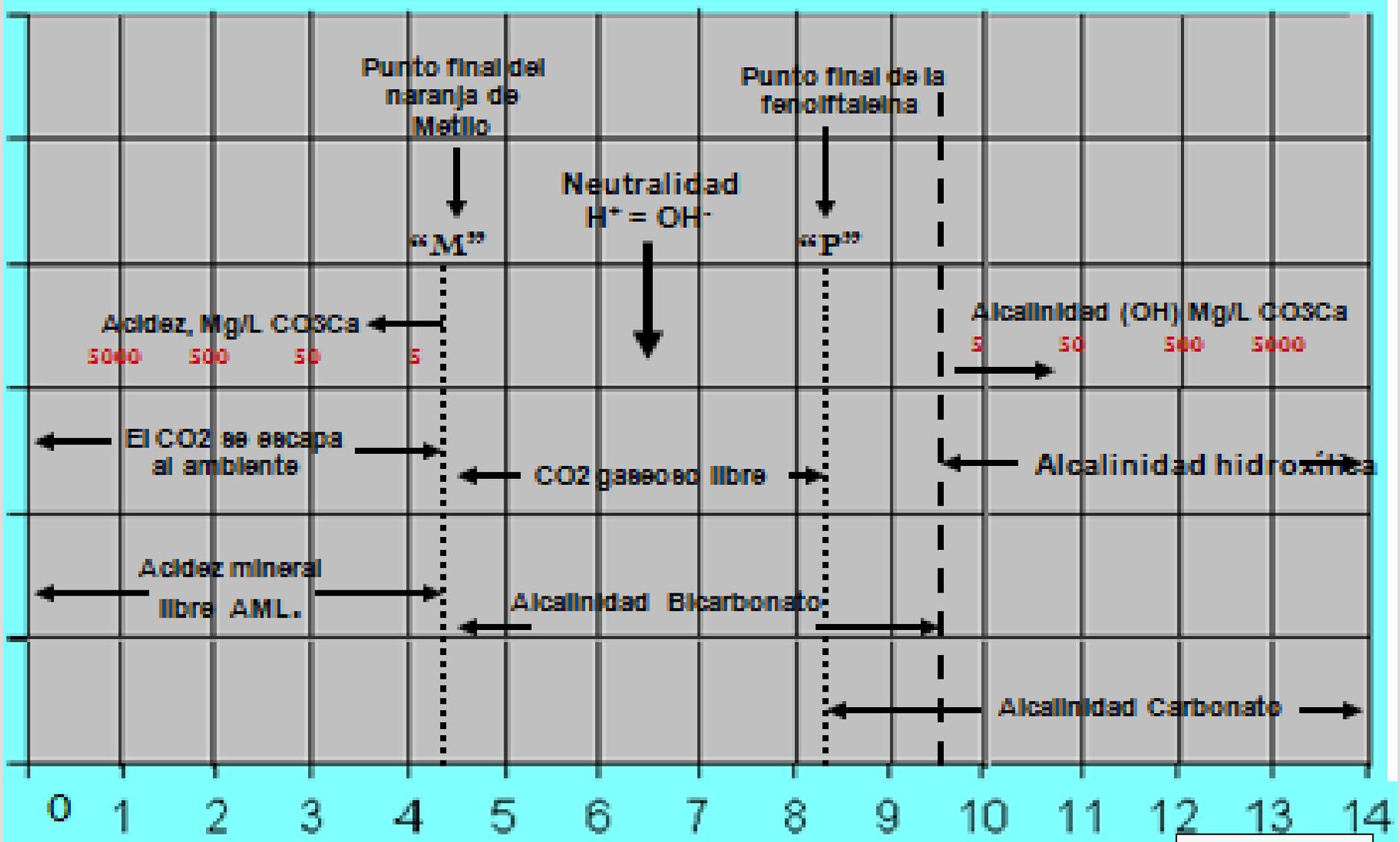


- El **bióxido de carbono** disuelto en el agua del mar, suele encontrarse en pequeñas cantidades 0.3 cc/L como promedio, debido a que tiene gran solubilidad para reaccionar químicamente con el agua del mar formándose en **Carbonatos y Bicarbonatos**.
- Tanto el **bióxido de carbono**, como **Bicarbonatos y Carbonatos**, tienen especial importancia en la vida acuática.
- Los **carbonatos y bicarbonatos** forman parte de las estructuras esqueléticas de los seres marinos de naturaleza calcárea.
- **Los Océanos** son los principales filtros biológicos del **CO2 atmosféricos**.

Análisis de alcalinidad

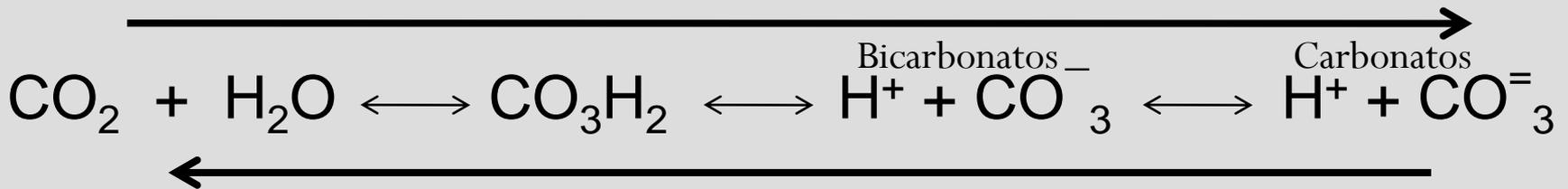


Tipos de Alcalinidad vs rangos de pH



Dióxido de carbono: CO₂ en los procesos biológicos

- La variación del pH, esta directamente relacionada a la producción del CO₂.
- **En la Respiración:** se libera CO₂ (acidificándose por dejar algunos Hidrógenos libres): **Bajando el pH.**



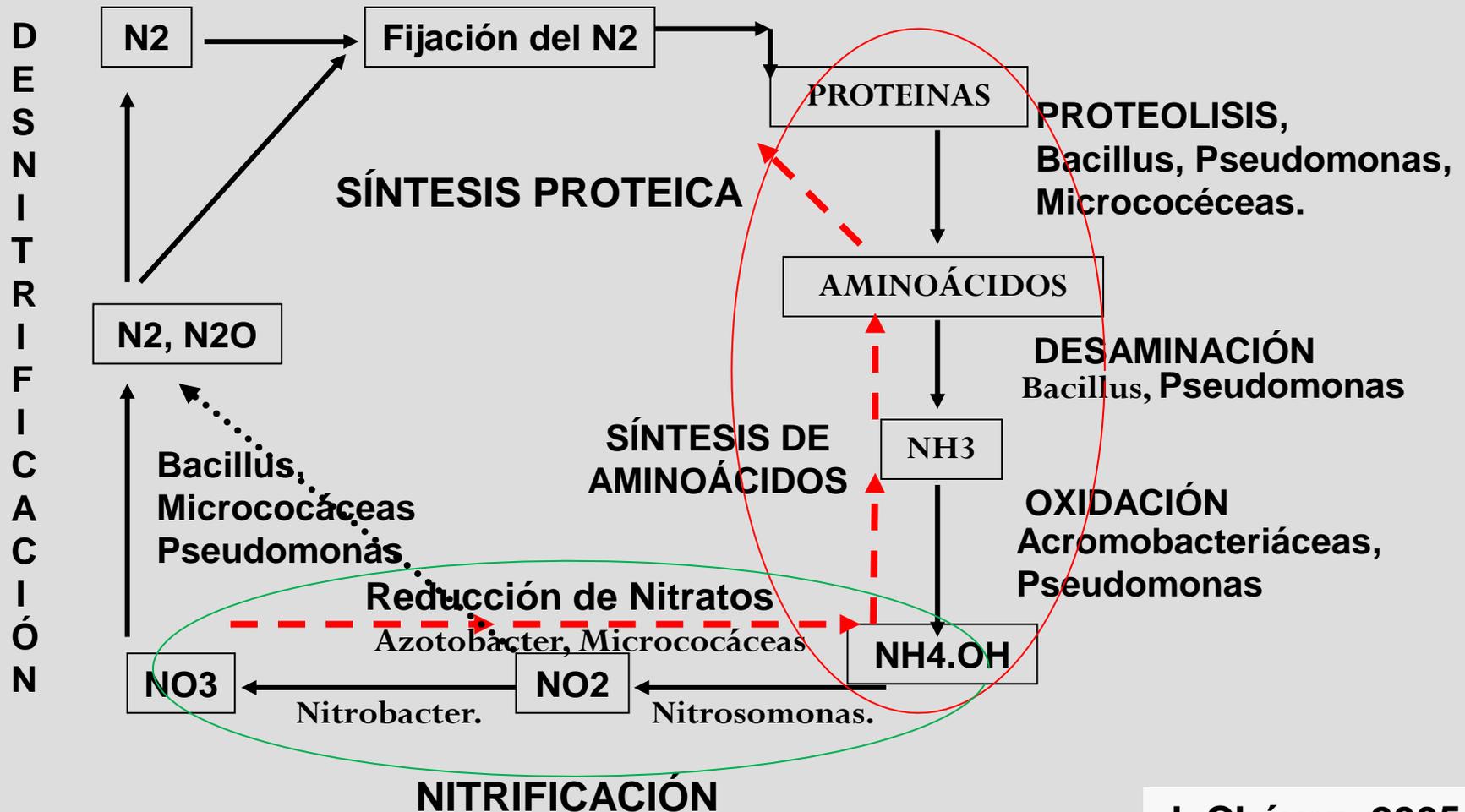
- **En la Fotosíntesis:** se consume CO₂: Basificándose
- Dejando algunos Oxígenos libres: **Subiendo el pH.**

Fotosíntesis; relación (CO₂) vs pH.

- Existe el Consumo de CO₂. en la fotosíntesis por:
- **6CO₂ + 6H₂O + (Luz/Nutrientes)= C₆ H₁₂O₆ + 6O₂**
- **Sí un estanque presenta un bloom de algas.**
- El pH del agua podría subir en horas de la tarde a mas de 9.0
- La diferencia entre los valor del pH de la madrugada y la tarde: va a ser mayor de 2,0 puntos.
- En estas aguas es muy normal que en horas de la madrugada ocurra una caída de O₂ a **< 2.0 mg/L.**
- Mostrando adicionalmente de una caída en el valor de la alcalinidad total, por debajo de 50 – 60 mg/L.

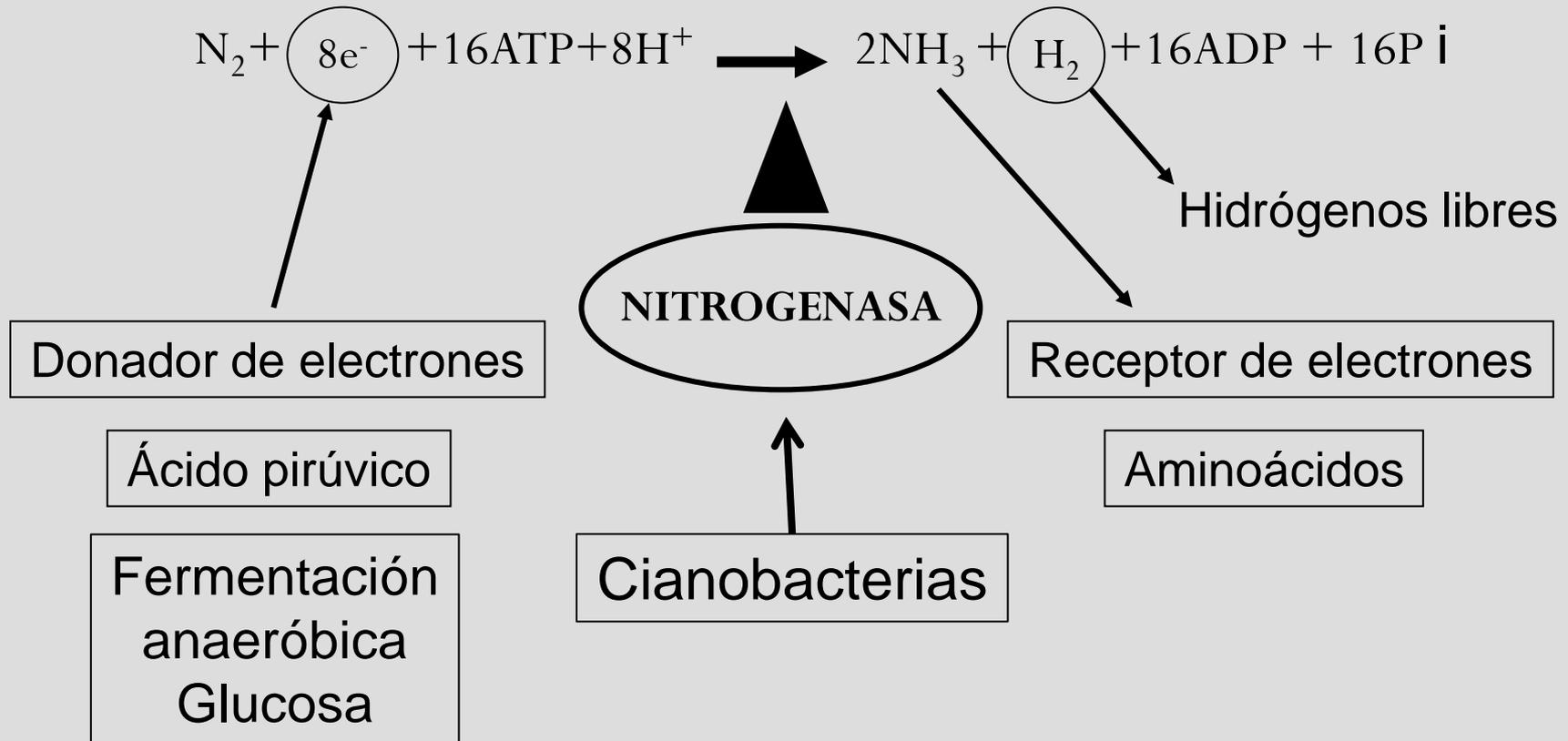
Ciclo del Nitrógeno a partir de la M.O

ALIMENTO CONCENTRADO



Producción del primer grupo “amino”

La facilidad de convertir el Nitrógeno atmosférico en un grupo aminos, esta limitado a muy pocas células procariotas primitivas (organismos diazotróficos).



Cálculo de Melaza como fuente de Carbono en los balanceados.

$$\frac{A \times B \times C \times D \times E}{F} = \text{Lt.}$$

A = Cantidad de balanceado en Kg. D = % taza de excreción-asimilación.
 B = % de Proteína del balanceado. E = 16% (Nitrógeno en Proteína).
 C = Rango (5-10-15-20-25-30 : 1) F = % de Carbono en la melaza.

* Ejemplo:

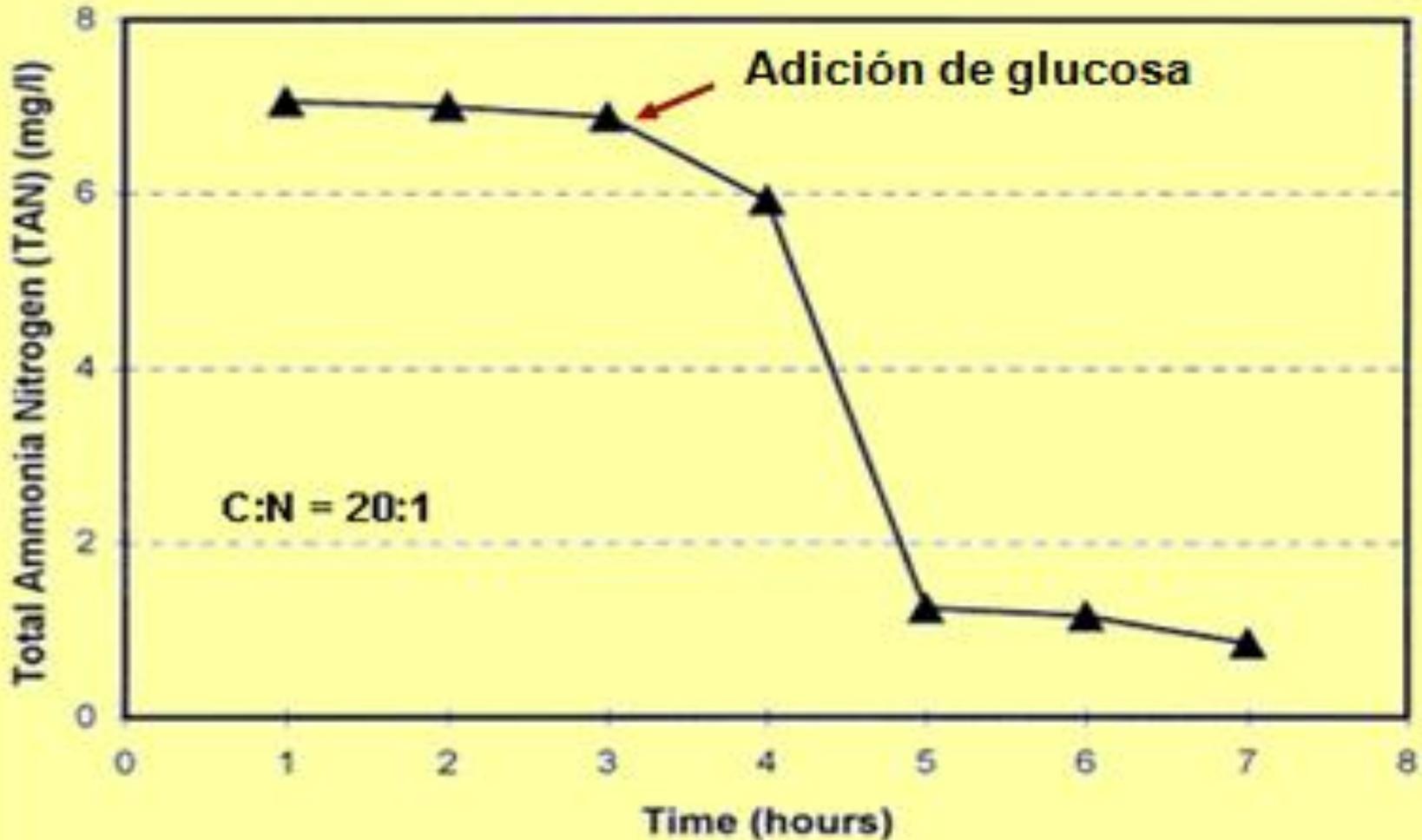
$$\frac{50\text{Kg} \times 0.35 \times 10 \times 0.5 \times 0.16}{0.40} = 35 \text{ Lts. de melaza.}$$

* FJHM: 2000

$$* 50 \text{ Kg} \times 0.35 \times 10 \times 0.2 = 35 \text{ Lts. de melaza.}$$

Rango del Carbono/Nitrógeno como elemento de control en Acuicultura.

Yoram Avnimelech, *Aquaculture*, 176 (1999).



Heterotrophic Production Systems, James F. Collins, 11/9/2001.

Relación C:N (16: 1)

- $\text{TAN (mg/L)} \times \text{Vol. Tanque} \times \frac{1}{1000} \times 16$
- En otras palabras todo esto es igual:
- $\text{TAN} \times \text{Tone.} \times 16 = \text{gr. de melaza al tanque.}$
- Ejemplo:
- $1,250 \text{ mg/L} \times 100 \text{ ton} \times 16 = 2.000 \text{ gr.} // 2 \text{ Kilos}$

Comprendiendo la interacción química en el agua de un estanque



Eritrocito=Hemocito

CO₂ disuelto
en la Sangre

Plasmalema
del eritrocito

CO₂ disuelto

Anhidrasa
Carbónica

Na⁺

O₂
O₂
O₂

Ayudado por
Efecto Bohr

Hb-NH₂

Hb O₂

Hb NH COO⁻
+ H⁺

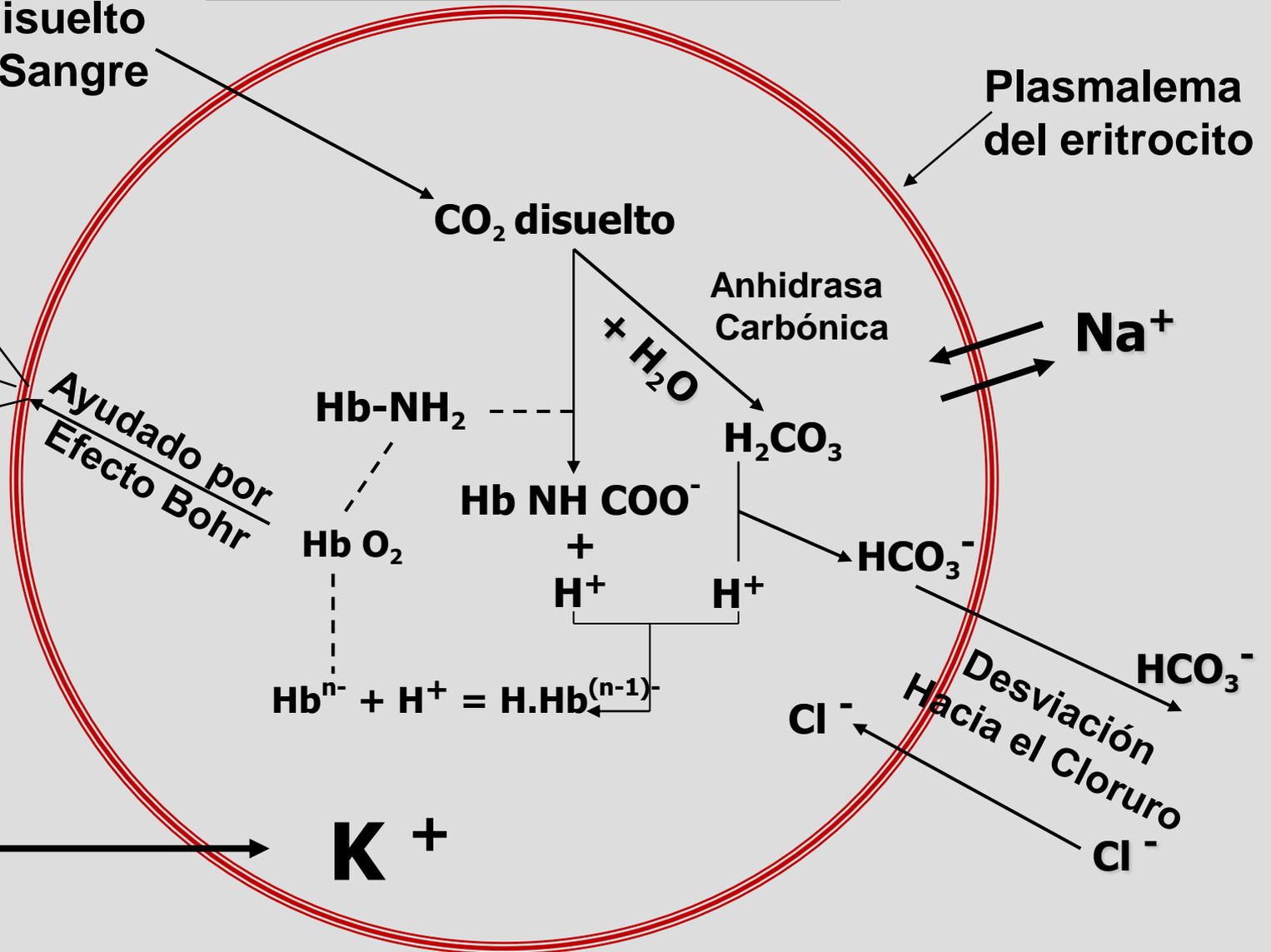
H₂CO₃

HCO₃⁻

Hbⁿ⁻ + H⁺ = H.Hb⁽ⁿ⁻¹⁾⁻

HCO₃⁻
Desviación
Hacia el Cloruro
Cl⁻

K⁺ → K⁺



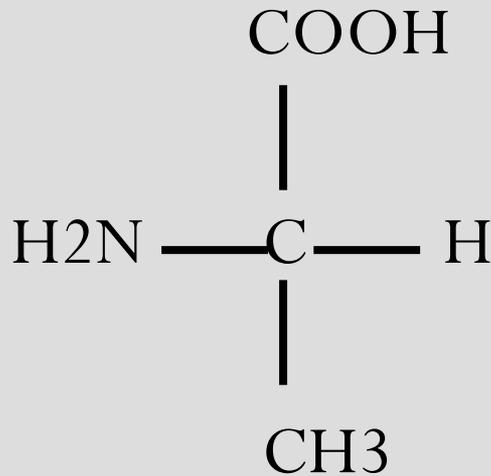
Efecto Root.

- Se origina, por la reducción en la capacidad total de **transporte de oxígeno** de la Hemoglobina (Hemolinfa) en condiciones de **bajo pH**.
- La consecuencia es una **Aceleración de oxígeno** en los **tejidos donde el pH tiende a ser bajo**.
- En branquias con pH 7.4 el ritmo de oxigenación tiende a ser 4 veces más rápido que el ritmo de desoxigenación.
- En tejidos con “**pH más bajo**” el ritmo de desoxigenación es 400 veces más rápido que el ritmo de oxigenación

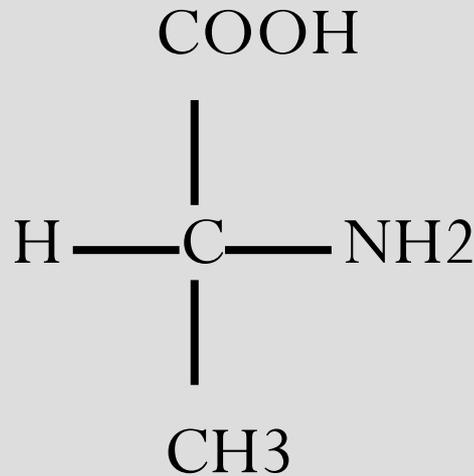
Efecto Bohr.

- Conversión del CO_2 en Bicarbonatos, (dentro del Eritrocito-Hemocito).
- La sangre desoxigenada tiene mayor capacidad de transportar al CO_2 que la sangre oxigenada.
- Pero esta capacidad se reduce cuando aumenta la temperatura.
- A menor temperatura la curva de disociación del CO_2 es mayor.

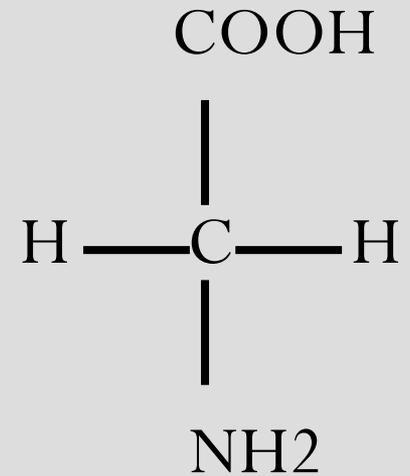
Carbono Orgánico y las Proteínas.



L- alanina
C₃ H₇ O₂ N



D- alanina
C₃ H₇ O₂ N



Glicina

Las propiedades de las proteínas están directamente influenciadas relacionadas a la cantidad de iones de Hidrógeno de la solución.

Las proteínas

Ácido carboxílico + Carbón + Grupo Amino

Grupo “α Aminoácidos”

- Los grupos aminos de un aminoácido pueden aceptar un protón, procedente del grupo carboxilo, o lo inverso.
- Dentro de las propiedades de los aminoácidos como el de las proteínas, es presentar grupos ácidos ó grupos básicos.

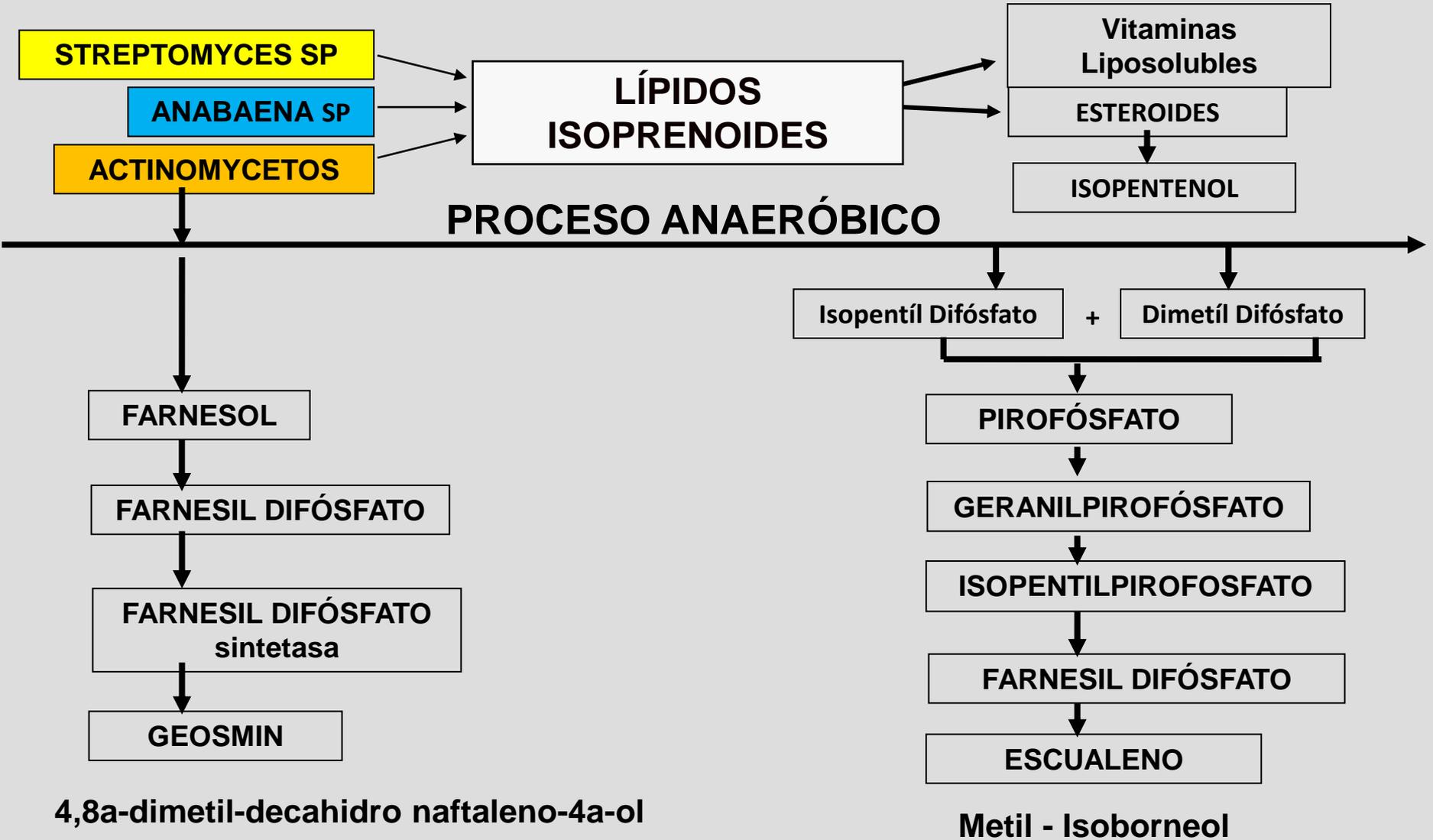


- Temperatura-Solubilidad-Asimilación-Toxicidad, están directamente relacionadas al pH fisiológico

Cianobacterias

- ✓ Aguas estancadas.
- ✓ Aguas de poco movimiento.
- ✓ Adaptadas a los cambios bruscos de pH/O₂
- ✓ Se conocen mas de 150 géneros.
- ✓ Antiguamente se conocía a este grupo como cianofitas.
- ✓ Otros autores incluyen a este grupo dentro del grupo de las mixofíceas, pertenecientes a los mixofitos.

Mal Olor - Mal Sabor



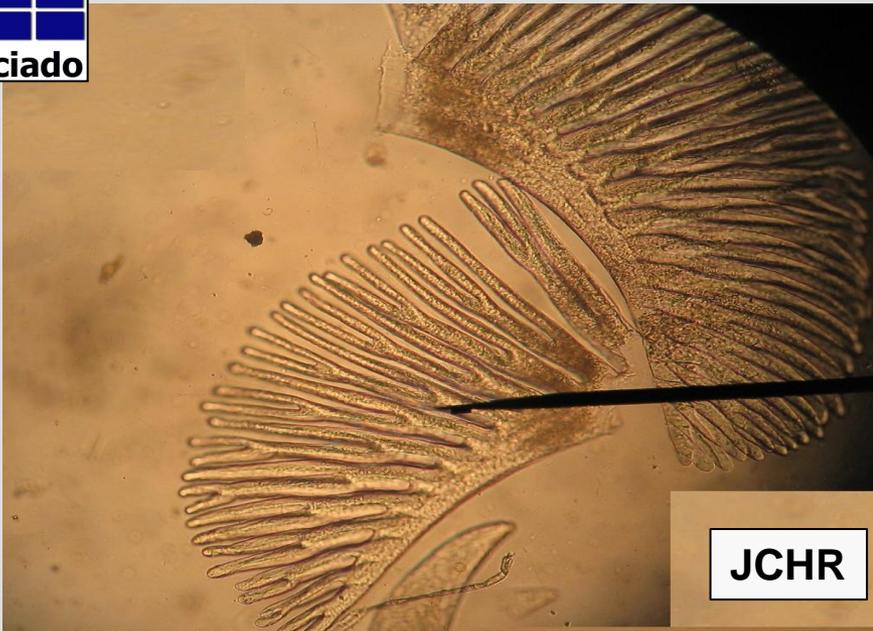
Las variaciones de pH, son muy significantes en el balance iónico.

En los vertebrados / invertebrados marinos, ellos tienden a mantener la presión osmótica igual a la del agua marina, **HOMEOSTASIS** de manera que: perder ó ganar agua, para ellos, **no significa “Un problema”**

Pero, para los organismos que viven en agua dulces, o salobres que tienen un contenido salino mas bajo, tienen una presión osmótica menor, por lo que estas especies, deben absorber agua de su ambiente para equilibrarse.

Para ello han desarrollado mecanismos exclusivos para la Captación, Expulsión, Transporte activo y Retención de iones. “CETRI” .

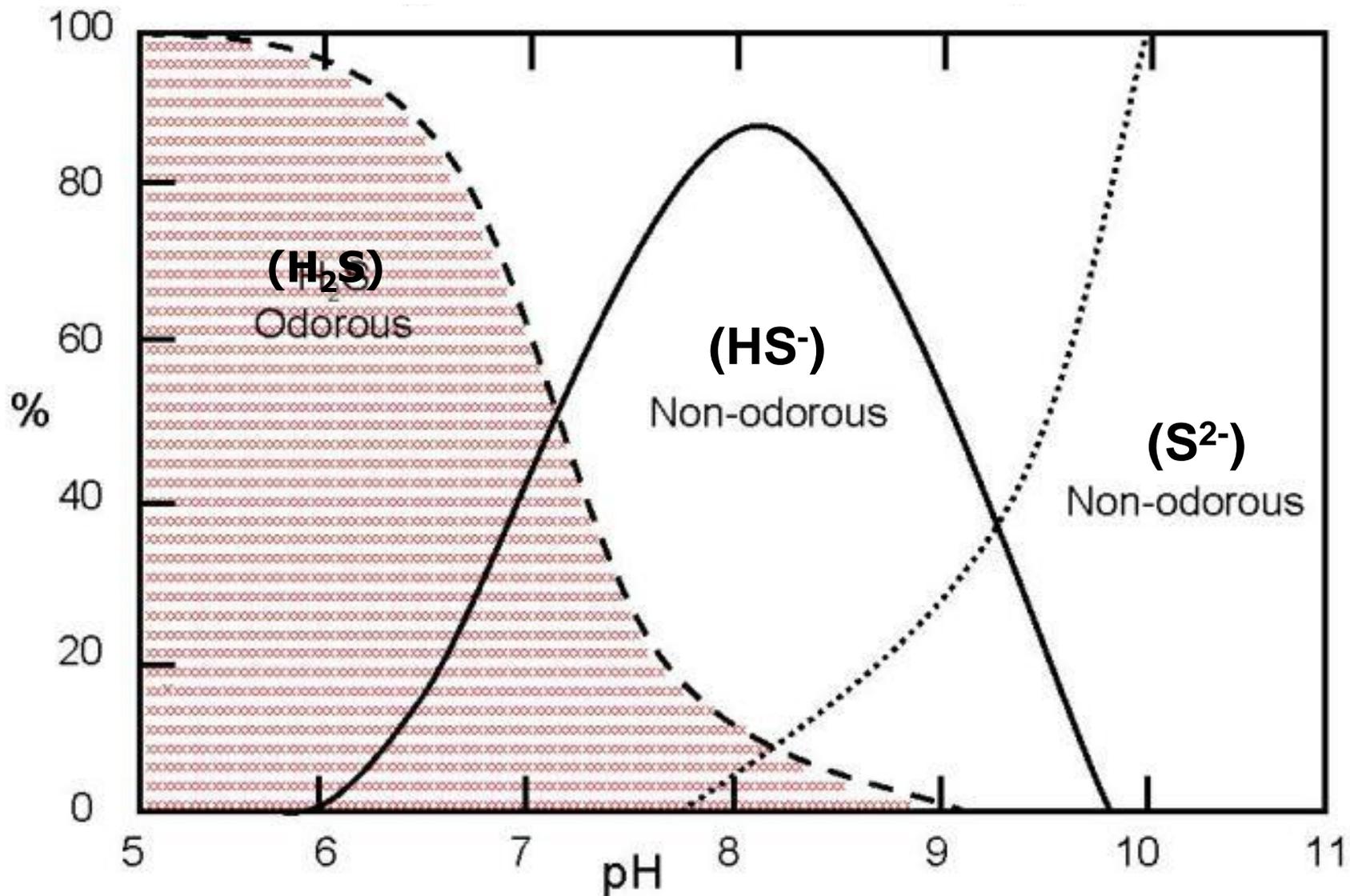
La acumulación de Ca, en los sistemas, es mas importante aún, ya que ello producirá un desequilibrio a nivel muscular y este desbalance iónico se lo conocemos como **STRESS**.



Potencial redox.

- Mediante el análisis del potencial redox, nos permitirá determinar con mayor precisión el grado de oxidación ó el grado de reducción química en el suelo.
- **Oxidación** = Ganancia de iones de Oxígeno.
- **Reducción** = Perdida de iones de Oxígeno.
- Normalmente la perdida de los oxígenos disueltos en los sedimentos causan la acumulación de metabolitos tóxicos para los sistemas acuícolas.
- El incremento de Amoniacó (NH_3); Gas sulfhídrico (SH_2); Nitritos (NO_2); terminan bajando el potencial redox de los sedimentos. **(Chien et al. 1989)**

Los Sulfuros y el pH



El pH y los tipos de Sulfuros (H_2S)

- Gas de sulfuro de hidrógeno (H_2S), especie No Iónica.
- Especies Iónicas no-volátiles de sulfuro de hidrógeno (HS^-) y sulfuro (S^{2-}).

pH	tipo	%Volatizado
6	SH_2	90%
7	SH_2	50%
8	SH_2	10%

- Generalmente eliminado del líquido, con la producción de malos olores, corrosión y ambientes peligrosos.
- Mientras más alta es la concentración de H_2S mayor será su tendencia a volatizarse.

Como influye el pH del suelo en los elementos minerales que lo componen

CATIONES Se Reducen

Intercambiables	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Al ²⁺
Transición	Mn ²⁺	Cu ²⁺	Al ³⁺	Fe ³⁺	Zn ²⁺	Ti ⁴⁺
Tóxicos	Al ³⁺	Cd ²⁺	Pb ²⁺	Hg ²⁺	Be ²⁺	

ANIONES Se Oxidan

Solubles	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	H CO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻
Pocos solubles	H ₃ SiO ₄ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	H BO ₃ ⁻	MoO ₄ ²⁻
Tóxicos	AsO ₄ ³⁻	CrO ₄ ²⁻		

Abundantes 50-500 Mg/L

Moderados 1- 20 mg/L

Minoritarios -1 mg/L

SOLUBILIDAD-DISPONIBILIDAD

Categorización de estanques de acuerdo al potencial redox.

TIPO	POTENCIAL REDOX	CATEGORIA
Sedimento con	+0.400 v a +0,700 v	Oxidado
Sedimento con	+0.100 v a + 0.400 v	Oxidado moderado.
Sedimento con	- 0.100 v a + 0.100 v	Reducido moderado.
Sedimento con	- 0.300 v a - 0.100 v	Reducido

***Chien et al. 1989**

Variación del potencial redox de acuerdo a la profundidad de la lectura.

Profundidad	Shigeno. 1978 Japon	Masuda/Boyd.1994 Taiwan
0,5 cm	+ 0, 140 v	- 0,113 v
1,0 cm	+ 0, 010 v	- 0,162 v
1,5 cm	- 0, 280 v	- 0,180 v
2,0 cm	- 0, 460 v

Problemas asociados a las lecturas del potencial redox

- Diferentes medidores de potencial redox, pueden producir diferentes lecturas, para una misma muestra de sedimento.
- El Potencial redox declina rápidamente con la profundidad del muestreo.
- Tener mucha precaución al introducir el electrodo comercial a una profundidad exacta.
- El contenido de oxígeno disuelto en el agua, puede contaminar el suelo cuando es introducido el electrodo.
- La disminución del potencial redox con la profundidad es un fenómeno natural de un suelo saturado con agua.

Importantes “dicas” en la acción del pH en los sedimentos.

- Sí baja el pH: favorece a la formación del grupo amoniacal ionizado NH_4^+
- Sí baja el pH: favorece al incremento del Sulfuro de Hidrogeno SH_2 (gas sulfhídrico), parte tóxica no ionizada.
- Las sustancias ionizadas del azufre son (SH^- ; S_2^-)
- Si baja el pH del suelo; se pierden muchas de las reacciones microbiológicas.
- Sí sube el pH: sube la porción tóxica del NH_3^-
- Bacterias Nitrificantes actúan a pH entre (7.5 – 8,5).
- Bacterias como los Thiobacillus, actúan a pH 3.

Fertilización de los estanques.

- Los nutrientes, (cationes y aniones) son adsorbidos en los sitios de carga negativa o positiva de los suelos y que son lentamente liberados hacia el agua del estanque,
- **Los fertilizantes** en los fondos pueden permanecer activos por mucho tiempo.
- **El fósforo**, cerca del 50% de este elemento no es recuperado como biomasa, ya que **fijado en el suelo** actúa como un "buffer" regulando la presencia de otros elementos.
- **El fósforo** es necesario para la utilización de muchas de las vitaminas del grupo B. También es un elemento integrante de todas las grasas, proteínas, hidratos de carbono y muchas enzimas.
- **Tienen relación directa contra el calcio, si sube el uno el otro baja: (1Ca : 2P)**

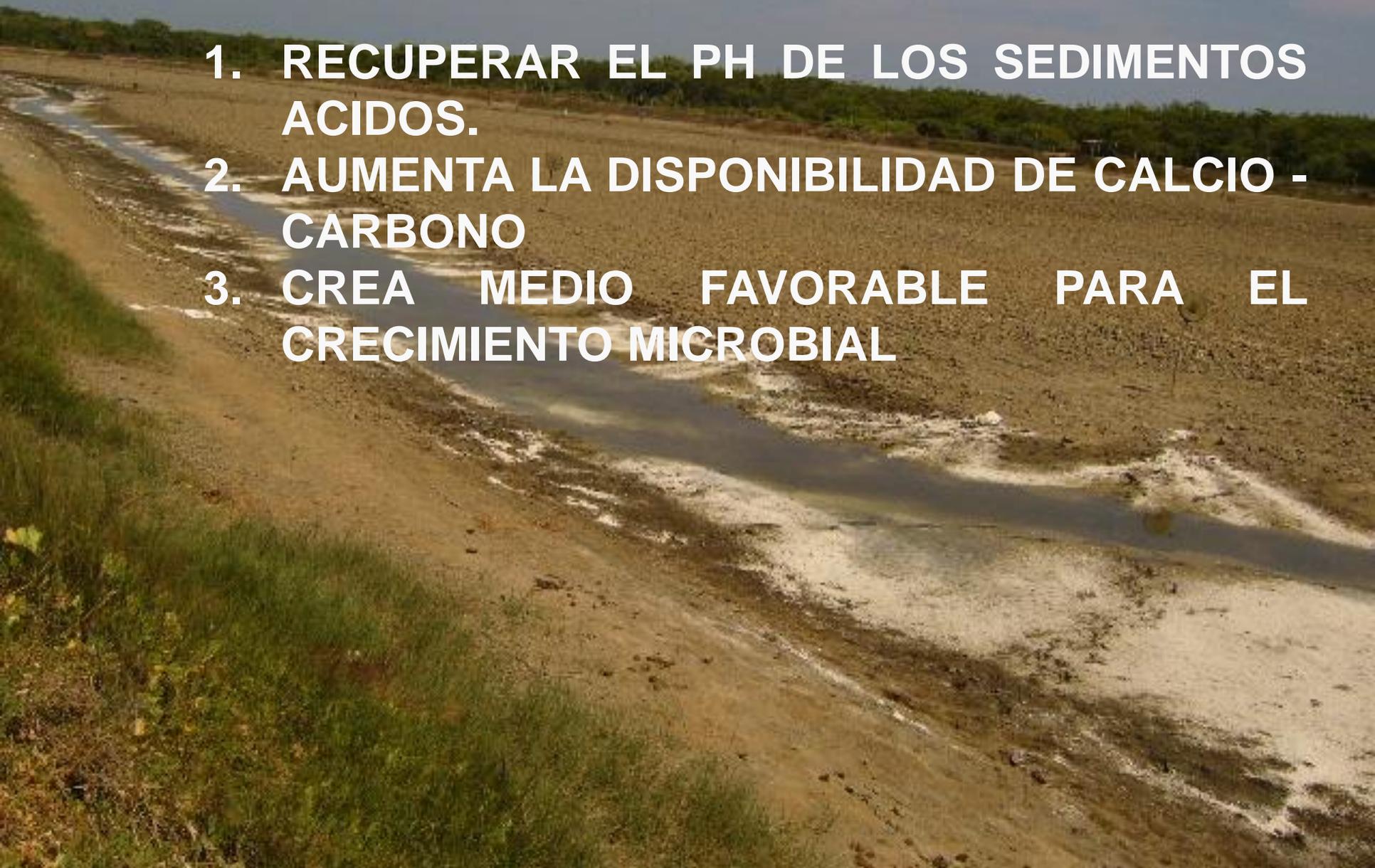
Instituto Internacional de la Potasa Canadá 2006.

Eficiencia de los Fertilizantes en el agua

Sedimentos		% Utilizado			% Perdido
pH	Calificación	N	P	K	Acumulación en los suelos
7.0	Neutros	100%	100%	100%	0%
6.0	Ácidos ligeros	89%	52%	100%	19,67%
5.5	Ácidos medios	77%	48%	77%	22,69%
5.0	Ácidos fuertes	53%	34%	52%	53,67%
4.5	Acido extremo	30%	23%	23%	71,34%

Necesidad de usar Cal ?

1. RECUPERAR EL PH DE LOS SEDIMENTOS ACIDOS.
2. AUMENTA LA DISPONIBILIDAD DE CALCIO - CARBONO
3. CREA MEDIO FAVORABLE PARA EL CRECIMIENTO MICROBIAL



Desventajas de un encalado

- 1. REDUCE LA CAPACIDAD DEL LODO PARA ABSORBER NUTRIENTES (CIC): FOSFÓRO, MAGNESIO, POTASIO.**
- 2. UNA MOL DE CALCIO SEQUESTRA DOS MOLES DE FOSFÓRO.**
- 3. SEQUESTRA O ENMASCARA A LA MATERIA ORGANICA.**
- 4. DESMEJORA LA PRODUCTIVIDAD NATURAL, AL ROMPER LA ECUACION DE VIDA DE CAMARONES PENEIDOS.**

Las alternativa de la “Cal” para recuperación de pH bajos; (Kg/ha)

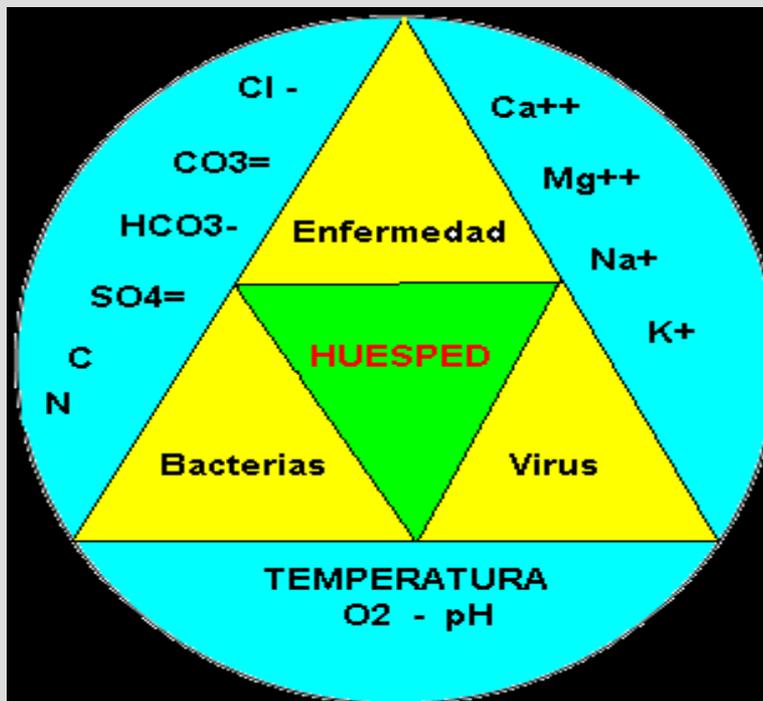
pH /Suelo	Cal Apagada	Cal Hidratada	Cal viva
6.5	No	No	No
6.0	375	335	268
5.5	740	711	523
5.0	1.150	1.037	711
4.5	1.481	1.412	1.007
4.0	1.666	1.590	1.150
% CaO	15%-20%	20%-30%	80%-90%

pH

Potencial de Hidrógeno Conclusiones

pH

- Logaritmo negativo de la actividad de (H⁺) y (OH⁻).
- Debe ser tomado: **Dos veces** al día: 06 -16 Hrs.
- Valor Normal de PH: debe estar en **(8,0) ± 0,5**
- **Cuando es bueno o cuando es malo?**
- **Bueno:** Cuando la variación entre las dos lecturas sea igual o menor de **1** punto.
- **Regular:** Cuando la variación entre las dos lecturas sea mayor de 1 punto.
- Los principales desbalances **Químicos - Biológicos Fisiológicos** del cultivo se presentan, cuando la variación de las dos lecturas es **> 1,5 puntos.**



***No hay patología alguna que no
haya iniciado de un desbalance
iónico de sus aguas.
Muchas gracias***