



STARTER
MICRO START +
MULTIESPECIE

EL ORIGEN DEL ÉXITO

Mayor crecimiento

Más peces viables

Protección antiviral y hepática

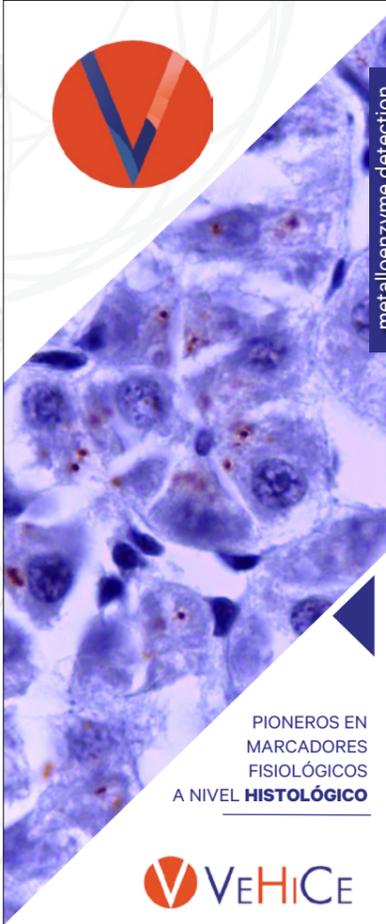
Mayor resistencia a enfermedades

Menor incidencia de opérculo corto

EWOS



metaloenzyme detection



PIONEROS EN MARCADORES FISIOLÓGICOS A NIVEL HISTOLÓGICO

VEHICE

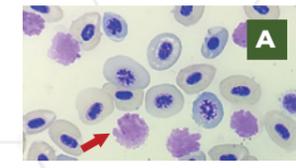
www.vehice.com
info@vehice.com
+56 9 3910 7937



NITRITO (NO₂)

Los problemas del **nitrito** en agua dulce derivan de su afinidad con el mecanismo branquial de captación de Cl⁻ (Cl⁻/HCO₃⁻), por lo tanto, siempre que el nitrito esté presente en el agua, una parte de la absorción de Cl⁻ se desplazará a la absorción de NO₂.

Desde el plasma sanguíneo, el nitrito se difunde a los eritrocitos produciendo la hemólisis de estos, oxidando el Fe de la hemoglobina (Hb) al estado de oxidación +3, generando metahemoglobina, la cual carece de la capacidad de unir oxígeno de forma reversible.



Nivel Tóxico NO₂⁻ > 1 mg/L
NO₂⁻ > 0,1 mg/L (agua blandas)

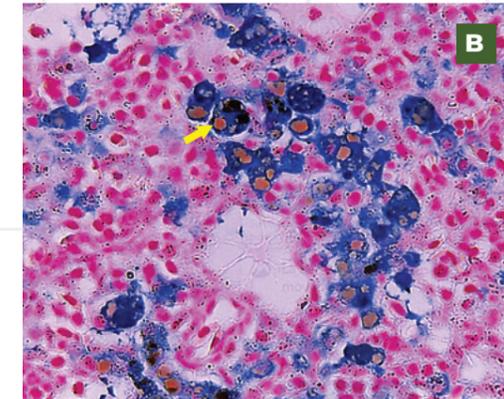


Imagen 4A y 4B. Bazo. Azul de Prusia. Se observa hemosispléptica (B) por hemólisis de eritrocitos (A) y compuestos HEM (B) derivados de la oxidación de la hemoglobina por intoxicación de NO₂.

SATURACIÓN DE GASES

Las **burbujas de gas** son causadas por un aumento en la presión del gas disuelto por encima de la presión ambiental (sobresaturación) ya sea con N₂ u O₂. Esto conduce a la formación de émbolos, especialmente en pequeños vasos sanguíneos, incluyendo el rete.

Hallazgos histopatológicos: émbolos de gas presionando el endotelio vascular generando una trombosis (Embolia), incluso zonas necróticas por avascularización tisular (infarto).

Nivel Tóxico sobresaturación de O₂: >110%
Nivel Tóxico sobresaturación de O₂ Ova y Fry: >103%

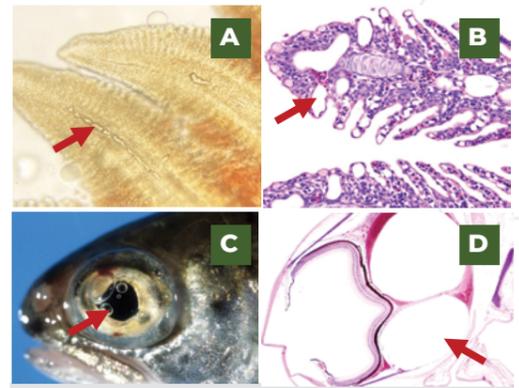
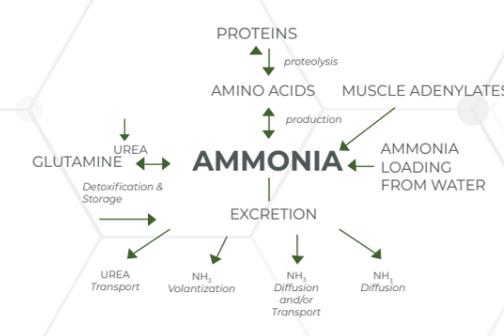


Imagen 3A, 3B, 3C y 3D. Se observan émbolos de gas en vasos sanguíneos de branquia (A y B). Émbolos de gas en cámara anterior (C). Émbolos de gas retrobulbares, produciendo una distorsión de la retina (D). Imágenes C y D cortesía del Dr Hugh Ferguson.

AMONIO (NH₄) - AMONIACO (NH₃)



Esquema 2. Mecanismos de disminución de toxicidad por amonio (Randall, 2002). Nivel Tóxico Amoníaco: > 0,0125 mg/L

OZONO (O₃)

Ozono es un potente gas oxidante que ayuda a mejorar la calidad de agua en sistemas de recirculación en agua dulce (RAS), reduciendo la materia orgánica y su demanda química de oxígeno, disolviendo el carbón orgánico y los nitritos, además de producir un efecto inactivante de patógenos (Schroeder, 2011).

- Aumenta NH₃
- Estrés oxidativo
- Lipidosis hepática
- Daño branquial (7 a 29 ug/L)
- Oxida Aa, ác. grasos, proteínas
- Altamente tóxico

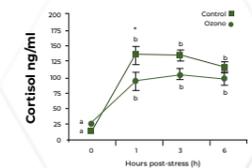


Gráfico 2. Cortisol plasmático. Se observan diferencias significativas entre el grupo control y grupos expuesto a ozono.

Nivel tóxico ozono: 29 ug/L a 48 hrs

METALES PESADOS

El **Al** genera procesos de disnea respiratoria, desbalances osmorregulatorios y mortalidad aguda.
El **Fe** se adhiere a las branquias como hidróxido de hierro (Fe(OH)₃), produciendo la llamada sofocación ocre.
El **Cu** genera alteraciones osmorregulatorias, enzimáticas y mortalidad aguda.

Imagen 5. Hígado. IHQ. Se observa hígado de pez con intoxicación experimental por cobre con expresión de Metaloenzima en su citoplasma hepático.

La **Metaloenzima** es la encargada de la captación de los metales en el organismo y su traspaso a proteínas plasmáticas para su posterior excreción.

pH

- pH bajo (ácido)**
- Aumento de toxicidad de metales
 - Dependiente de la [] de amonio
 - Baja la [] de HCO₃
 - Bajo 5,5 altamente estresor
 - Crónico: aumento producción mucus
 - Agudo: mortalidad aguda
 - Más común
- pH alto (alcalino)**
- Aumenta NH₃
 - Agudo: estrés agudo y producción de mucus
 - Crónico: estrés crónico
 - Uso inadecuado cal hidratada (aumento rápido a 11)
 - Menos común

Nivel tóxico pH bajo: <4

Nivel tóxico pH alto: >9

PATOLOGÍAS NO INFECCIOSAS EN SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN DE AGUA (RAS)

Los sistemas de recirculación de agua en la acuicultura han aumentado exponencialmente en los últimos años debido a su naturaleza altamente sostenible y las múltiples ventajas que este presenta. Dentro de las principales ventajas, se encuentra el control del medio en donde se desarrollaran los peces.

PARÁMETROS DE AGUA EN SISTEMAS RAS

Temperatura (°C)	pH	Metales	Gases	Otros
Salmón Atlántico (5-15°C) Salmón Coho (10-12°C) Trucha Arcoíris (9-17°C)	<4.0 Muerte por acidez 4.0-6.1 Bajo Crecimiento 6.2-7.8 Óptimo 7.9-9.0 Efectos negativos >9.0 Muerte por alcalinidad	Cu < 1,7 µg/L en agua blanda (10 mg CaCO ₃ /L) y < 17 µg/L en agua dura (180 mg CaCO ₃ /L). Fe <300 µg/L Al <10 ug/L lábil	Oxígeno: 80-100% saturación y >5 mg/L CO₂: <15 mg/L Nitrito: <0,1 mg/L H₂S: <0,003 mg/L	Conductividad (mS/m): entre 2 a 150 Alcalinidad (mmol/L de HCO₃⁻): 1,4 a 2,6 Dureza (mg de CaCO₃/L): 10-400

Esquema 1. Rango óptimo de calidad de agua para salmónidos. Referencias: Wedemeyer, 1996; Aatland & Bjerknes, 2009; Timmons y Ebeling, 2010, U.S. EPA, 2002; FOR, 2008. Feest, Patricio & Briceño, Felipe & Gutierrez, Xavier. (2018). Calidad de agua en Sistemas de Recirculación.

SULFURO DE HIDRÓGENO (H₂S)

El **sulfuro de hidrógeno (H₂S)** tiene su principal formación en sedimentos de materia orgánica, principalmente en biofiltros y tuberías. Este gas es extremadamente tóxico porque se une a las moléculas de hierro interrumpiendo la función de moléculas como la hemoglobina y los citocromos mitocondriales, evitando el suministro y la utilización de oxígeno.

- Entre otros efectos:
- Depresión de ventilación y circulación
 - Incremento de lactato en sangre
 - Hiperpnea transitoria en primera instancia
 - Apnea secundaria
 - Disminución de glucógeno
 - Disminución de pH
 - Hiperplasia branquial
 - Oxidación de hemoglobina formando sulfahemoglobina
 - Hemosiderosis esplénica

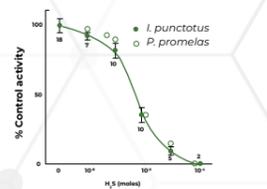
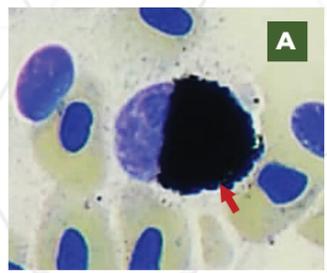


Gráfico 1. Efecto de la concentración de sulfuro sobre la actividad de la citocromo oxidasa in vitro. Extraído de Torrans & Clemens 1982.



Nivel tóxico H₂S: > 0,003 mg/L

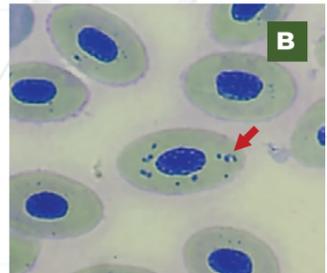


Imagen 1A y 1B. Se observan cuerpos de pappenheimer intracitoplasmáticos en eritroblasto (A) y eritrocito (B).

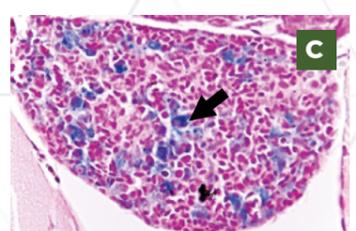
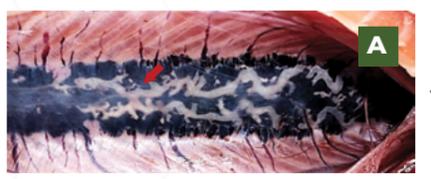


Imagen 1C. Bazo. Azul de Prusia. Se observan compuestos HEM derivados de la oxidación de la hemoglobina (hemosiderosis) por intoxicación de H₂S

DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

Altas concentraciones de **dióxido de carbono (CO₂)** generan procesos de hipercapnia. Los efectos subletales de la exposición al CO₂ incluyen:

- Aumento transitorio del cortisol plasmático
- Aumento transitorio del hematocrito
- Reducción sostenida del nivel de cloruro plasmático
- Disminución de flujo sanguíneo gástrico (disminución de crecimiento)
- Generación de depósitos calcáreos en diferentes órganos (riñón, estómago, hígado, corazón)
- Generación de cataratas
- Dilatación de vejiga natatoria



Nivel tóxico CO₂: > 15 mg/L

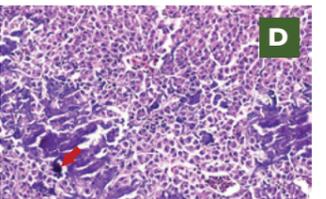
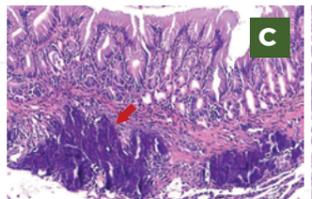
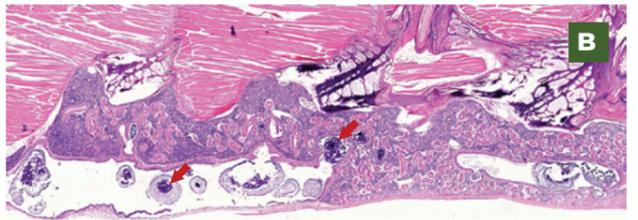


Imagen 2A (Macro), 2B, 2C y 2D (H&E). Se observa nefrocalcinosis en lumen ureteral (A y B). Calcificación de submucosa y muscular gástrica (calcinosis gástrica) (C). Calcificación de parénquima hepático (calcinosis hepática) (D).