

ESTRÉS OXIDATIVO: FUNDAMENTOS Y SU EFECTO EN PECES

El oxígeno molecular es un componente necesario para todos los organismos aeróbicos, aunque también es un potente oxidante, pudiendo causar estrés oxidativo. El estrés oxidativo corresponde a un desbalance entre componentes oxidantes (radicales libres y/o especies reactivas de oxígeno - ROS) y antioxidantes, favoreciendo los oxidantes en el organismo, lo que genera un daño tisular. La regulación del estado de reducción y oxidación (redox) es crítico para la viabilidad celular, activación, proliferación y funcionalidad de los órganos.

ESPECIES REACTIVAS DE OXÍGENO (ROS)

Son moléculas altamente reactivas que pueden dañar estructuras celulares como ácidos nucleicos, lípidos y proteínas.

Los radicales libres corresponden a átomos, moléculas o iones con electrones desapareados en su capa más externa, lo que los hace muy inestables y ávidos por participar en reacciones químicas quitando o donando electrones para reestablecer su equilibrio.

Además, son moduladores cruciales de las funciones celulares. A bajas concentraciones, los ROS son participantes esenciales en la señalización celular, la inducción de la respuesta mitogénica, la defensa contra agentes infecciosos, mientras que el exceso puede alterar la función celular normal y promover el daño irreversible a lípidos, ácidos nucleicos y a proteínas celulares.

Tabla 1: Características de las principales especies reactivas de oxígeno (Chihuahailaf y col., 2002)

ROS	Símbolo	Características	Vida media a 37°C (segundos)
Superóxido	O ₂ ⁻	Buen reductor y pobre antioxidante. Su importancia radica en que origina otros ROS como el HO [•] y el H ₂ O ₂ .	1x10 ⁻⁴
Hidroxilo	HO [•]	El más potente oxidante en los sistemas biológicos. Se origina en las reacciones de Fenton y de Haber-Weiss.	1x10 ⁻⁹
Peroxilo	ROO [•]	Baja capacidad oxidante, pero de muy alta difusibilidad.	1x10 ⁻³
Alcoxilo	RO [•]	Capacidad oxidante intermedia frente a lípidos.	1x10 ⁻⁴
Peróxido de hidrógeno	H ₂ O ₂	Se origina de la dismutación del O ₂ por la enzima SOD. Origen RL muy reactivos cuando reacciona.	-
Ácido hipocloroso	HClO	Formado por la acción de la mieloperoxidasa presente en los neutrófilos sobre el H ₂ O ₂ .	-

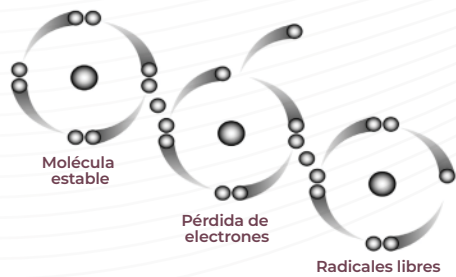


Figura 1: Formación de radicales libres (Agarwal col., 2008)

SISTEMA ANTIOXIDANTE

Los antioxidantes son compuestos que evitan la oxidación de moléculas, inhibiendo la formación de radicales libres o interrumpiendo su propagación mediante los siguientes mecanismos: 1) atrapando las especies que inician la oxidación, 2) quelando iones metálicos capaces de generar especies reactivas, 3) frenando la reacción en cadena de la autooxidación, 4) reduciendo la concentración de oxígeno focalizada (Watanabe y col., 2010).

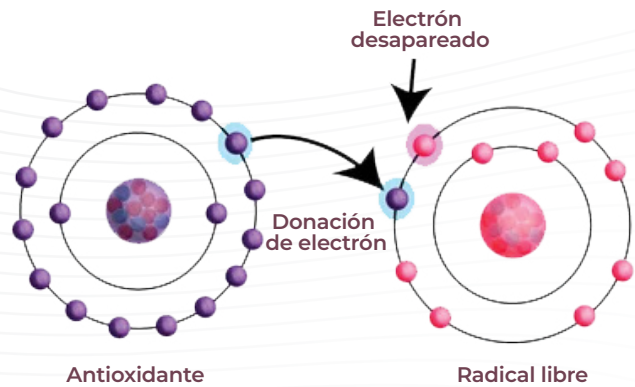


Figura 2: Antioxidante dona un electrón y estabiliza al radical libre (aunque también podrían ser receptores de electrones).

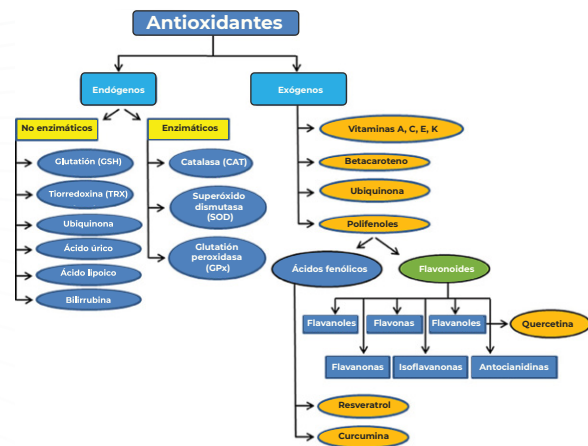


Figura 3: Clasificación de los antioxidantes de acuerdo a su origen.

Si bien existen diversas formas de clasificar los antioxidantes, desde la perspectiva de su origen y presencia en el organismo, es posible distinguir entre aquellos que son normalmente bio-sintetizados por el organismo (endógenos: enzimáticos y no enzimáticos), y aquellos que ingresan a éste a través de la dieta (exógenos).

CAUSAS DE ESTRÉS OXIDATIVO EN PECES



Figura 4: Causas de estrés oxidativo en peces (Birnie-Gauvin, K., y col., 2017; Chowdhury S.y col., 2020).

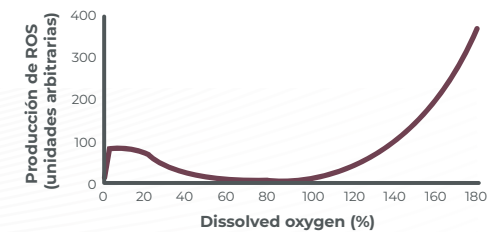


Figura 5: Niveles hipotéticos de producción de ROS por animales acuáticos bajo diferentes niveles de oxígeno disuelto en el agua (Welker y col., 2013).

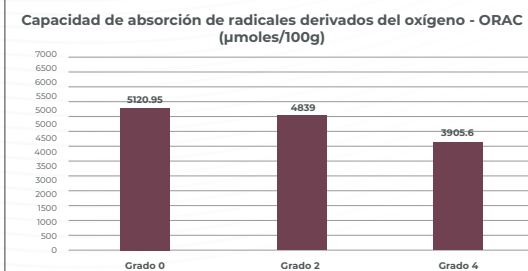


Figura 6: Determinación de la capacidad de absorción de radicales libres derivados de oxígeno (ORAC) en peces con distintos grados de cataratas oculares. Peces sin cataratas muestran mayores niveles ORAC en comparación con peces afectados. (datos VeHiCe).

CASOS CLÍNICOS ASOCIADOS A ESTRÉS OXIDATIVO

Cataratas asociadas a estrés oxidativo:



Figura 7 (Macro). Cataratas asociadas a estrés oxidativo.

Metales pesados asociados a estrés oxidativo:

Los iones de metales son inductores bien conocidos de estrés oxidativo, ya que pueden estimular la formación de ROS por dos mecanismos diferentes. El primero está relacionado con la interferencia de los procesos relacionados a metales y el segundo está relacionado con la generación de radicales libres por iones con valencia variable. Estos iones pueden donar electrones al H₂O₂ generando HO[•] y aniones en la reacción de Fenton.

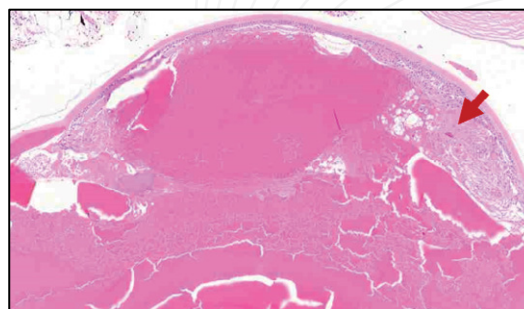


Figura 8 (H&E). Coagulación de la corteza del cristalino.

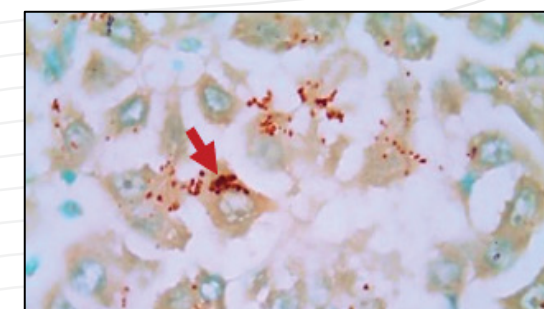


Figura 10. (Histoquímica especial). Reacción positiva a Cu en hígado.

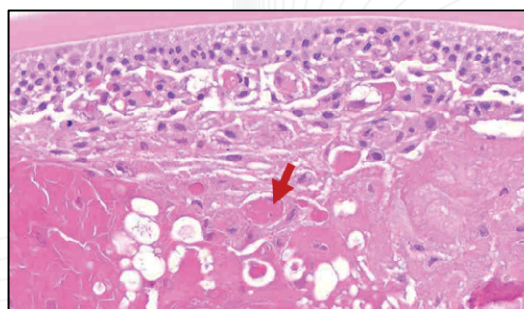


Figura 9 (H&E). Glóbulos de Morgagnian (cristalino).

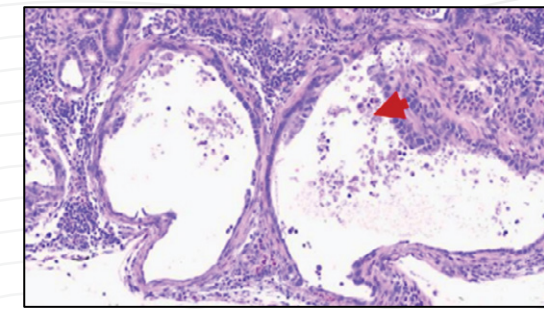
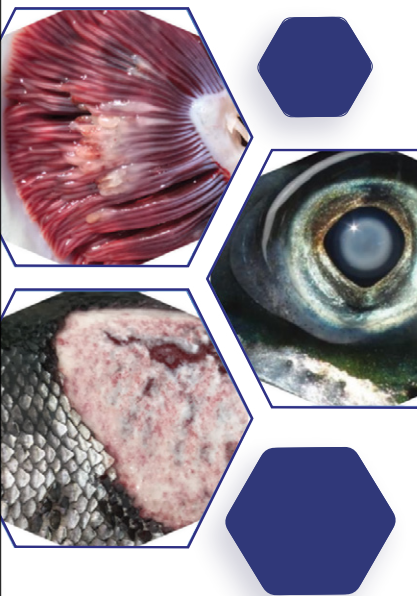


Figura 11 (H&E). Exfoliación de epitelio tubular renal (nefrosis). Intoxicación por metales.



Expertos en patología clínica



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