

# NEFROCALCINOSIS: Factores predisponentes y efectos

La nefrocalcinosis (urolitiasis) es una condición en que se acumulan depósitos de minerales, principalmente calcio y magnesio, en los riñones. Se cree que las condiciones ambientales subóptimas pueden ser un factor desencadenante, aunque la etiología de la nefrocalcinosis no está del todo bien entendida.

Esta condición compromete el bienestar de los peces, ya que debilita su función renal y los hace más vulnerables a enfermedades y estrés. En general, se acepta que la nefrocalcinosis está relacionada con un aumento de la mortalidad en las primeras semanas después del traslado por mar y que las infecciones secundarias por bacterias y hongos son comunes (Klykken et al. 2020).

## Efecto del CO<sub>2</sub>

Elevados niveles de CO<sub>2</sub> (exposición prolongada a niveles mayores a 10 o 20 mg/l) interfieren con la función tubular normal del riñón, alcalinizando el fluido y la orina de los túbulos, favoreciendo la formación de depósitos de fosfato de calcio (nefrocalcinosis) (Eddy et al. 1979). Incrementan los niveles de bicarbonato sanguíneo, conduciendo a un aumento en la excreción urinaria de bicarbonato y un posterior aumento de pH de la orina (Smart et al., 1979). La solubilidad del fosfato de calcio disminuye en orinas alcalinas, provocando su precipitación.

Concentración CO <sub>2</sub> (mg/L)	Cambios Macroscópicos	Cambios Histológicos	
		Presente	Severo
12	5%	45%	15%
24	10%	55%	13%
55	45%	92,5%	55%

Tabla 1. Cambios a diferentes concentraciones de CO<sub>2</sub> (275 días) (Smart et al., 1979).

## Efecto de la salinidad

De acuerdo a Klykken et al. 2020, la proporción de peces afectados por nefrocalcinosis en los centros que no añaden agua de mar, ronda el 13%, mientras que en los que si añaden agua de mar, llega al 73%. La severidad también se eleva con el aumento de la salinidad. El aumento en la salinidad entregaría una señal confusa al animal con respecto al medio en el que se encuentra (agua dulce o salada), provocando un estrés osmorregulatorio y afectando el equilibrio iónico, lo que conllevaría a la acumulación de depósitos en los riñones.

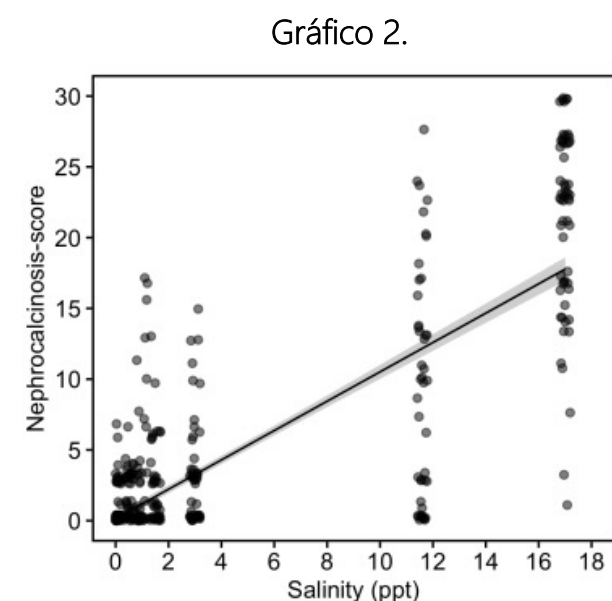
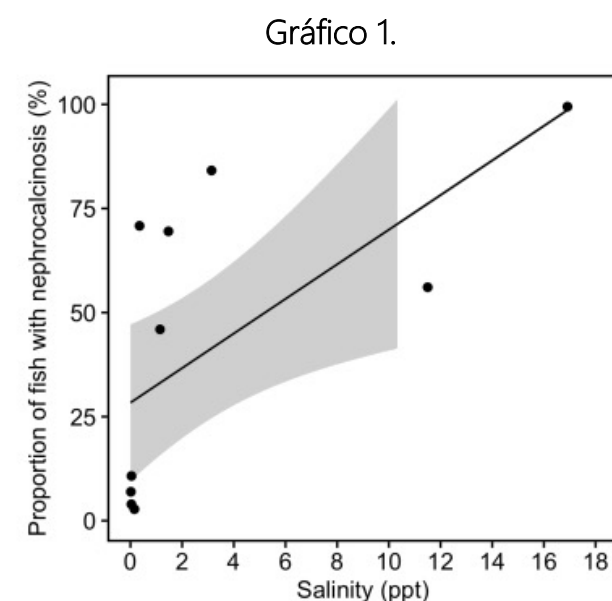


Gráfico 1. Relación entre la proporción de peces con nefrocalcinosis (%) y salinidad en diferentes hatcheries. Cada punto representa 1 centro de cultivo. La línea muestra la regresión lineal con la desviación estándar (p <0.05, R<sup>2</sup>= 0.42) (Klykken et al. 2020).

Gráfico 2. Relación entre el score de nefrocalcinosis y salinidad en diferentes hatcheries. Cada punto representa 1 pez. La línea muestra la regresión lineal con la desviación estándar (p <0.0001, R<sup>2</sup> = 0.53) (Klykken et al. 2020).

## RAS v/s Flujo abierto

En RAS se ha detectado un 48% de prevalencia de nefrocalcinosis, en intensidades leves, mientras que en flujo abierto la prevalencia observada es de un 33%, pero alcanzando intensidades severas (Klykken et al. 2020).

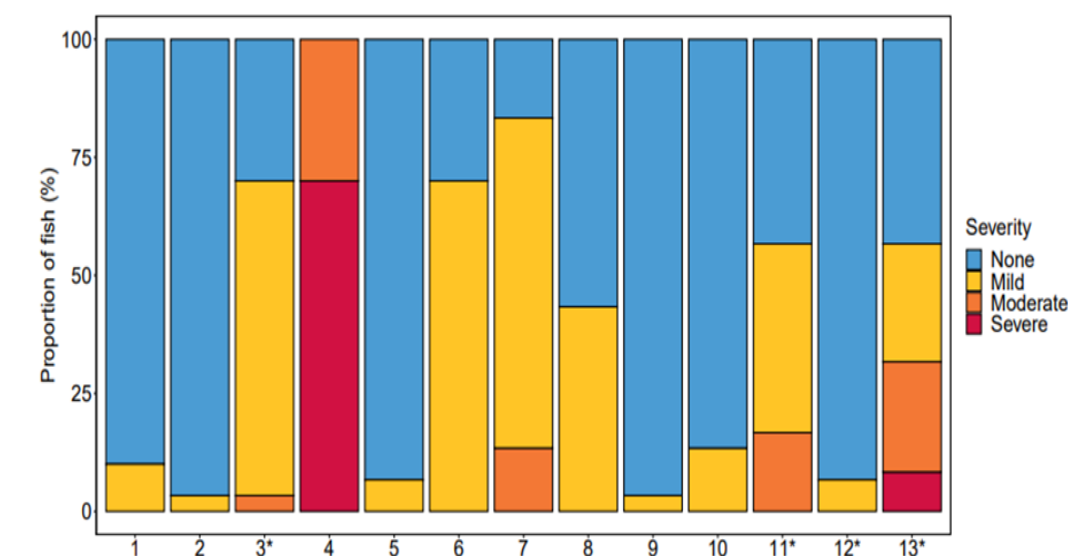


Figura 1. Proporción de peces (%) sin y con nefrocalcinosis distribuidos por severidad en diferentes hatcheries. Sistemas RAS (\*) (Klykken et al. 2020).

## Bioquímica sanguínea

Los peces afectados por formas moderadas y graves de nefrocalcinosis exhiben niveles elevados de calcio, magnesio, glucosa y aspartato aminotransferasa (AST) en plasma, indicando alteración de la osmorregulación y aumento de los niveles de estrés (Klykken et al. 2020).

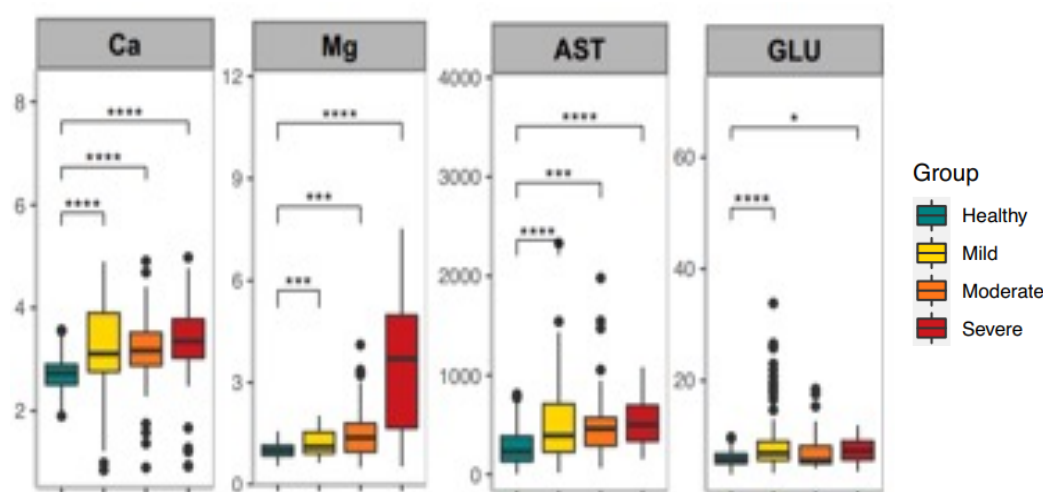


Figura 2. Parámetros de bioquímica sanguínea en salmón del Atlántico con diferentes severidades de nefrocalcinosis, comparados con individuos sanos. Diferencias significativas: \*/\*\*/\*\*\*\*/\*\*\*\*\*. Aspartato aminotransferasa (AST, U/L), Calcio (Ca, mmol/L), Glucosa (GLU, mmol/L), Magnesio (Mg, mmol/L). (Klykken et al. 2020).

## Evolución post transferencia al mar

La proporción de peces con nefrocalcinosis disminuye principalmente después de la transferencia al mar (23% en SW frente a 36% previo a transferencia al mar). Se observa una menor cantidad de peces con grados leves y moderados de nefrocalcinosis (10 % vs. 30 %) en la fase previa a transferencia a SW. Por otra parte, la proporción de peces afectados por formas graves no se modifica después del traslado al mar (Klykken et al. 2022).

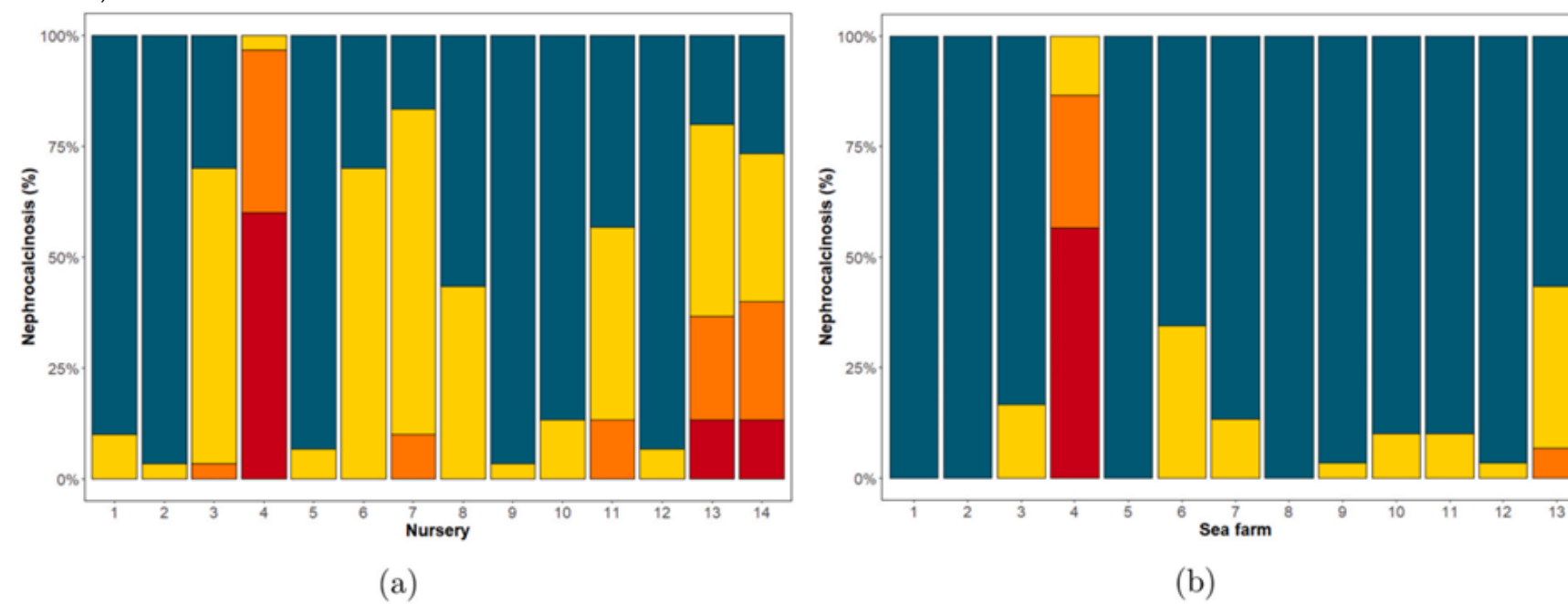


Figura 3. Nefrocalcinosis en a) hatcheries en el área central de Noruega (n=420) y b) centros de engorda receptores en mar (n=390).

Color amarillo indica cambios leves, el naranja indica cambios moderados y el rojo indica cambios severos en el tejido renal a la histología (Klykken et al. 2022).

## Aspectos nutricionales

En el estudio de Hicks et al., (1984) los niveles de calcio renal son significativamente elevados en las truchas alimentadas con dietas elevadas en selenio (dieta 3 con 11.6 µg/g). Es posible que el exceso de selenio compita con el calcio por un mecanismo de absorción de cationes bivalentes, lo que resulta en un aumento de la concentración de calcio dentro del lumen tubular, favoreciendo la precipitación del calcio.

\*Niveles tóxicos de selenio en la dieta (>10 µg/g).

## Signología clínica y hallazgos histopatológicos

Macroscópicamente los peces afectados pueden parecer normales, o demostrar signos de distensión abdominal, exoftalmia variable, petequias en la piel y hemorragias en la base de las aletas. En algunos casos se observa un incremento en la pigmentación de la piel y el ano puede estar protruido. Internamente, se observa ascitis, esplenomegalia y engrosamiento del estómago. El riñón se observa aumentado de tamaño, de coloración grisácea, con superficie irregular con un característico depósito calcáreo blanco que se acumula dentro de los uréteres (Figura 4).



Figura 4. Riñón. Nefrocalcinosis macroscópica.

La técnica de elección para el diagnóstico es la histología, ya que permite la observación de depósitos de calcio tanto, incipientes como, moderados en los túbulos y ductos renales, los cuales no pueden ser evidenciados a través de la observación macroscópica.

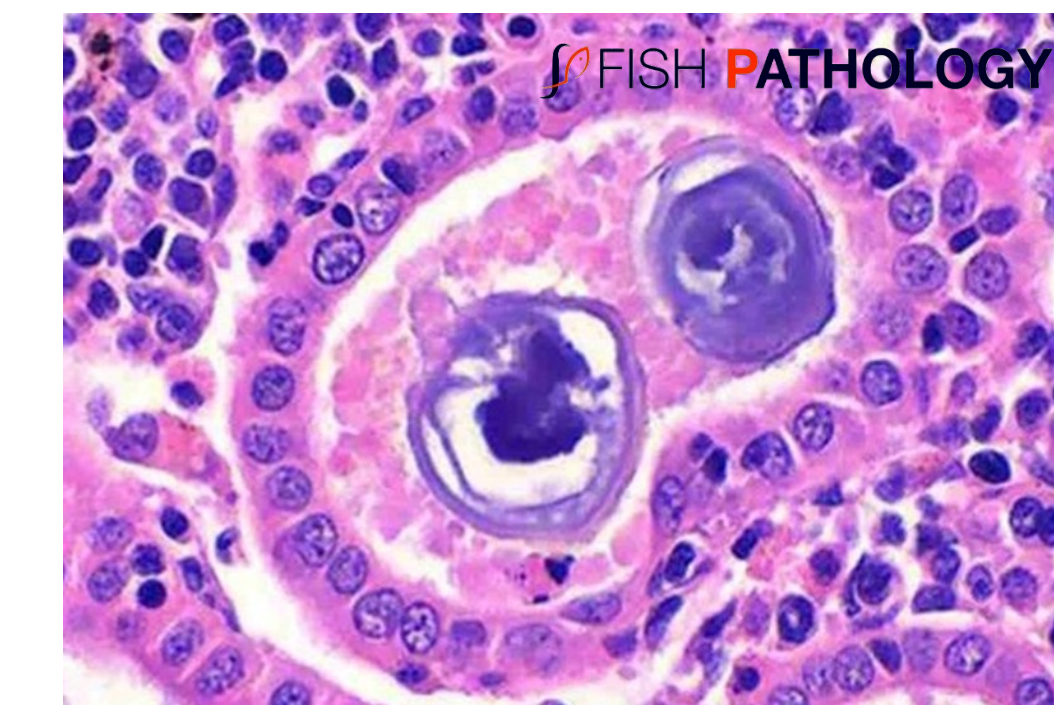


Figura 5. H&E Riñón. Abundantes depósitos de coloración basófila en lumen ductal, consistente con un cuadro de nefrocalcinosis.



Figura 6. Von Kossa Riñón. Reacción positiva a la tinción Von Kossa, indicando la presencia de fosfato de calcio en lumen ductal.