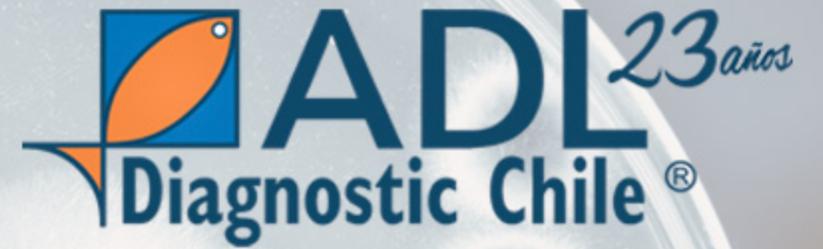


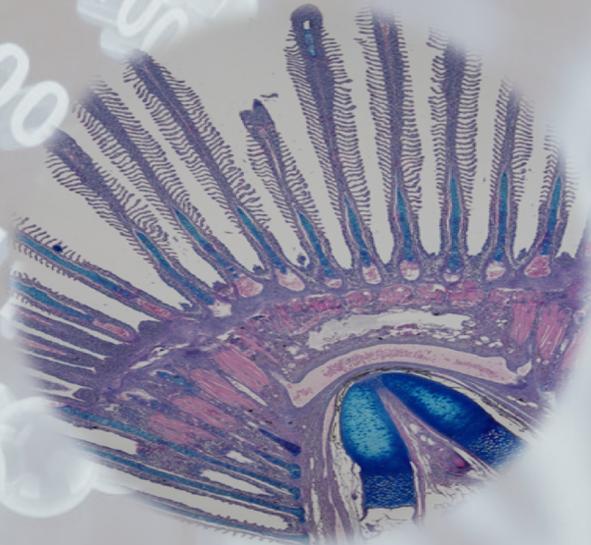
**Nota Técnica N°4**

11 de Mayo 2023



*Somos Experiencia, Compromiso & Innovación*

**EVALUACIÓN ONTOGÉNICA: Una herramienta diagnóstica que aporta valiosa información de procesos que siendo relevantes pueden pasar inadvertidos.**



**Elaborado por:  
Área Asistencia Técnica**

Hablar de Ontogenia en la patología de peces no es algo fácil, mucho menos comprender su importancia y utilidad práctica desde una perspectiva fisiopatológica. La razón es que no estamos familiarizados con estos conceptos y disciplinas. No son nuevos en la medicina humana, pero si pioneras e innovadoras en la salud de los peces.

El trabajo que hemos estado llevando a cabo estos 2 últimos años en relación a Ontogenia, y otras materias relacionadas, no sólo nos ha ampliado la visión y el alcance diagnóstico sino también darnos cuenta que anterior al uso de estas nuevas herramientas no estábamos en algunos casos advirtiendo hallazgos relevantes que nos hubiesen ayudado mucho a entender mejor el problema, a diagnosticar de manera más precisa y por lo mismo a mejorar el pronóstico y las recomendaciones.

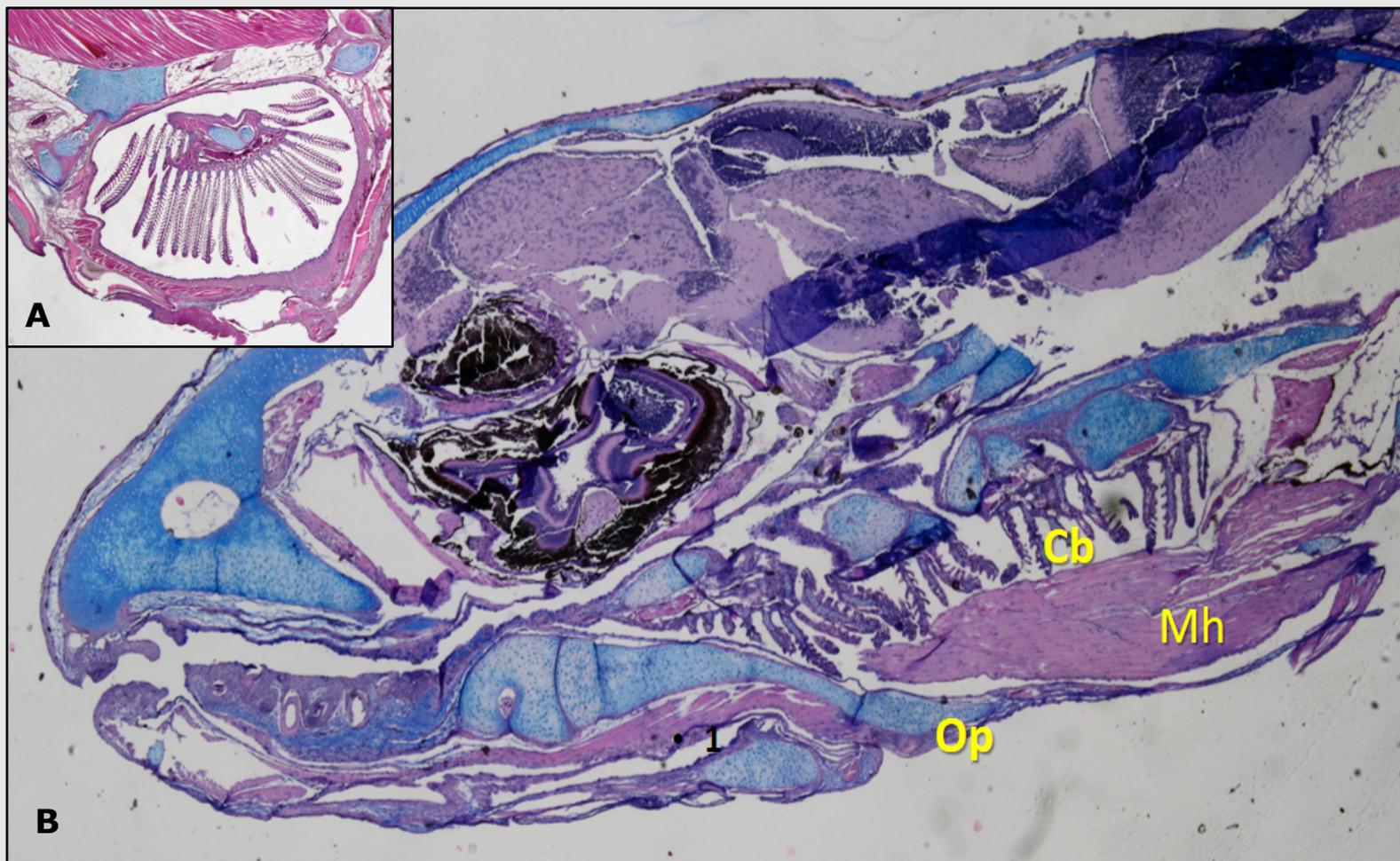
La Ontogenia es un área de la biología del desarrollo que describe los cambios morfológicos de un ser vivo, desde la fecundación hasta el final de su vida. Si bien se cruza en un momento con el desarrollo embrionario, no se queda únicamente ahí, sino que abarca también el estudio de los cambios producidos en estados posteriores del individuo, ya sean celulares, tisulares o anatómicos. Estos cambios, pueden considerarse normales dentro del desarrollo, así como también cambios anormales, y que son desencadenados principalmente por alteraciones ambientales, modificando la activación génica, así como la estructura y funcionalidad de algún tejido, órgano o sistema.

En la medicina poblacional, como es el caso de la acuicultura, la mirada suele casi exclusivamente centrarse en los cambios de naturaleza patológica, vale decir, en aquellas lesiones o trastornos que se producen por la acción de alguna noxa, sea esta biológica (bacterias, virus, parásitos) o no biológica (tóxicos, genéticas, ambientales, etc.), como por ejemplo: tumefacciones, inflamaciones, degeneraciones, necrosis, fibrosis o distintos tipos de proliferaciones celulares, por mencionar algunas. Los tipos o características de las alteraciones, como sabemos, permiten muchas veces construir hipótesis y sospechas acerca de un cuadro clínico específico o enfermedad en particular, ya sea de carácter biológico o no, la que con el apoyo de diversas técnicas, finalmente, en una importante cantidad de veces se hace posible formular un diagnóstico como tal, y en consecuencia un pronóstico de la condición e intervención de la misma.

Es importante señalar que, conforme se generan trastornos o alteraciones que caracterizan una determinada patología, al mismo tiempo el organismo reacciona ante esas amenazas o peligros percibidos desarrollando una serie de complejas respuestas fisiológicas que determinan finalmente la capacidad del individuo de adaptarse o no a la injuria o daño recibido. En este notable proceso, el organismo modifica y adecúa una serie de respuestas y reacciones tisulares, las que están por cierto íntimamente asociadas al tipo e intensidad en que se hayan manifestado, generando cambios fisiológicos y morfológicos, los que se constituyen en la respuesta del organismo frente a ese estresor.

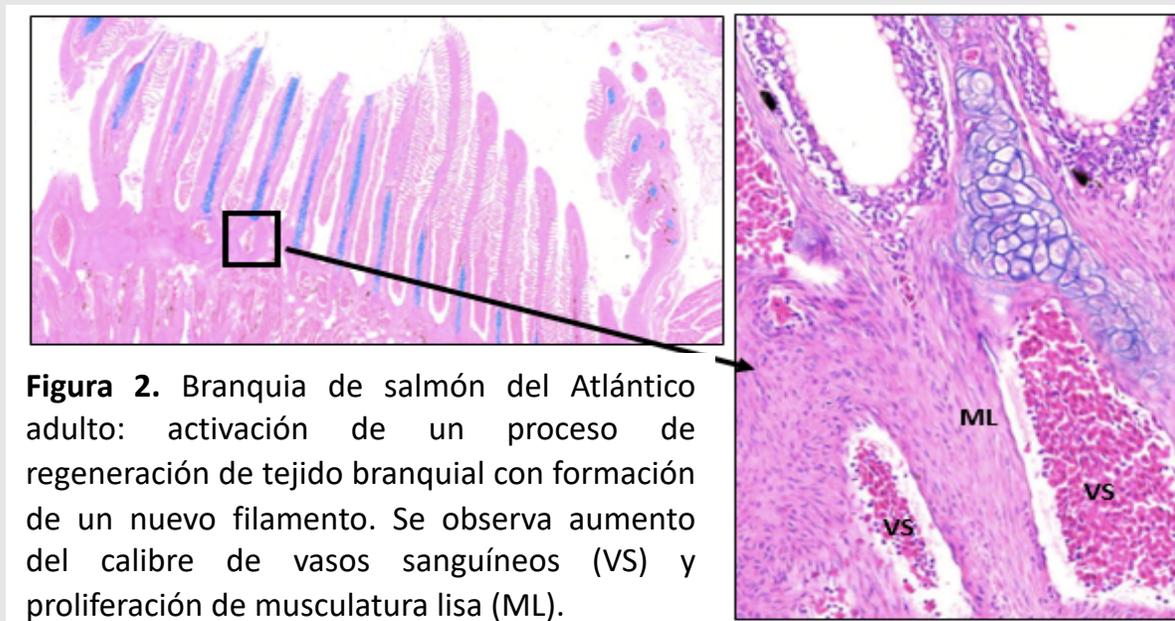
El punto relevante aquí es que, si bien los cambios adaptativos posteriores a un proceso patológico se resuelven normalmente de una forma adecuada y sin consecuencias para la vida del individuo, cabe la posibilidad que éstos no sean compatibles con un adecuado rendimiento productivo posterior (crecimiento, conversión) y deriven en disfuncionalidades importantes no siempre advertidas por la forma en que realizamos el diagnóstico, debido a que los cambios que se presentan no poseen las características convencionales propias de una lesión o alteración patológica propiamente tal, como por ejemplo fibrosis, necrosis, proceso inflamatorio, trastornos vasculares y/o proliferativos, entre otros. En tales casos, lo que se observan son cambios que están dentro de una normalidad celular, es decir, respuestas fisiológicas que se condicen con la normal capacidad de adaptación y reparación, pero que por su naturaleza se traducen y convierten en problemas estructurales y funcionales, que impiden la normal expresión genética productiva del individuo, limitando sus capacidades, lo que se traduce finalmente en pérdida.

Como ejemplo, en la Figura 1, se muestran deformaciones presentes en alevín de salmón del Atlántico tras un evento ambiental que generó elevada mortalidad en el lote. Como se aprecia, existe en parte de los sobrevivientes una reducción de la capacidad volumétrica para el intercambio gaseoso, que posiblemente no incidirá en la vida del pez, pero sí generará probablemente un individuo con limitaciones productivas.



**Figura 1.** Deformación en cavidad opercular en Alevín (peso aprox 7 g). A: cavidad opercular normal. B: Se observa reducción de la cavidad branquial (Cb) debido al crecimiento de la musculatura hipoaxial (Mh), la cual se va introduciendo en el espacio entre branquias y el óperculo (Op), disminuyendo el volumen para un óptimo intercambio gaseoso

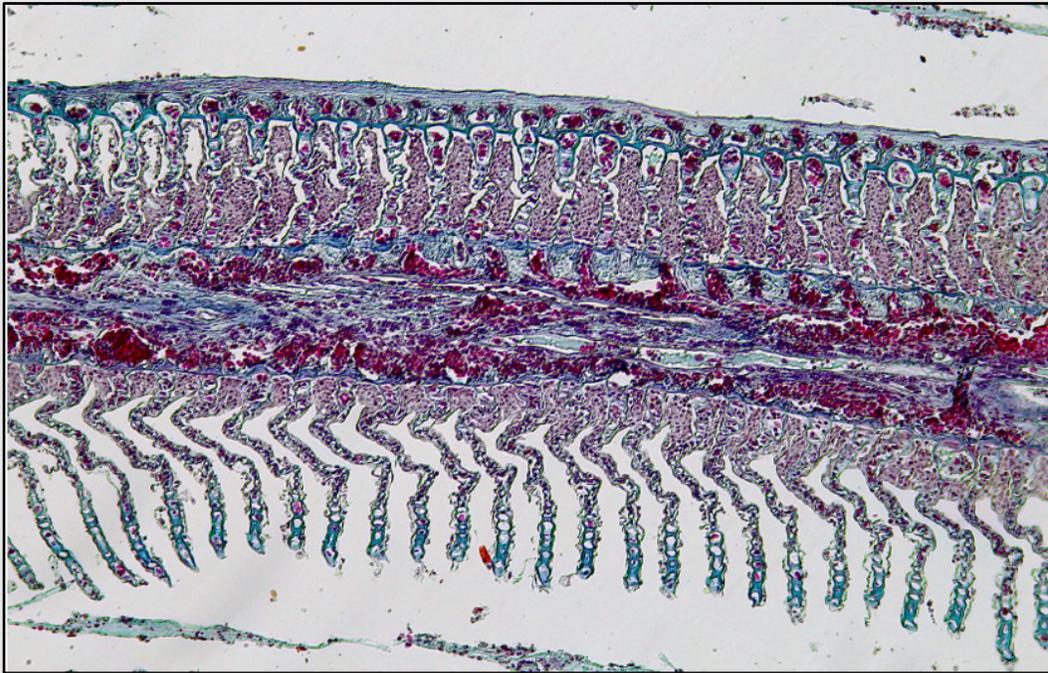
Lo relevante es que situaciones de este tipo también repercuten y son observables a otros niveles, como en branquias y aletas, donde se activan procesos de regeneración (Figuras 2 y 3) que paradójicamente lo afectan a sí mismo y que pueden ser reversibles si las condiciones lo permiten, de lo contrario persisten. La Ontogenia, que permite realizar la evaluación en el tiempo, evalúa la evolución, de manera de saber si la reversibilidad se expresó de buena forma y recuperó toda su viabilidad productiva o, en caso contrario, esta fue nula o mínima, lo que genera un pronóstico reservado o desfavorable en términos productivos.



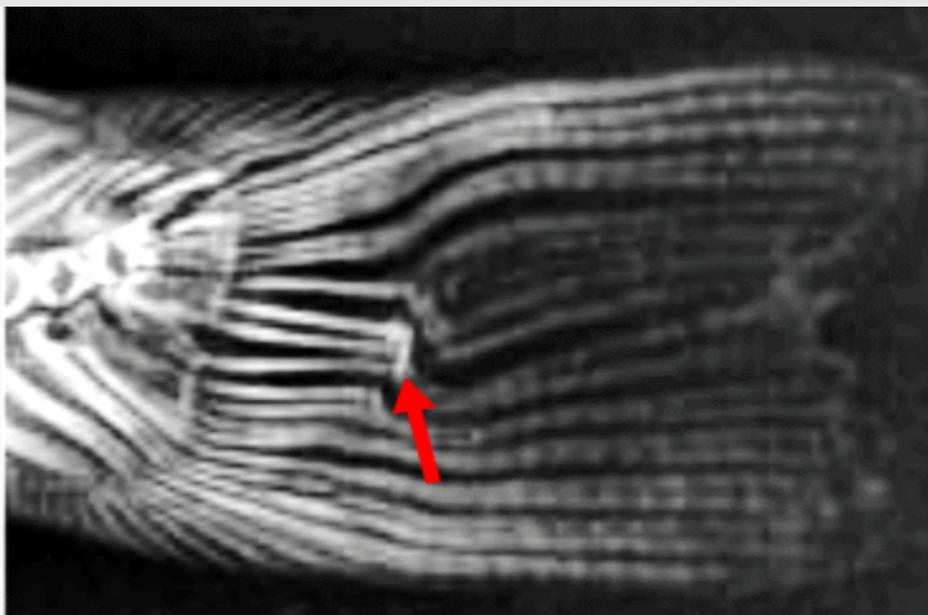
**Figura 2.** Branquia de salmón del Atlántico adulto: activación de un proceso de regeneración de tejido branquial con formación de un nuevo filamento. Se observa aumento del calibre de vasos sanguíneos (VS) y proliferación de musculatura lisa (ML).

).

En este sentido, es preciso recalcar que mientras más jóvenes son los individuos expuestos a condiciones ambientales adversas o subóptimas y mientras más dure la exposición, más intensas suelen ser las expresiones de respuesta regenerativa que podrían terminar finalmente convirtiéndose, por ejemplo, en deformaciones, desmejorándose el pronóstico ya que el nivel de respuesta regenerativa va perdiéndose con la edad (Figura 3).



**Figura 3.** Branquia de salmón del Atlántico reproductor. Se observa la típica respuesta proliferativa del epitelio branquial, caracterizada por hiperplasia y fusión lamelar. No obstante, a pesar de existir un alto incremento en la cantidad de vasos sanguíneos (angiogénesis), no se evidencian cambios tisulares propios de un proceso regenerativo branquial.



**Figura 4.** Aleta caudal alevín. La flecha indica desviación en lepidotriquiass, componentes de la estructura ósea de la aleta caudal. Esta deformación se asocia a eventos de hipoxia tisular que pueden ser correlacionadas con alteraciones en otras estructuras como las branquias.

Como se observa en la foto (Figura 4), la estructura regenera, pero se mantiene un registro orgánico permanente que permitirá en el futuro (ej. smolt, engorda) una evaluación radiológica e histológica complementarias para evaluar el nivel de daño y exposición de los peces a condiciones detrimentales. Lo relevante de la Ontogenia, como en este caso, al complementarse con las otras técnicas, es que analiza el presente, se va al pasado a buscar su origen morfológico y/o embriológico y se mueve al futuro para generar un pronóstico, contribuyendo de manera importante al esclarecimiento de potenciales hechos y trazabilidad.

En ADL, como hemos comentado, llevamos más de 2 años trabajando estas temáticas, “construyendo puentes” y asociaciones entre lo productivo, clínico, patológico, fisiológico y ontogénico. Para esto hemos implementado un trabajo colaborativo con las Dras. Mariana Rojas, Méd. Vet. PhD y Carolina Smok, Méd. Vet. PhD (cand), reconocidas investigadoras y académicas de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, y mediante una alianza estratégica con el laboratorio S&R Lab, quienes nos han aportado su conocimiento técnico y experiencia hemos podido implementar metodologías innovadoras que permiten una nueva y potente aproximación al diagnóstico. De esta forma hemos ido ganando experiencia a través del análisis de diversos casos, parte de ellos de elevada complejidad, y con el aporte complementario de la histopatología y la Ontogenia, interpretar los resultados desde una perspectiva más amplia, usando lo mejor de cada técnica y especialista, y de este modo entregar información con base científica, novedosa y práctica que permita aportar a la toma de decisiones tanto sanitarias como productivas.