

**Agencia  
Nacional de  
Investigación  
y Desarrollo**

Ministerio de Ciencia,  
Tecnología, Conocimiento  
e Innovación

**Nombre proyecto:** Esconder, buscar y discriminar bajo el agua: caracterización con imágenes hiperespectrales de especies de peces pelágicos chilenos

**Código proyecto:** ACT210073

**Institución Principal:** Universidad de Concepción

**Nombre director:** Jorge Pezoa Núñez

**Resumen:**

La zona pelágica (fótica) del océano es un entorno particularmente difícil para las especies de presa porque no hay objetos detrás o contra los cuales esconderse. Los peces han desarrollado varios mecanismos crípticos para esconderse de los depredadores visuales, como la transparencia, el espejo, la coloración del camuflaje y la contra iluminación. En la zona pelágica, los peces interactúan con la luz en las bandas ultravioleta (UV), visible (VIS) e infrarroja cercana (NIR) del espectro electromagnético. Las especies de peces pelágicos, cuya morfología externa presenta un color plateado o metálico, reflejan la luz ampliamente en todo el espectro y sin polarización, independientemente del ángulo de incidencia. Estas adaptaciones confieren a los peces pelágicos un camuflaje supremo contra los depredadores visuales. Sin embargo, las condiciones oceanográficas son altamente variables tanto espacial como temporalmente, particularmente en el escenario futuro de cambio climático. Estas condiciones afectan las propiedades ópticas del agua de mar (la atenuación y absorción de la luz) en la zona pelágica, lo que puede alterar la eficacia del camuflaje de los peces pelágicos. Por otra parte, las propiedades de transmisión de luz del agua de mar en Chile no han sido evaluadas hasta la fecha.

A escala global, Chile es un actor importante donde alrededor del 40% de las capturas globales de pesca en aguas nacionales se realizan en Chile. Además, la pesca pelágica representa el 92% del total de 1,9 millones de toneladas de desembarques de peces chilenos. La región del Bío-Bío es la zona de pesca más importante de Chile y concentra alrededor del 60% de los desembarques de peces pelágicos. La pesquería pelágica está compuesta por alrededor de 40 especies, cuya identificación es crucial para estimar las cuotas de pesca. A nivel mundial, no hemos logrado gestionar de forma sostenible las poblaciones de peces y la mayoría de ellas están clasificadas como sobreexplotadas, lo que destaca la necesidad del uso de tecnología para respaldar las políticas gubernamentales de gestión de stocks pesqueros. Sostenemos que los sistemas de visión hiperespectral son capaces de distinguir especies pelágicas explotando la propiedad de los peces pelágicos de reflejar la luz en todo el espectro, sin polarización e independientemente del ángulo de incidencia de la luz.

**Agencia  
Nacional de  
Investigación  
y Desarrollo**

Ministerio de Ciencia,  
Tecnología, Conocimiento  
e Innovación

En esta propuesta de investigación multidisciplinaria, nuestro objetivo es desarrollar conocimientos científicos fundamentales sobre las interacciones entre las propiedades de transmisión de luz de la columna de agua de mar y la morfología externa de las especies de peces pelágicos chilenos, y cómo el resultado funcional de tales interacciones específicas de especies podría cambiar ligeramente bajo diferentes condiciones oceanográficas naturales, lo que hace que los peces pelágicos sean más vulnerables a los depredadores. También intentaremos divulgar conocimientos científicos fundamentales sobre las propiedades de reflectancia de los peces pelágicos, mediante la combinación de imágenes híperspectrales y algoritmos de aprendizaje automático, para discriminar entre diferentes especies de peces pelágicos. Por último, aplicaremos los conocimientos científicos antes mencionados para desarrollar sistemas de visión artificial robustos y precisos para discriminar especies pelágicas de interés económico en Chile, las cuales están sujetas a cuotas de control de captura.

Para ello, caracterizaremos, utilizando la incomparable tecnología de imagen híperespectral (HSI) en las regiones espectrales VIS y NIR (400 a 1000 nm), la morfología externa de las especies de peces pelágicos chilenos. En este Proyecto consideraremos hasta 20 especies de peces diferentes, las cuales están sujetas a cuotas de captura o control de captura por parte del gobierno chileno en la Región del Bío-Bío. Además, mediremos las propiedades de absorción y atenuación de la luz de la columna de agua en la región costa afuera del Bío-Bío, ya que dichas 5 propiedades varían con los elementos y partículas disueltos dentro de la columna de agua, como el oxígeno disuelto, el dióxido de carbono y la salinidad. Las condiciones de la columna de agua de mar en alta mar del Bío-Bío son muy variables debido al afloramiento estacional (principalmente en verano) de las aguas de la zona de mínimo de oxígeno, que son pobres en oxígeno y altas en dióxido de carbono. Además, el río Bío-Bío es uno de los más grandes de Chile y diluye el agua de mar poco profunda con descargas de agua dulce de ~ 1.600 m<sup>3</sup> / s en invierno. Además, las propiedades de la luz de transmitancia de la columna de agua de mar también varían a diferentes profundidades de la zona pelágica (gradiente batimétrico) y diferentes distancias a la costa (gradiente costa-oceánico), a lo largo del año. En consecuencia, la correlación entre las propiedades físico-químicas a través de la columna de agua de mar, su espectro de transmitancia de luz y la caracterización espectral de la morfología externa de las especies de peces pelágicos chilenos nos permitirá evaluar el desempeño del camuflaje natural de dichas especies bajo condiciones ambientales relevantes, y condiciones oceanográficas cambiantes. Esta información permitirá una caracterización completa de la morfología externa de las especies pelágicas chilenas en su hábitat marino. Además, dicha caracterización nos permitirá revelar características espaciales y espirituales clave que la morfología externa de los peces ha desarrollado para esconderse de los depredadores visuales.

**Agencia  
Nacional de  
Investigación  
y Desarrollo**

Ministerio de Ciencia,  
Tecnología, Conocimiento  
e Innovación

Además, la tecnología HSI se utilizará para extraer firmas espaciales y espectrales adecuadas, lo que, junto con algoritmos de aprendizaje automático de última generación, permitirá el desarrollo de sistemas de visión artificial robustos y precisos para discriminar especies de peces pelágicos económicos. interés en Chile. Estas firmas espaciales y espectrales probablemente serán de interés tanto para la industria pesquera como para las autoridades de control de capturas, mejorando así la gestión de los peces y el manejo de especies pelágicas amenazadas y en peligro de extinción.

En este proyecto también pretendemos enfocarnos fuertemente en la formación de jóvenes investigadores (postdocs y estudiantes de posgrado) promoviendo el trabajo multidisciplinario, desarrollando nuevos cursos y líneas de investigación multidisciplinares, fortaleciendo tres programas de doctorado y magíster y desarrollando transferencia tecnológica a SERNAPESCA, la autoridad nacional de control de capturas de pesca. Aumentaremos la capacidad de nuestro trabajo de investigación mediante la compra de equipos de última generación y la realización de investigaciones en estrecha colaboración con el Millennium Institute of Oceanography y The Biotechnology Center en Chile y la Universidad de California San Diego y la Universidad del País Vasco en el extranjero. Cabe destacar, por último, que esta propuesta considera un programa de divulgación nacional e internacional orientado a nuestra comunidad y a la industria, el cual estará enfocado en la conciencia tecnológica y científica.