

# Resumen

Las técnicas acústicas se han convertido en las últimas décadas en las herramientas más apropiadas para la estimación de biomasa en el sector pesquero. Esto es debido a que las ondas acústicas son las únicas que pueden utilizarse para teledetección en el medio acuático, por su baja atenuación, comparadas con las ondas electromagnéticas, que son las usadas habitualmente en comunicaciones a larga distancia en la atmósfera. Las ecosondas ultrasónicas permiten muestrear la columna de agua y cubrir grandes extensiones de océano mediante campañas de muestreo realizadas por buques oceanográficos, ofreciendo información de las poblaciones de peces de interés comercial.

Por otro lado, como consecuencia de la sobreexplotación de los recursos pesqueros y para cubrir la demanda creciente para su consumo, se ha desarrollado como alternativa a la captura, la producción piscícola. Aunque hay diversas especies que se crían en cautividad, en España podemos destacar tres en particular, por el alto impacto económico y grado de implantación: Dorada (*Sparus aurata*), lubina (*Dicentrarchus labrax*) y atún rojo (*Thunnus thynnus*). La aplicación de las técnicas desarrolladas en el campo de la acústica de pesquerías para el control y estimación de la biomasa en jaulas flotantes, es una demanda del sector acuicultor. Sin embargo, diferentes problemas relacionados con la geometría de la aplicación y las altas densidades de peces con las que se trabaja en acuicultura intensiva, han dificultado la aplicación directa de las mismas.

Los avances en el estudio de la biomasa o en la clasificación de especies han ido en paralelo con el desarrollo de los sistemas sonar y ecosondas usados para este tipo de aplicaciones, y particularmente con la evolución de los transductores ultrasónicos empleados. La frecuencia de trabajo, la potencia de emisión, el ancho de banda, así como la directividad son factores clave en los métodos acústicos aplicados a la pesca.

Además, otras vertientes de investigación están adquiriendo mayor relevancia en este sector, como por ejemplo, el estudio de la generación no lineal paramétrica de sonido. Esta generación o efecto paramétrico, producido en el medio, se ha enfocado hasta ahora especialmente en batimetrías o en la

clasificación del subsuelo oceánico, por ofrecer frecuencias de trabajo mucho más bajas con la misma directividad que el haz generado a alta frecuencia. Actualmente, se estudia su viabilidad para ser aplicado a pesquerías o a acuicultura, debido a la posibilidad de trabajar a varias frecuencias con un mismo transductor, presentando éstas las mismas características de radiación, lo que no es posible en el régimen lineal.

Esta tesis presenta el diseño de un transductor de ultrasonidos para la estimación de biomasa con unas características específicas. Demostrando, además, la capacidad de éste para poder trabajar en régimen no lineal con aperturas adecuadas para su uso en aguas poco profundas o en jaulas de acuicultura.

En el capítulo 2 se presenta información general sobre las ondas de ultrasonidos y el medio por donde se propagan, así como una introducción a la generación no-lineal. Conceptos generales sobre la generación de los ultrasonidos y el diseño se presentan en el capítulo 3.

En el capítulo 4, se muestran los modelos numéricos utilizados para afianzar los resultados experimentales presentados durante la tesis.

El capítulo 5 recoge el diseño del transductor, que englobará todos los procesos, desde la caracterización de los materiales, hasta el montaje, puesta en marcha y simulación de los prototipos creados.

Para finalizar el capítulo 6 presenta el comportamiento de los prototipos en régimen no lineal y su viabilidad para estimar biomasa de diferentes especies en aguas poco profundas