



Defensa de Tesis Doctoral

~~Defensa~~ el Mié, 01/10/2025 - 14:00

Tesis Doctoral Lagunas de Sierra NevadaPaleolimnologíaTeledetección

Ecological status of high mountain lakes: paleolimnological and satellite-based analysis across different spatiotemporal scales

Doctoranda: Joana Llodrà Llabrés

Directores: Carmen Pérez Martínez y Domingo Alcaraz Segura

- Sala ENIAC, Edificio Mecenass, Campus Fuentenueva
- Miércoles 1 de octubre de 2025
- 11:00 horas



Esta Tesis analiza cómo el cambio global está afectando a las lagunas de alta montaña en la región mediterránea, centrándose en Sierra Nevada (España). Estos ecosistemas son especialmente sensibles al aumento de temperaturas, la reducción de agua disponible y las deposiciones de polvo sahariano. El objetivo principal es comprender mejor las dinámicas ecológicas de estas lagunas en contextos históricos y actuales, utilizando dos enfoques principales: la teledetección para el monitoreo casi en tiempo real de la clorofila-a y la paleolimnología para reconstruir cambios ecológicos a lo largo de siglos y milenios.

El Capítulo 1 presenta una revisión del uso de imágenes del satélite Sentinel-2 para monitorear la clorofila-a, un indicador clave de la calidad del agua. Aunque este satélite no fue diseñado específicamente para entornos acuáticos, ofrece buena resolución espacial y temporal. Se evaluaron diversos índices espectrales, métodos de corrección atmosférica y protocolos de campo, concluyendo que las bandas roja y

del borde rojo fueron las más eficaces. Se destaca también la necesidad de estandarizar los muestreos y de incorporar conocimientos ecológicos, especialmente en el análisis de lagunas pequeñas, muchas veces ausentes en bases de datos globales.

El Capítulo 2 desarrolla modelos de estimación de clorofila-a a partir de datos de Sentinel-2, Planet y WorldView-3. Los modelos se construyeron usando datos de campo de cinco lagunas durante tres años, probando hasta 86 índices espectrales. Sentinel-2 y Planet ofrecieron mejores resultados que WorldView-3, especialmente usando bandas verdes e infrarrojo cercano. También se abordó el “efecto de adyacencia”, recomendando una distancia mínima de 40 metros desde la orilla para los muestreos. Sin embargo, las intensas deposiciones de polvo sahariano en 2022 y 2023 incrementaron los sólidos en suspensión, afectando negativamente el rendimiento de los modelos y evidenciando la necesidad de incorporar la variabilidad climática en los modelos.

El Capítulo 3 utiliza un testigo de sedimento de la laguna del Borreguil para analizar los cambios en la comunidad algal en los últimos 430 años. Se identificaron dos aumentos importantes en la biomasa algal: uno hacia 1800 y otro, más marcado, después de 1970, vinculados al calentamiento, la reducción de precipitaciones y el aumento del fósforo atmosférico. Estas condiciones favorecieron a cianobacterias y criptofitas resistentes al calor y la radiación UV, mientras que las diatomeas disminuyeron. Las cianobacterias fijadoras de nitrógeno aparecieron solo después de los años 70, señalando un cambio ecológico.

El Capítulo 4 analiza datos paleoambientales de la laguna del Río Seco en los últimos 21.000 años. Las comunidades de diatomeas mostraron cinco grandes transiciones ecológicas, impulsadas por cambios en temperatura y disponibilidad de agua. Desde hace unos 1500 años, el aumento de aridez, alcalinidad y polvo sahariano han provocado alteraciones importantes.

En conjunto, esta Tesis demuestra que el cambio climático y los aportes atmosféricos están transformando significativamente estos ecosistemas, afectando tanto la química del agua como la biología. La integración de teledetección y paleolimnología proporciona un marco útil para monitorear y gestionar estas lagunas vulnerables en un entorno cada vez más cambiante.