



Efectos del cambio climático en los ecosistemas acuáticos y terrestres de alta montaña de Sierra Nevada mediante el análisis del registro fósil en los sedimentos

Entidad en la que se desarrolla el proyecto: Universidad de Granada

Investigadora Principal: Carmen Pérez Martínez - Universidad de Granada

Parque Nacional donde se ubica el estudio: Parque Nacional de Sierra Nevada

Palabras clave: Cambio climático, registro fósil, sedimentos, ecosistemas, alta montaña, historia de la vegetación, análisis polen, historia del clima, incendios, holoceno, antropoceno, diatomeas, cladóceros, índice NAO.

Organismo cofinanciador: Organismo Autónomo Parques Nacionales

Inicio: 17/12/2007 - **Fin:** 30/05/2011

SINOPSIS

En este proyecto se analizan los sedimentos de la laguna alpina de Río Seco en Sierra Nevada con un doble objetivo: la reconstrucción de la historia de la vegetación y de los incendios en Sierra Nevada durante el Holoceno y el análisis de los cambios sufridos en la propia laguna y su cuenca durante el Antropoceno. En ambos casos se presta especial atención a los cambios derivados de variaciones climáticas.

La datación obtenida de los testigos de sedimento indican que la edad de formación de estos humedales es postglacial u Holocena -últimos 11.000 años- y que la vegetación responde a cambios globales de temperatura y precipitación durante este periodo. El Holoceno temprano está caracterizado por la expansión de *Pinus*, y sugiere un calentamiento del clima hasta los 7 ka, cuando se alcanza el máximo térmico del Holoceno. La aridificación es evidente durante el Holoceno medio y tardío, a partir de 5,7 ka, con la reducción de bosques templados (*Pinus*, *Quercus perennes* y *Betula*) y el incremento de especies de pastizales (*Artemisia*, *Juniperus*, *Ephedra* y *Chenopodiaceae*). El impacto humano en la zona es relativamente pequeño existiendo evidencias de pastoreo por la presencia del hongo *Sporormiella*, que está asociado a las heces de ganado, e incrementos en plantas típicas de pastos (*Rumex* y *Plantago*) que se intensifican a partir de 2,8 ka. Es clara la presencia de la agricultura en los registros desde hace 250 años con el cultivo de *Olea*. Los incendios son muy moderados, pero comunes durante todo el Holoceno. El incremento desde 3.7 ka a 3.9 ka hasta la actualidad evidencia que es una señal regional relacionada principalmente con la expansión de la población humana.

Durante los últimos 200 años se observan cambios significativos en la laguna de Río Seco que comienzan a principios del siglo XX y se acentúan a partir de



la década de los 60, de manera que tanto la comunidad de diatomeas como la de cladóceros y quironómidos actual difiere considerablemente de la existente durante el siglo XIX y principios del XX. Estos cambios se correlacionan con variaciones experimentadas en la temperatura del aire en Sierra Nevada y en el índice NAO desde 1856 y se explican través del efecto de estas variables sobre el nivel de agua y extensión superficial de la laguna y sobre el ambiente químico de la misma, principalmente los valores de alcalinidad y la disponibilidad de calcio.

**ALGUNOS FRAGMENTOS QUE NOS PUEDEN ACERCAR AL CONTENIDO
DEL PROYECTO**

Los ecosistemas acuáticos alpinos y polares se consideran especialmente sensibles al calentamiento climático y pueden servirnos de torres de vigía en el seguimiento del cambio climático global. En Sierra Nevada existen un variado conjunto de lagunas alpinas situadas entre los 2700 y 3000 msnm aproximadamente, sobre las que no poseemos información relativa a los cambios acaecidos a largo plazo.

La evaluación de los efectos de los cambios antropogénicos y climáticos en los ecosistemas requiere el uso de bases de datos extensas en el tiempo. En la mayoría de los casos, la ausencia de éstas impide determinar de manera directa la variabilidad de los cambios ambientales pasados y el seguimiento de su trayectoria. Para la generalidad de los sistemas, la paleoecología puede proporcionar esta información. La huella de los cambios climáticos puede quedar registrada en el sedimento de los lagos a través de los restos de organismos (polen, carbones, restos silíceos, cladóceros, etc.) y cambios en la composición del sedimento. La datación de los distintos estratos de los sedimentos y el análisis de diversas variables físico-químicas y biológicas a lo largo del tiempo nos permite realizar una «reconstrucción» de las condiciones del lago y las características de la comunidad biológica del pasado.

La laguna de Río Seco, de origen glaciar y situada a 3.040 m sobre el nivel del mar en Sierra Nevada, es una pequeña laguna (0,42 ha), oligotrófica y somera ($Z_{\max}=2,90\text{m}$) que se asienta sobre una cuenca de captación de 9,9 ha parcialmente cubierta de vegetación (15% aprox.) típica de alta montaña denominada localmente «borreguiles», compuesta mayoritariamente por briófitos (*Sphagnum* sp.) y gramíneas (*Nardus stricta*). Río Seco permanece cubierta de hielo y nieve desde octubre-noviembre hasta junio-julio, con importantes diferencias interanuales. La laguna preserva en el archivo de sus sedimentos al menos 11,5 ka de cambio ambiental, no solo de paleovegetación sino también de historia de los incendios, cambios en el nivel del agua e impacto humano, en una región donde existen pocos sistemas con un continuo registro del Holoceno. En este estudio se analizan diferentes variables en testigos de sedimento de la laguna con dos objetivos principales: establecer la historia de la vegetación, incendios y clima durante el Holoceno y reconstruir los cambios sufridos en dicho ecosistema acuático y su cuenca durante el Antropoceno, i.e. los últimos 200 años.



INVESTIGANDO Y CONOCIENDO: ECOLOGÍA DENDROECOLOGÍA, PALEOECOLOGÍA, ECOFISIOLOGÍA

Se utilizó la estratigrafía de polen, carbones y macrofósiles para determinar los cambios en la vegetación y su relación con la variabilidad climática durante el Holoceno y con los cambios registrados a elevaciones menores, para establecer la historia de los incendios y su concordancia con los cambios en la vegetación y clima, y para analizar el registro de la actividad humana en la región.

Se recurrió a la estratigrafía de diatomeas, cladóceros y quironómidos para establecer los cambios registrados en la propia laguna relacionándolos con cambios en el clima y en índices globales de circulación atmosférica como el índice NAO. De manera general podemos destacar que la biota de la laguna de Río Seco sufre importantes cambios en el siglo XIX que se acentúan a partir de los años 60. Estos cambios se observan en quironómidos, diatomeas y cladóceros. Es destacable que los cambios más importantes en quironómidos y diatomeas ocurren alrededor de los años 60 del pasado siglo mientras que en cladóceros se observan más tarde, a mediados de los años 70.

Los cambios observados desde principios del siglo XIX y especialmente desde los años 60 en las diatomeas y quironómidos puedan atribuirse a un incremento de temperaturas mientras que la acentuación de estos cambios y especialmente el observado en los cladóceros desde los años 70 sea el resultado de dicho incremento de temperaturas y del notable aumento observado en el índice NAO. Es fundamental comprender, en lo posible, la contribución relativa de las deposiciones saharianas, las variaciones climáticas gobernadas por el índice NAO y el calentamiento global a los cambios observados.

El estudio de los sedimentos de sus lagunas, como archivo histórico de la región, se muestra como una herramienta eficaz para conocer la variabilidad natural de los sistemas ecológicos y la respuesta de los mismos a cambios en el pasado tanto en escala de tiempo largas (Holoceno) como más cortas (Antropoceno). Estos hechos resultan imprescindibles en la gestión en el presente y en el futuro del Parque nacional de Sierra Nevada.