

9. Biodiversidad aparente y oculta en humedales de alta montaña

Josep M. Ninot Sugrañes¹, Aaron Pérez Haase^{1,2}, Oriol Grau³, Eulàlia Pladevall¹, José Luis Benito Alonso⁴, Víctor Lecegui¹, Marc Vez¹ y Amparo Carrillo¹

¹ Institut de Recerca de la Biodiversitat, Universitat de Barcelona

² Grup d'Ecologia Aquàtica, Universitat de Vic-Universitat Central de Catalunya

³ Global Ecology Unit, CREA-FCM-CSIC-UAB, Cerdanyola del Vallès

⁴ Jolube Consultor Botànic y Editor. Jaca (Huesca)



Interés de los humedales

Los humedales constituyen hábitats singulares en la alta montaña, y particularmente en áreas donde dominan las rocas calizas, tanto por lo abrupto del relieve como por la escasez de aguas superficiales. Solo en casos especiales, tales como fondos de circos glaciares u otros rellanos alrededor de cursos de agua, se observan sistemas relativamente extensos (Figura 1). Pero más frecuentemente se trata de pequeñas manchas de pocos metros cuadrados, alrededor de riachuelos, fuentes o surgencias de vertiente.



Figura 1. Sistema hidroturboso en Aguas Tuertas, con distintas comunidades formando un mosaico complejo.

Los humedales se caracterizan por mantener un nivel freático más o menos superficial, al menos la mayor parte del año. Esta característica representa un reto para la vida de las plantas, ya que sus raíces deben soportar la falta o escasez de oxígeno, y también condiciona en el mismo sentido los organismos del suelo. Es por ello que en los humedales los restos vegetales se descomponen muy lentamente, y se acumulan en forma de turba.

Las comunidades vegetales de humedal están formadas por plantas herbáceas y musgos adaptados a vivir en suelos anegados, y generalmente son especies ecológicamente muy restringidas a dichos ambientes. Es por ello que la mayoría de especies de humedal forman poblaciones reducidas, y con frecuencia muy distanciadas entre ellas. Buena parte de estas especies, singulares y raras, y también los hábitats que forman, son objetivo prioritario de conservación a nivel local, regional y europeo.

Más allá de plantas vasculares y musgos, una gran diversidad de organismos poco visibles o microscópicos viven también en los humedales de forma preferente o exclusiva: diatomeas, hongos, bacterias, pequeños invertebrados, etc. Estos colectivos, lógicamente más desconocidos, se denominan a veces genéricamente biodiversidad oculta (Pärtel, 2014), y se asume que van asociados de algún modo a la biodiversidad más aparente, constituida sobre todo por plantas vasculares y musgos.

En un contexto de cambio climático, que conlleva mayores irregularidades tales como sequías de verano, y probablemente menos precipitación en general, es lógico prever que los hábitats de humedal están sujetos a una presión creciente. Ello supone un importante reto para su conservación, y más en áreas protegidas.

Es por ello que cooperamos en un proyecto de investigación financiado por el Organismo Autónomo Parques Nacionales (Ecosistemas acuáticos de alta montaña: refugio de biodiversidad oculta y centinelas del cambio global, BIOOCULT) con el objetivo genérico de profundizar en el conocimiento de los ecosistemas de humedal de los cinco parques nacionales que incluyen paisajes de alta montaña. Para ello, además de documentar la biodiversidad global de estos ecosistemas por procedimientos ya ampliamente usados, utilizaremos herramientas moleculares para generar un árbol de la vida de eucariotas de los humedales de alta montaña (lagos, ríos y turberas) y para reconstruir las comunidades en muestreos paleolimnológicos, a partir de sondeos en turberas.

Dentro del marco general del proyecto mencionado, en esta comunicación comentamos el muestreo de turberas en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y su zona periférica (PNOMP en adelante), realizado en verano de 2020. No disponemos todavía de resultados científicos elaborados, por lo que nos limitamos a exponer el planteamiento del muestreo y a valorar los datos generados.

Aproximación geobotánica y cartográfica

Para plantear el muestreo partimos del conocimiento previo de la vegetación del PNOMP, recogido en distintos trabajos de Benito (2006, 2019). En el primero de ellos se da una descripción minuciosa de las comunidades de plantas vasculares que forman los humedales, en base a numerosos inventarios fitosociológicos. Estos inventarios, más otros anteriores o de áreas cercanas al Parque, recopilados en la base de datos SIVIM (Sistema de Información de la Vegetación Ibérica y Macaronésica) (2020), se georeferenciaron sobre ortofotografía aérea. También obtuvimos, a partir de la cartografía de la vegetación (Benito 2019), los polígonos que contenían unidades de humedal (Figura 2). Éstos, una vez depurados de unidades de otro tipo, permitieron evaluar las localidades a muestrear, buscando su extensión, representatividad y singularidad.

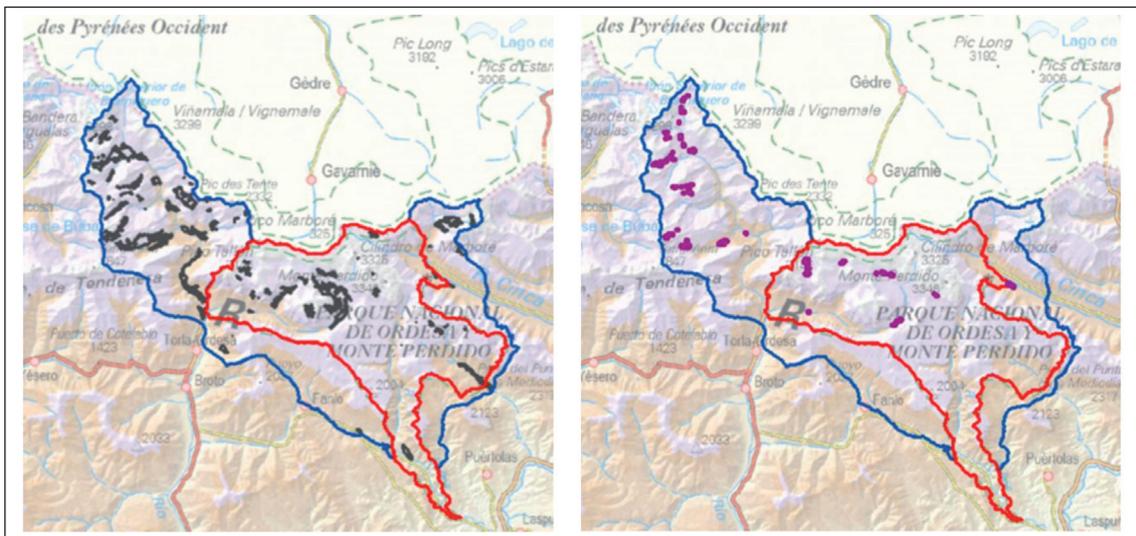


Figura 2. Localización de sistemas de humedales en el área del PNOMP (límite rojo) y su zona periférica de protección (límite azul). A la izquierda, polígonos conteniendo alguna unidad de humedal (a partir de Benito 2019); a la derecha, puntos (polígonos) una vez reducidos a las unidades de humedal de cierta extensión.

A continuación, se delimitaron de forma más precisa los polígonos de humedal susceptibles de ser muestreados, sobre ortofotografía aérea en color, a escala aproximada de 1:2.000. A partir de esta cartografía, en base a su distribución en el ámbito del PNOMP y en el gradiente de altitud, y a sus particularidades topográficas y paisajísticas, se seleccionaron una docena de localidades representativas de la diversidad de los ecosistemas de humedal en dicho ámbito geográfico (Figura 4).

Muestreo

En cada una de las localidades visitadas se esbozó sobre ortofotografía en papel un esquema que reflejase el mosaico de hábitats reconocido en el campo, ligados principalmente a variaciones topográficas e hidrológicas (figura 1). Una vez evaluada su extensión, se diseñó un muestreo en base a superficies de 1×1 m, distribuidas acorde con esta variación. En general, se muestrearon unas diez de estas superficies por localidad, que quedaron registradas con GPS métrico. En cada una de estas parcelas cuadradas se levantó un inventario completo de vegetación (plantas vasculares y briófitos), evaluando el recubrimiento de cada especie por medio de una escala de diez. Para cada inventario se anotaron distintos parámetros ambientales (altitud, orientación, topografía, hidrología, profundidad del nivel freático, grosor de turba....) y se evaluaron factores de riesgo, básicamente herbivorismo y erosión. También se tomó una muestra de agua freática, en la que se midió el pH y la conductividad eléctrica con una sonda portátil, y que luego se congeló para análisis químico posterior. En algunas parcelas de cada localidad se instaló un pequeño registrador de temperatura (*i-button*) enterrado superficialmente, para conocer el régimen térmico a este nivel.



Figura 3. Ejemplos de muestras para el estudio genético de la biodiversidad de humedales. En cada parcela se tomó musgo para secuenciación masiva de biodiversidad de la comunidad (arriba a la izquierda). De las especies de interés se conservó una pequeña muestra en atmósfera desecante para caracterizarlas por secuenciación (abajo a la izquierda), acompañada de una muestra de herbario como referencia (derecha, *Carex panicea*).

Para la aproximación genética a la diversidad de humedales, en cada parcela se tomó una muestra compuesta, consistente en varias submuestras de musgo o turba superficial, que se conservó en alcohol (Figura 3). Esta muestra se procesará mediante secuenciación masiva (DNA *metabarcoding*) a fin de detectar el número de secuencias distintas, a través de los marcadores genéticos COI (mitocondrial), 18S (nuclear), y trnL & rbcL (cloroplásticos). Estas secuencias distintas, asimilables a unidades taxonómicas operativas (OTUs), permitirán conocer la importancia o diversificación de los distintos grupos biológicos presentes en cada muestra.

En paralelo, las especies de plantas vasculares y de briófitos más comunes o singulares en los humedales del PNOMP se muestrearon en alguna de las localidades a fin de caracterizarlas mediante código de barras (DNA *barcoding*), a través de la secuenciación de fragmentos de los genes rbcL y trnL. De cada especie, se tomó una muestra de herbario como referencia taxonómica y para posibles comprobaciones, y una pequeña muestra (hojas, brotes) guardada junto con silicagel seco en una bolsa hermética, para forzar un secado rápido que favorezca la conservación del DNA (Figura 3).

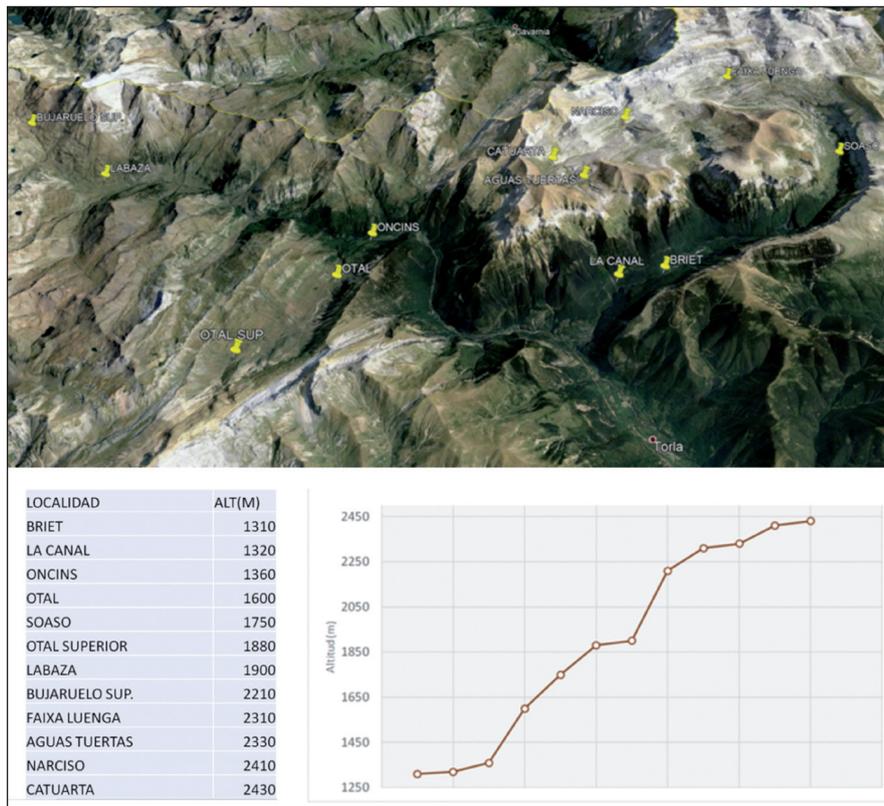


Figura 4. Distribución de las doce localidades de humedal muestreadas del PNOMP sobre ortofotografía (arriba; imagen tomada de Google Earth). Se procuró que se encontraran bastante bien distribuidas en el gradiente de altitud, tal como expresan la lista con altitudes (abajo izquierda) y el gráfico donde se ordenan las localidades por altitud creciente (abajo derecha).

Al término de las campañas se muestrearon 12 localidades bastante bien distribuidas geográficamente y en el gradiente de altitud (Figura 4). Esto constituye un muestreo razonablemente completo y representativo de los humedales del área del PNOMP. En conjunto, disponemos de 132 inventarios de vegetación con las correspondientes muestras de musgo para secuenciación masiva, de agua freática para análisis, y de datos ambientales tomados en el campo. También disponemos de muestras de 29 especies de plantas vasculares y de 8 especies de briófitos para su caracterización taxonómica por código de barras (Figura 5).



Figura 5. El humedal de Planas de Narziso, a poco más de 2400 m s.n.m., es un buen ejemplo de este tipo de ecosistemas de altitud en el Parque Nacional. De allí provienen algunas de las especies que se caracterizarán mediante dos marcadores moleculares.

Previsión de resultados

El conjunto de datos obtenidos y de los que derivarán del análisis de las muestras permitirá una aproximación plural y precisa de los ecosistemas de humedal del PNOMP. De un lado, los datos de vegetación, y su confrontación con los parámetros ecológicos tomados, nos llevará a un análisis de patrones de distribución de especies (plantas vasculares y briófitos) en gradientes ambientales, principalmente en el de altitud (asociado principalmente al nicho térmico) y según la hidrología.

Esta aproximación, junto con el análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica, permitirá una evaluación del estado de conservación y de las amenazas de plantas y hábitats de humedal.

El análisis de biodiversidad oculta (micro-eucariotas) en turberas, en términos de diversidad y riqueza de grupos biológicos muy variados, pondrá de manifiesto un conocimiento global de los ecosistemas de humedal de alta montaña, hasta el momento muy reducido. Además, los patrones de distribución de esta biodiversidad oculta podrán usarse como análogo moderno para poder caracterizar periodos pretéritos mediante el estudio de sedimentos de turba, en términos paleoecológicos.

De otro lado, la caracterización mediante código de barras de un número significativo de especies vegetales de humedal contribuirá al conocimiento profundo de una flora que mayoritariamente es relictas y se encuentra bajo amenazas.

Bibliografía

- Benito, J.L. (2006). *Vegetación del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Sobrarbe, Pirineo central aragonés)*. Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Zaragoza.
- Benito, J.L. (2019). *Mapa de vegetación actual, a escala 1: 10.000, del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido y su zona periférica de protección*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid.
- Garcés-Pastor, S., Wangenstein, O. S., Pérez-Haase, A., Pèlachs, A., Pérez-Obiol, R., Cañellas-Boltà, N., ... & Vegas-Vilarrúbia, T. (2019). DNA metabarcoding reveals modern and past eukaryotic communities in a high-mountain peat bog system. *Journal of Paleolimnology* 62(4): 425-441.
- Pärtel, M. (2014). Community ecology of absent species: hidden and dark diversity. *Journal of Vegetation Science* 25(5): 1154-1159.
- SIVIM (2020). *Sistema de información de la Vegetación Ibérica y Macaronésica*. <http://www.sivim.info/sivi/>