



■ *Plantago nivalis*, estrella de las nieves, especie endémica y emblema de la alta montaña nevadense

Francisco Javier Sánchez Gutiérrez

SIERRA NEVADA, OBSERVATORIO DE CAMBIO GLOBAL

UNA MONTAÑA, UN PEQUEÑO CONTINENTE

ENTRE Almería y Granada, y a solo 30 km. de la costa, se alza una de las *montañas del sur* más singulares. Es difícil encontrar enclaves de tanto valor ambiental compartiendo escenario territorial con parajes de tanta riqueza histórica y cultural.

Sierra Nevada forma parte de la gran unidad de las Cordilleras Béticas, dentro de la cual pertenece a la zona interna o Penibética. Su alineación principal, divisoria de mares entre el Mediterráneo y el Atlántico, sigue sensiblemente el eje este-oeste, con una longitud total de unos 90 kilómetros. La gran altitud que alcanza la convierte en la segunda cadena montañosa europea tras los Alpes y determina la presencia de laderas con un enorme desnivel, que culminan en el Mulhacén a 3479 m.

El paso del tiempo ha marcado la Penibética como lugar de encuentro. Para los hombres ha sido frontera de diferentes culturas, refugio de costumbres y tradiciones diversas, muchas de las cuales han perdurado durante siglos hasta nuestros días. Para la naturaleza, encrucijada de

corrientes migratorias, de influencias lejanas por el trasiego de especies. Aquí tienen cabida elementos árticos y africanos, atlánticos y orientales, aunque, por encima de todo, Sierra Nevada es montaña mediterránea. La acción variable del clima sobre los distintos sustratos existentes ha determinado la existencia de paisajes geológicos muy diferentes. La morfología de los esquistos y pizarras de las altas cumbres delata la presencia, en diversos momentos fríos del período Cuaternario, de masas de hielo permanente. Fueron los glaciares más meridionales de Europa, que dejaron huellas evidentes en forma de circos, morrenas, lagunas, rocas pulimentadas y valles en artesa. A este núcleo central silíceo lo rodea una orla discontinua de calizas, dolomías y filitas. Aquí, el relieve es escarpado y, a veces, ruiforme con singulares torrentes de gravas en los arenales dolomíticos. Las zonas bajas del sector oriental presentan, en cambio, paisajes subdesérti-

■ Desde la cima del Trevenque, divisoria de altas cumbres occidentales, del Veleta (3396 m) al Caballo (3011 m)



Francisco Javier Sánchez Gutiérrez (Alozaina, Málaga, edad 48 años) es Ingeniero de Montes. Ha sido Director Conservador del Parque Natural "Los Alcornocales" y Jefe del Servicio de Conservación de la Naturaleza. Desde 1.999 es Director del Parque Nacional y Parque Natural "Sierra Nevada". Ahora es

responsable del Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada. Su amplia actividad alpinística, de más de 30 años, incluye expediciones al Himalaya y Karakorum. Ha pertenecido a la Escuela Española de Alta Montaña. Es Técnico Deportivo en Alta Montaña. Asimismo, es miembro del Consejo Asesor Científico de las Montañas de la Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada.





■ Arenales dolomíticos con pinar claro de *Pinus pinaster* en la media montaña nevadense. Un ambiente extremadamente duro para la vegetación



■ Toma de datos a 2880 metros en una estación multiparamétrica del programa de seguimiento

cos caracterizados por cárcavas modeladas sobre terrenos blandos sedimentarios.

El resultado es un mosaico irrepetible; teselas modeladas por el hombre durante miles de años que han dado lugar a un paisaje de usos múltiples. Por este cúmulo de circunstancias diversas y sorprendentes que se reúnen, a la vez, en un espacio reducido, para muchos estudiosos Sierra Nevada constituye un "pequeño continente".

SIERRA NEVADA: RESERVA DE LA BIOSFERA, PARQUE NATURAL Y PARQUE NACIONAL

LA protección de la naturaleza en el macizo penibético tiene una historia agitada que se acelera a partir de 1986 con la declaración de la Reserva de la Biosfera. El tiempo ha dibujado un "perfil" de Sierra Nevada bastante razonable, con un incremento gradual de la protección conforme ascendemos. En la base, una banda donde se disponen la gran mayoría de núcleos urbanos y las áreas de aprovechamientos intensivos. A media ladera el Parque Natural, declarado en 1989, un paisaje humanizado de gran valor donde se intenta compatibilizar un régimen amplio de

actividades con la conservación de la diversidad biológica. En las zonas elevadas, los ecosistemas más singulares amparados desde 1999 bajo la tutela del Parque Nacional.

EL DESAFÍO DEL CAMBIO GLOBAL EN EL SIGLO XXI

EN un contexto geográfico amplio se está constatando, desde hace décadas, como la acción humana provoca notables modificaciones ambientales que afectan a la capacidad del planeta para mantener algunos de sus procesos naturales básicos. La Tierra se enfrenta por primera vez en su historia a amenazas globales provocadas, en gran medida, por el hombre. Contaminación, cambios extensivos de usos de suelo, sobreexplotación de recursos, calentamiento, fragmentación de los ecosistemas naturales, crisis de la biodiversidad,... son algunas de estas amenazas. Es lo que se conoce como CAMBIO GLOBAL, en el que se incluye, como un proceso más, eso sí con gran protagonismo, el cambio climático.

LAS MONTAÑAS COMO LUGARES PRIVILEGIADOS DE ESTUDIO DE CAMBIO GLOBAL

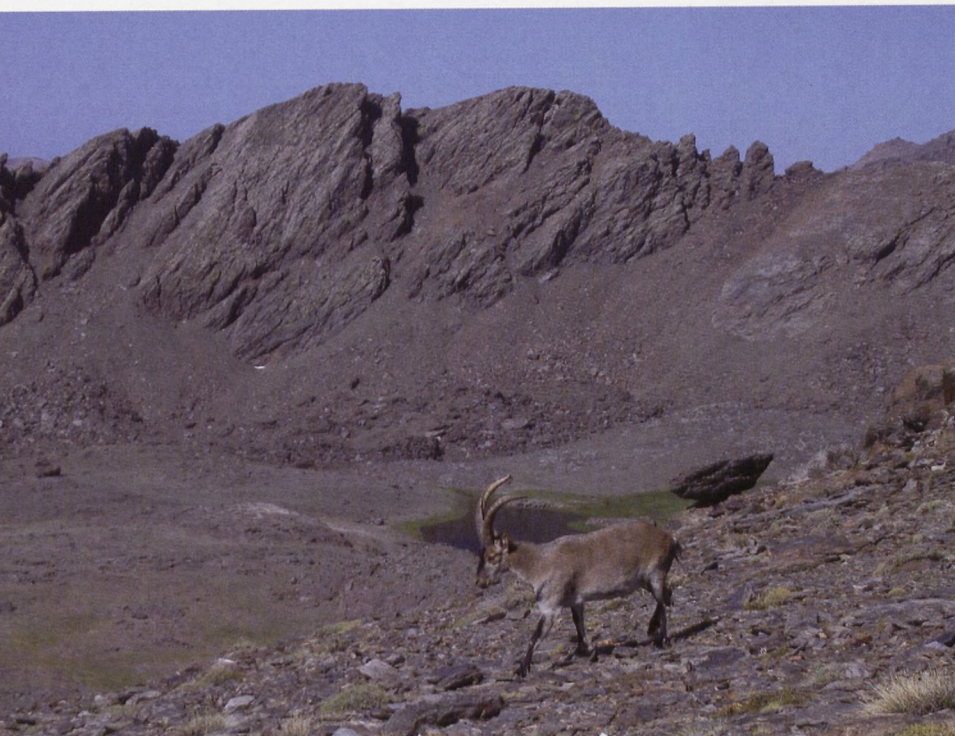
LAS montañas son lugares muy frágiles que acusan de forma muy brusca las consecuencias de estos fenómenos. Pero también, por eso mismo, son espacios apropiados para la detección y estudio de estos cambios. Las ventajas que ofrecen residen, básicamente, en los siguientes aspectos:

- Presentan gradientes altitudinales que reproducen cambios similares a los que ocurren a lo largo de los gradientes latitudinales, de forma más rápida y a una escala de detalle.
- En general están menos transformadas por el hombre que las tierras bajas.
- Son refugios de flora y fauna ya perdida en otras zonas.
- Son escenarios muy sensibles a cambios ambientales por los frágiles equilibrios entre los componentes del sistema natural.

Si particularizamos en Sierra Nevada, su latitud, altitud y características ecológicas y culturales, acentúan el valor para el estudio del Cambio Global. Además, cuando se suma una fecunda trayectoria en materia de investigación en muy diversos campos, y un amplio bagaje de experiencias de gestión, comprendemos que nos encontramos con un lugar privilegiado para la observación y la lucha contra el cambio global.

GESTIÓN DE ESPACIOS NATURALES EN TIEMPOS DE CAMBIO

UNO de los mayores retos que afrontan los Espacios Naturales en el siglo XXI, es la gestión ante la era del cambio global. Nuevas interacciones (clima, incendios, plagas, erosión, decaimiento vegetal, especies invasoras, asincronías,...) provocan la reorganización de los ecosistemas, modificaciones en la composición de especies, en la línea de sucesión de vegetación, en el régimen hídrico, en las condiciones de supervivencia, en los servicios de la naturaleza que benefician a nuestra sociedad. Nos enfrentamos a perturbaciones ambientales que evolucionan de forma muy rápida y que generan una gran incertidumbre. Por ello, a los gestores no nos queda más remedio que redefinir objetivos, reducir riesgos y, por supuesto, actuar.



■ Cabra montes, tajos, canchales, borreguiles y laguna en el circo de Río Seco. La población de cabra montes más importante a nivel mundial es objeto de seguimiento, control demográfico y sanitario

El punto de mira se encuentra en construir capacidad de adaptación de la biodiversidad y de los usos y aprovechamientos de recursos naturales ante los procesos de cambio. En una aproximación interesante, una publicación científica norteamericana ya utilizó en 2005 el acrónimo ALARM para sintetizar una propuesta básica de actuación: Awareness (Concienciación), Leading by example (Predicar con el ejemplo), Active ecosystem management (Gestión activa de ecosistemas), Research (Investigación) y Monitoring (Seguimiento).

SIERRA NEVADA, OBSERVATORIO DE CAMBIO GLOBAL

EL Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada se puso en marcha en el año 2007 sobre la base del planteamiento esbozado en el epígrafe anterior y tomando como referencia la Estrategia GLOCHAMORE, Global Change in Mountain Regions, impulsada por UNESCO, en cuya elaboración participó activamente la Reserva de la Biosfera de Sierra Nevada (Parque Nacional y Parque Natural).

Uno de los conceptos que mejor caracteriza al Observatorio es el de integración. Por una parte, porque distinguimos las aportaciones de actores institucionales a tres escalas diferentes: Internacional, a través de UNESCO; Nacional, mediante el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (Organismo Autónomo Parques Nacionales); Regional, mediante la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Por otra parte, porque el motor de esta máquina funciona gracias a la estrecha colaboración entre gestores del Espacio Natural e investigadores, correspondiendo la coordinación científica del Observatorio a la Universidad de Granada.

El objetivo esencial de la iniciativa es recopilar la información necesaria para identificar con la máxima antelación posible los impactos del cambio global, al objeto de desarrollar medidas de gestión que permitan atenuarlos y que favorezcan la adaptación del sistema a los nuevos escenarios. En consecuencia, el Observatorio se ha diseñado con una estructura sustentada por cuatro pilares básicos:



■ Enebras (*Juniperus communis*), con el Pico del Buitre (2465 m) al fondo. La conservación de los enebrales forma parte de los proyectos de gestión activa

Programa de seguimiento a largo plazo de sistemas, especies y procesos organizado en diferentes bloques temáticos: atmósfera, nieve, sistemas acuáticos, flora y vegetación, fauna, gestión forestal, usos del suelo y socioeconomía. Como instrumentación nueva, se ha procedido a la instalación de una red de doce estaciones que facilitan un sistema de registro continuo de diferentes parámetros meteorológicos y atmosféricos, algunos muy sofisticados como los relacionados con los flujos de carbono o con la deposición de polvo sahariano.

Es importante resaltar que la perspectiva del largo plazo solo puede conseguirse de manera efectiva interiorizando en las rutinas de gestión buena parte de las tareas diseñadas. Así, una vez perfilado el cuadro de indicadores y validados científicamente los protocolos de toma de datos, se trabaja concienzudamente en aspectos formativos para que buena parte de dichos protocolos se incorporen a los cuadrantes de trabajo de Agentes de Medio Ambiente, técnicos del Espacio y técnicos de la Empresa de Gestión Medioambiental de Andalucía.

Herramienta específica de almacenaje, tratamiento y consulta de la información para que científicos y gestores puedan disponer de una base de conocimientos estructurada y accesible a partir de la ingente cantidad de datos que aporta el programa de seguimiento. El prototipo elaborado al efecto, todavía en fase experimental, se ha diseñado para cumplir con los estándares de metadatos de la Red LTER (Long Term Ecological Research), lo que facilita la incorporación de los resultados a escala internacional.

Laboratorio de campo de ensayo de medidas de gestión activa para la adaptación del sistema socioecológico a los impactos del cambio global y para aminorar el perjuicio que éste puede tener sobre el territorio. Una línea esencial de trabajo en el Observatorio es la elaboración y ejecución de proyectos de actuación en este ámbito. Entre ellos cabe resaltar la restauración de sistemas naturales, el manejo de formaciones vegetales vulnerables (robleales, enebrales, sabinares), la naturalización y diversificación de masas de pinares de repoblación, y la gestión del agua y los hábitats piscícolas.



FOTOS DEL AUTOR

■ Imagen aérea de parcelas de investigación post-incendio en el valle de Lecrín.

Foro de comunicación como lugar de encuentro para el debate, la divulgación del conocimiento y la sensibilización. El Foro, nacido en 2008, pretende facilitar el diálogo entre responsables institucionales, científicos, gestores del territorio y actores locales, así como mejorar la información y la concienciación pública ante los retos del cambio global.

UN CAMBIO PROFUNDO EN LA FORMA DE TRABAJAR

PARA el Parque Nacional y Parque Natural de Sierra Nevada el Observatorio supone, ante todo, un cambio profundo en la forma de trabajar. Cambio que se manifiesta en el bucle de relación que une a gestores, científicos y actores locales en el proceso de toma de decisiones. El ciclo de gestión adaptativa de enfoque flexible, determina un proceso que conlleva el aprendizaje continuo. A efectos prácticos, una nueva mentalidad impregna las fases de muchas acciones de gestión, desde la información de partida y la redacción del proyecto, a la forma de ejecución, pasando por la definición de objetivos, la visión multidisciplinar y el análisis de resultados.

Sirvan como ejemplo las actuaciones puestas en marcha para la restauración del área afectada por el incendio forestal de la vertiente suroeste de Sierra Nevada de septiembre de 2005. Así, bajo la denominación de *monte del siglo XXI*, podemos vislumbrar una iniciativa apoyada en la propia dinámica de los procesos ecológicos y que busca la implantación efectiva de una formación vegetal caracterizada por la heterogeneidad espacial y la diversidad funcional. Una formación diferenciada de la precedente (pinar denso de repoblación en buena parte de la superficie) por ser más abierta, por tener mayor representación de especies y por presentar una estructura general tipo mosaico. Con ello se pretende conseguir no solo mayor resistencia frente a agentes agresivos (incendios, plagas, enfermedades o sequías), sino un ecosistema con mejores condiciones para la biodiversidad y para la prestación de servicios a la sociedad.

En correspondencia con este diseño teórico, el programa de actuación que se lleva a cabo contiene:

- Medidas de gestión activa con diferentes técnicas de restauración (núcleos de dispersión, regeneración bajo cubierta de matorral, regeneración bajo restos de vegetación,...).

- Seguimiento de parámetros de cambio global en diferentes disciplinas: desde la cuantificación de flujos de carbono del sistema perturbado, a la recuperación de biodiversidad y función ecológica.
- Investigación aplicada con repercusión inmediata sobre medidas en ejecución. Destaca el proyecto experimental de la Universidad de Granada sobre el manejo de vegetación quemada y los efectos en términos de erosión, incorporación de nutrientes al suelo, disponibilidad de agua, radiación, reclutamiento de plántulas y rebrotes, establecimiento de plantones repoblados y coste económico.
- Integración de la población local en funciones estratégicas, como las acordadas con los pastores de la zona que mantienen con su ganado discontinuidades en la formación vegetal a modo de cortafuegos.
- Evaluación, con base científica, de las medidas de gestión activa emprendidas.
- Implicación de una importante empresa privada de ámbito nacional asentada en la zona (Aguas de Lánjarón), a través de un proyecto de responsabilidad social corporativa.
- Actuaciones de sensibilización, educación y voluntariado ambiental.

En definitiva, un paquete de medidas que supone en su conjunto una nueva filosofía de gestión en el concepto y en la práctica.

RESPONSABILIDAD Y COMPROMISO

SI ampliamos el enfoque, solo siendo conscientes de que todo sistema socioeconómico reposa sobre los cimientos de la naturaleza podemos alcanzar a comprender la magnitud del desafío que abordamos a escala planetaria. Desafío que necesariamente ha de provocar un ejercicio de responsabilidad a distintos niveles.

En un contexto complejo, en el que las experiencias del pasado no son suficientes para guiar las decisiones del presente y del futuro, los Espacios Protegidos tienen la obligación de ofrecer respuestas. Deben jugar un papel clave en la comprensión de los mecanismos y las consecuencias del cambio global, así como en el desarrollo de experiencias pioneras de *gestión para la adaptación* exportables al resto del territorio. Ese es el compromiso adquirido en el Parque Nacional y Parque Natural de Sierra Nevada gracias al Observatorio de Cambio Global. □