



2010: Año Internacional de la Biodiversidad

## Ingeniería para la conservación de la biodiversidad

Una de las facetas menos conocidas de la Ingeniería, en su función de satisfacer las demandas de la sociedad, es la que se dedica a la conservación de la biodiversidad. Además de la biotecnología y las técnicas de conservación “ex situ”, existe otra rama de la Ingeniería, que podría denominarse de ecosistemas o para la conservación de la biodiversidad, que resulta imprescindible para la gestión de especies y espacios protegidos. La UPM colabora actualmente en los programas de conservación de especies amenazadas de extinción, como lince ibérico, águila imperial ibérica, buitre negro o urogallo, y también de hábitats protegidos, como las dehesas o diversos tipos de pastos naturales.

Si se preguntase a la gente de la calle, incluso a los propios estudiantes de la UPM, sobre la relación entre ingeniería y biodiversidad, es muy probable que la respuesta de la mayoría fuese que la relación es pequeña y, en general, negativa. La imagen del ingeniero está inevitablemente ligada a motores, máquinas, estructuras complejas y procesos industriales. Sin embargo, una de las facetas de la Ingeniería, en su función de satisfacer las demandas de la sociedad, de ingeniar un futuro mejor, es contribuir a la conservación de la biodiversidad. Por eso, aprovechando que este año **2010** que ahora termina **ha sido designado Año Internacional de la Biodiversidad**, queremos dedicar este artículo a describir una de muchas las líneas de trabajo con las que la UPM

contribuye a la conservación de la biodiversidad. Se trata de lo que podríamos denominar Ingeniería de ecosistemas, o Ingeniería para la conservación de la biodiversidad.

Es verdad que, como decíamos, muchas facetas de la labor del ingeniero están ligadas a motores, máquinas y estructuras y procesos complejos, que requieren tecnologías avanzadas. Sin embargo, existen otras ramas de ese árbol de la ciencia que enlazan con disciplinas complementarias, como biología, ecología, economía, sociología y conocimiento tradicional. Unas y otras pueden y deben contribuir a ese desarrollo sustentable, que el famoso Informe Brundtland “*Nuestro Futuro Común*” (Naciones Unidas, 1987) describe como aquel que permite

satisfacer las necesidades de la sociedad actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

Desde su origen como especie, el hombre ha modificado su entorno para satisfacer sus necesidades vitales de forma cada vez más eficiente. Ha sido un proceso retroalimentado y acelerado por sus propios avances. La humanidad empezó a utilizar el fuego hace ya varios cientos de miles de años; hace casi diez mil descubrió que podía domesticar plantas y animales para convertirse en pastor y agricultor, y en la actualidad la capacidad tecnológica que poseemos para modificar nuestro medio natural es verdaderamente impresionante. De hecho, es esa capacidad la que, unida a un incremento exponencial de la población humana, ha generado lo que hoy llamamos el **cambio global**. El crecimiento poblacional, agravado por el aumento de nuestras demandas (“muchos y muy gastosa”, como dice Miguel Delibes de Castro), hace avanzar la superficie agrícola, en especial la tropical, a expensas de los bosques; genera residuos sólidos y líquidos que contaminan, y gases que modifican la composición de la atmósfera e incluso el clima; fragmenta territorios, degrada ecosistemas primarios y acelera la pérdida de biodiversidad. La situación es tan grave que se habla de la Sexta Extinción, con velocidades de pérdida de especies 1000 veces superiores a la media. Además, por si eso fuese poco, acentúa las desigualdades sociales, la miseria y el hambre. Por todo ello, resulta cada vez más necesario que la Ingeniería contribuya a minimizar el impacto de la humanidad sobre nuestro propio planeta frenando los procesos de degradación, restaurando el medio natural degradado e incrementando la eficiencia en la satisfacción de nuestras necesidades. Son muchas las ramas de la Ingeniería que tratan de hacerlo. Lo hacen, por ejemplo, las denominadas **tecnologías del medio ambiente**, o “*Environmental Engineering*”, orientadas fundamentalmente a reducir la contaminación, reutilizar subproductos y recuperar sistemas degradados. También la **biotecnología**, que hace posible que los recursos naturales satisfagan nuestras necesidades con creciente eficiencia, y las **técnicas de**

**conservación “ex situ”**, que generan, organizan y conservan bancos de material genético natural y doméstico (variedades y cultivares agrícolas y razas y estirpes ganaderas) para evitar o reducir las consecuencias que podría provocar su desaparición del medio natural. A todas ellas se une otra, que podríamos denominar **Ingeniería de ecosistemas o Ingeniería para la conservación de la biodiversidad**, que utiliza las técnicas de ingeniería para la conservación de especies y espacios protegidos.

La Ingeniería para la conservación de la biodiversidad es especialmente necesaria en países profundamente alterados por la actividad humana y que, sin embargo, poseen un valioso patrimonio natural, como sucede en España. La cuenca del Mediterráneo es uno de los territorios más prologada e intensamente afectados por la actuación humana en todo el mundo y también, paradójicamente, uno de sus principales puntos calientes (*hotspots*) de biodiversidad. La intervención humana ha modelado los ecosistemas naturales, o primarios, modificando procesos ecológicos básicos y sustituyendo especies originales por otras introducidas o domesticadas, como cultivos o ganado. De esa forma, tras miles de años, ha generado algunos ecosistemas humanizados con elevados niveles de eficiencia y diversidad estructural y biológica, ecosistemas creados y perpetuados por su propia gestión. Son lo que hoy la Unión Europea conoce como “**paisajes culturales**” o “**agrobiosistemas de alto valor ecológico**”, en los que el hombre desempeña un papel esencial. Es verdad que la intensa y prolongada intervención humana ha provocado degradación sobre los ecosistemas originales: en España, por ejemplo, deforestación. Sin embargo, también lo es que cuando éstos ecosistemas poseen una alta capacidad de recuperación, como sucede en los mediterráneos, genera, además, nuevas formas de biodiversidad y una mayor eficiencia en el aprovechamiento de recursos y servicios. De ese modo, hoy nos encontramos con un valiosísimo patrimonio natural humanizado, del que podemos sentirnos orgullosos pero también responsables, porque tenemos la obligación legal de conservarlo; un patrimonio que no podemos abandonar a su suerte, porque requiere gestión: nos necesita. De ese modo, en toda Europa, y en especial en

España, la conservación de la biodiversidad está estrechamente ligada al aprovechamiento sostenido de recursos y servicios de nuestros ecosistemas y, por consiguiente, a otro de los objetivos básicos de la política europea: el Desarrollo Rural Sostenido. Esa situación aparece recogida con claridad en dos importantes normas de reciente aparición: la Ley 42/2007, de Conservación del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, y la 16/2007, de Desarrollo Sostenible del Medio Rural, y es la que justifica que una de las más potentes herramientas financieras para la conservación de la naturaleza en Europa sea, precisamente, el Fondo Europeo Agrario de Desarrollo Rural: el FEADER.

Una de las principales consecuencias de la situación que acabamos de describir es que para conservar la biodiversidad española no basta con poseer amplios conocimientos de biología de la conservación (*Conservation Biology*) y de requerimientos ecológicos de las especies y espacios protegidos. Resulta también imprescindible saber cómo se puede gestionar el territorio para conseguir garantizar la conservación de la biodiversidad que sustenta y, a la vez, satisfacer las demandas de su propietario (alrededor de un 75% del territorio español es propiedad privada) y de la sociedad: los denominados servicios de abastecimiento, regulación y culturales. Lo primero se puede conseguir mediante procedimientos denominados genéricamente de “**custodia del territorio**”, cuyo objetivo es intentar compatibilizar los intereses de los propietarios con los de las especies y espacios protegidos. Lo segundo, simplemente mediante algo que es inherente a la ingeniería: el ingenio, que permite aplicar los conocimientos técnicos disponibles para adaptarlos a satisfacer las cambiantes demandas de la sociedad: en este caso, la conservación de la biodiversidad.

La UPM ya está utilizando la Ingeniería para la conservación de la biodiversidad en diversos proyectos orientados a la conservación de especies amenazadas y espacios protegidos. Aunque el catálogo de actuaciones es bastante numeroso y puede ampliarse mucho más, queremos ofrecer algunos ejemplos representativos de las actividades realizadas.

El lince ibérico (*Lynx pardinus*), especie endémica de la península Ibérica y actualmente restringido al sur de España es el felino más amenazado de extinción del mundo, con una población actual de poco más de 200 individuos fragmentada en varias poblaciones. Por ello, constituye un verdadero emblema de la conservación de la naturaleza. Sus principales problemas son la rarefacción de su presa principal, el conejo de monte, afectado por varias enfermedades víricas (mixomatosis y enfermedad hemorrágica), y la desaparición y fragmentación de territorios de monte mediterráneo suficientemente bien conservados como para ofrecerle tranquilidad y lugares adecuados para su reproducción. Diversos Proyectos LIFE, en los que han participado equipos de la UPM, se han orientado y se orientan a la conservación de esta especie mediante técnicas de gestión del territorio que pretenden resolver o paliar esos problemas. Se trata de actuaciones sobre bosques, matorrales, pastos naturales y artificiales, cultivos agrícolas y poblaciones animales (replantaciones con conejos y control selectivo de la predación, entre otros) que han proporcionado resultados suficientemente satisfactorios como para frenar el peligrosísimo declive de la especie y permitir albergar esperanzas de evitar su desaparición a medio plazo. Todas ellas aparecen recogidas en un Manual para la gestión del hábitat del lince y su presa principal: el conejo de monte. <http://www.cbd-habitat.com/>.



Algo similar sucede con otro auténtico emblema de la conservación de la naturaleza: el águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*), también endémica de la península Ibérica, especializada en la predación sobre el conejo de monte y adaptada a hábitats modelados por una gestión tradicional extensiva y eficiente. En este caso, a las técnicas descritas anteriormente para el caso del lince se unen otras cuatro orientadas a reducir

la mortalidad. La primera es la limitación de actividades peligrosas o molestas en las áreas críticas (proximidades de nidos) y periodos críticos (puesta, incubación y cría de pollos). Otro es la suplementación alimentaria en las proximidades de los nidos, que pretende evitar el cainismo, o mortalidad de los pollos menores debida a ataques del mayor como consecuencia del hambre. El tercero es la detección y sustitución de postes de alta tensión que provocan la electrocución de jóvenes y adultos. Y, finalmente, el último, pero no por ello el menos importante, es la reducción de la mortalidad por envenenamiento. Se puede encontrar una descripción más detallada de esas medidas en el Manual de buenas prácticas de gestión en fincas de monte mediterráneo de la red Natura 2000 (González y San Miguel, 2004).

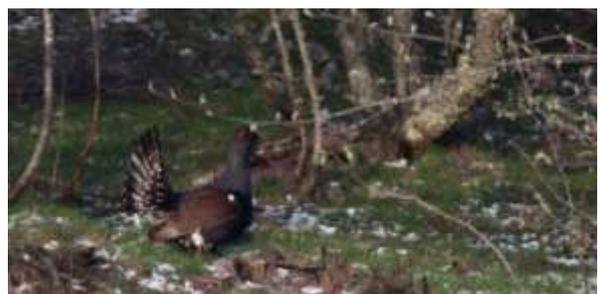


El buitre negro (*Aegypius monachus*), la rapaz europea de mayor tamaño, es también una especie amenazada de extinción que presenta en España más del 90% de su población europea. Como consecuencia de su carácter necrófago, depende en gran medida de la ganadería extensiva y la caza mayor, pero también, y mucho, del conejo de monte. La reciente aprobación de normas que obligan a la retirada de animales muertos y restos de monterías del campo y las enfermedades víricas que afectan al conejo de monte han agravado su situación en los últimos años. Las actuaciones realizadas en este caso son relativamente similares a las descritas para el águila imperial ibérica, salvo la alimentación suplementaria en las proximidades de los nidos, que no se lleva a cabo. En compensación, se presta mucha atención a la planificación de la gestión cinegética y, sobre todo, a la creación y buena gestión de muladares,

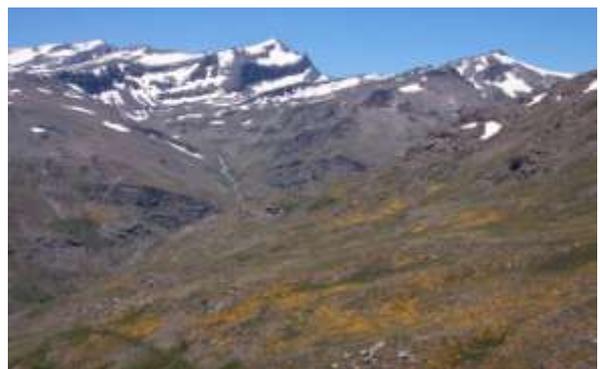
que pretenden garantizarle alimento suficiente a lo largo del año. Como en el caso del linco, se ha elaborado un Manual orientado a divulgar las principales técnicas utilizables para la gestión de la especie y su hábitat (Moreno-Opo y Guil, 2007).



El urogallo (*Tetrao urogallus*) presenta en España sus poblaciones europeas más meridionales, que se ubican en los Pirineos (subespecie *aquitanicus*) y la Cordillera Cantábrica (subespecie *cantabricus*). Ésta última ha sufrido un declive muy acentuado en las últimas décadas y hoy se encuentra seriamente amenazada de extinción. En este caso, los trabajos se concentran en tres líneas de actuación: la mejora del hábitat (amplitud, calidad y conectividad), la gestión de poblaciones de especies competidoras (por ejemplo, ciervo) y el control de la predación, a las que se unirá en un futuro próximo la reproducción "ex situ". Hace ya varios años se publicó un Manual de conservación y manejo del hábitat de la subespecie cantábrica (Ballesteros y Robles, 2005), para cuya conservación se está poniendo en marcha un Proyecto LIFE+ en el que colabora la UPM, y hoy está pendiente de publicación otro similar para la subespecie pirenaica, con la que colaboramos en temas referentes al control de la predación.



Con respecto a los espacios protegidos, son muchas las líneas de actuación en las que participa la UPM. Desde las correspondientes a los planes de gestión de diversos Espacios Naturales Protegidos hasta las referentes a las estrategias de conservación de los hábitats contemplados en la Directiva Europea 92/43/EEC e incluidos en la red Natura 2000: probablemente la más ambiciosa apuesta de la Unión Europea por la conservación de la naturaleza. Entre ellos se encuentran algunos verdaderamente paradigmáticos, como la dehesa española y diversos tipos de pastos naturales. Son sistemas modelados por siglos de gestión diversificada, extensiva y eficiente que se orientaba al aprovechamiento sostenido de sus recursos y que, de forma paralela, generaba unos servicios de regulación (de suelos, ciclos de agua y nutrientes, biodiversidad y prevención de catástrofes naturales, entre otros) y de carácter cultural (recreo, paisaje, conocimiento, tradiciones, sentimientos, educación y otros). En la actualidad, esos servicios de regulación y culturales se han convertido en esenciales para una sociedad cada vez más numerosa y más urbana, mientras que la producción de recursos (abastecimiento de leña, madera, agricultura o ganadería extensiva) ha pasado a un papel secundario o, incluso, o está en franco declive. El problema que plantea ese cambio drástico en los modelos de gestión, que lleva a la desaparición de muchos de los tradicionales, es que sin la gestión que los ha creado y perpetuado (**la cultura que hace el paisaje**, en palabras del Prof. Montserrat), los paisajes humanizados de alto valor ecológico desaparecen, y con ellos su biodiversidad y su oferta de servicios de regulación y culturales. La única solución es, por tanto, el diseño de sistemas de gestión que permitan compatibilizar la conservación de la biodiversidad con los no menos importantes requerimientos de los propietarios de los terrenos y la sociedad rural que los gestiona, es decir, la Ingeniería para la conservación de la biodiversidad. La UPM ha colaborado en ese sentido participando en el Plan Español de Dehesas, el Proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (<http://www.ecomilenio.es>), elaborando fichas correspondientes a diversos hábitats protegidos ([\[d/rednatura2000/documentos\\\_rednatura/bases ecologicas habitats/index.htm\]\(http://rednatura2000/documentos\_rednatura/bases\_ecologicas\_habitats/index.htm\)\), diseñando modelos de gestión activa necesarios para la conservación de otros \(\[http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/habitats/models\\\_en.htm\]\(http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/habitats/models\_en.htm\)\) y siempre, como es obvio, actualizando y transmitiendo a sus estudiantes, los problemas y las estrategias de actuación más eficaces y eficientes.](http://www.mma.es/portal/secciones/biodiversida</a></p></div><div data-bbox=)



Para finalizar, debemos indicar que para que la Ingeniería para la conservación de la biodiversidad consiga resultados plenamente satisfactorios no basta con planificar y ejecutar medidas de gestión y formar a los nuevos ingenieros que tendrán que idear y poner en práctica nuevas estrategias. Resulta también imprescindible divulgar esas actuaciones para conseguir que la sociedad las conozca y valore y colabore en su desarrollo la medida de sus posibilidades. Para esa labor, el Prof. L. García ideó la serie de documentales “*El bosque protector*”, que ya ha emitido programas sobre la mayoría de las especies y hábitats mencionados y que sigue trabajando en los muchos que afortunadamente nos quedan. Como complemento de esa serie, se encuentra en prensa un libro dirigido por él sobre las cuatro especies más emblemáticas y amenazadas del

monte mediterráneo: lince ibérico, águila imperial ibérica, buitre negro y cigüeña negra (García, en prensa).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballesteros, F.; Robles, L. (Ed.) 2005. Manual de conservación y manejo del hábitat del urogallo cantábrico. Ministerio de Medio Ambiente. 231 pp. Madrid.
- González, L.M.; San Miguel, A. (Coord.). 2004. *Manual de buenas prácticas de gestión en fincas de monte mediterráneo de la red Natura 2000*. D.G. Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente. 327 pp. Madrid.
- Moreno-Opo, R. y Guil, F. (Coord.) Manual de gestión del hábitat y las poblaciones de buitre negro en España. D.G. Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- San Miguel, A. (Coord.) 2007. *Manual para la gestión del hábitat del lince ibérico (Lynx pardinus) y de su presa principal, el conejo de monte (Oryctolagus cuniculus)*. Fundación CBD-Hábitat – Caja Madrid. Madrid. 263 pp. Disponible en: <http://www.cbd-habitat.com/>.
- United Nations (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Transmitted to the General Assembly as an Annex to *document A/42/427*- Development and International Co-operation: Environment. URL: <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>.

AUTOR (texto y fotos): Alfonso San Miguel Ayanz.- Dr. Ingeniero de Montes. Catedrático de Universidad.- E.T.S. Ingenieros de Montes. Ha sido Coordinador UPM del Cluster de Cambio Global y Nuevas Energías, del CEI Moncloa.