

EL CLIMA SECO DIFICULTA LA REGENERACIÓN NATURAL DEL ENEBRO

Enebrales

de la alta montaña mediterránea

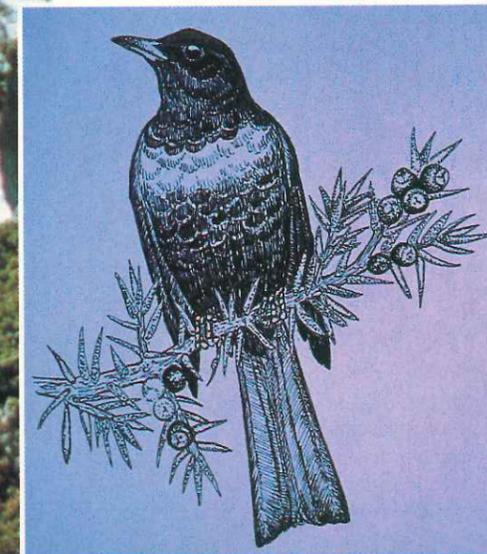
por Daniel García, Regino Zamora, José Antonio Hódar y José María Gómez



Vestigios de la vegetación que llegó hasta el sur de Europa con las glaciaciones, los enebrales de la alta montaña mediterránea sobreviven hoy a duras penas en un entorno donde las condiciones ambientales no son ya tan favorables como en el pasado. La larga sequía estival perjudica a unos arbustos que prosperan mejor sobre suelos húmedos, lo que se traduce en una baja capacidad de regeneración natural. La excesiva presión ganadera, los desmontes de terreno y los incendios provocados representan nuevas amenazas para estas valiosas formaciones vegetales.

Las zonas montañosas de la cuenca Mediterránea albergan la mayor diversidad botánica de Europa y una de las mayores riquezas en especies vegetales de toda la Tierra. Buena parte de esta diversidad se debe a la coexistencia de táxones antiguos, procedentes de climas paleotropicales y boreoalpinos, con otros recientes que aparecieron bajo el clima mediterráneo actual (1). Las montañas mediterráneas son islas ecológicas que guardan, en sus hábitats más húmedos y fríos, poblaciones aisladas de especies que se expandieron hacia Europa meridional durante las glaciaciones y que hoy en día se distribuyen fundamentalmente por las zonas boreales. El enebro (*Juniperus communis*), una gimnosperma (coníferas y afines) de la familia de las Cupresáceas (*Cupressaceae*) ampliamente extendida en el Holártico, es un claro ejemplo de este patrón de distribución geográfica. En la península Ibérica el enebro se extiende de forma más o menos conti-

nua por el Pirineo y la franja cantábrica, pero su distribución se fragmenta progresivamente hacia el sur, donde se localiza exclusivamente en las zonas de media y alta montaña (2). Estas poblaciones mediterráneas aparecen sobre sustratos calizos, entre los 1.600 y los 2.000 metros sobre el nivel del mar, en el límite superior de los bosques abiertos de pino albar (*Pinus sylvestris*) o pino laricio (*Pinus nigra*), o bien participan en formaciones arbustivas junto a diversas especies de porte almohadillado. A mayores altitudes, como en Sierra Nevada, aparece principalmente en laderas orientadas hacia el norte, entre los 1.800 y los 2.600 metros, pero sobre sustrato silíceo. En estas zonas, el enebro forma los denominados enebrales-piornales, junto al piorno amarillo (*Genista versicolor*). Estos enebrales tienen un alto valor ecológico debido a su capacidad para retener suelos, a la abundante fauna y flora endémica asociada y a su uso tradicional como áreas de pastoreo estival (3).



A la izquierda, un enebral de Sierra Nevada (foto: Regino Zamora). Arriba, mirlo capiblanco (*Turdus torquatus*), una de las aves que dispersa las semillas del enebro (dibujo: Daniel García).

PRODUCCIÓN Y DISPERSIÓN DE SEMILLAS

El enebro es una planta dioica (sexos separados) que depende del viento para polinizarse. Las hembras producen conos axilares (pequeñas piñas que brotan en la base de las acículas) que tardan más de dos años en desarrollar arcéstidas o gábulos carnosos (los frutos del enebro). Las arcéstidas maduras contienen de una a cuatro semillas. Los conos se producen anualmente, por lo que es posible encontrar simultáneamente en una misma planta conos iniciales, arcéstidas verdes y arcéstidas ya maduras. Durante el desarrollo de las arcéstidas el enebro pierde capacidad reproductora debido a dos causas principales: por un lado, muchas semillas abortan y no prosperan y, por otro, hay semillas que son consumidas por los animales antes de que lleguen a dispersarse. En las semillas abortadas se aprecia un desarrollo interno anómalo, al contrario que en las semillas bien desarrolladas, cuyo embrión, de color blanco y aspecto oleoso, ocupa toda la cavidad interna. Por otra par-

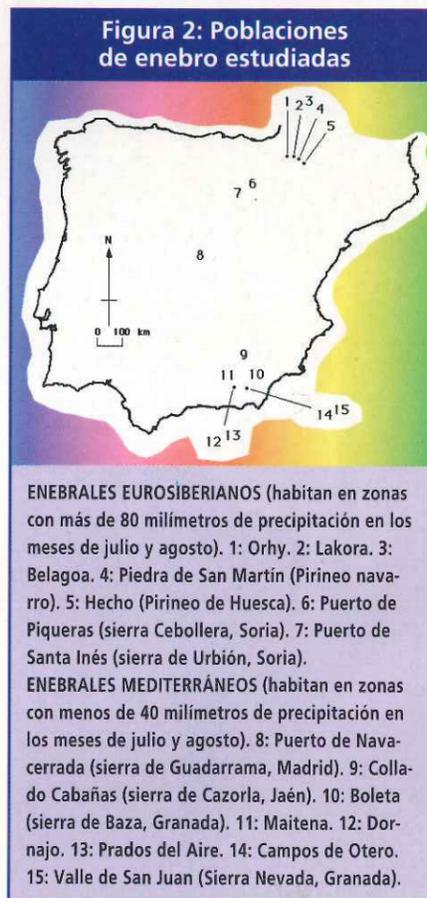
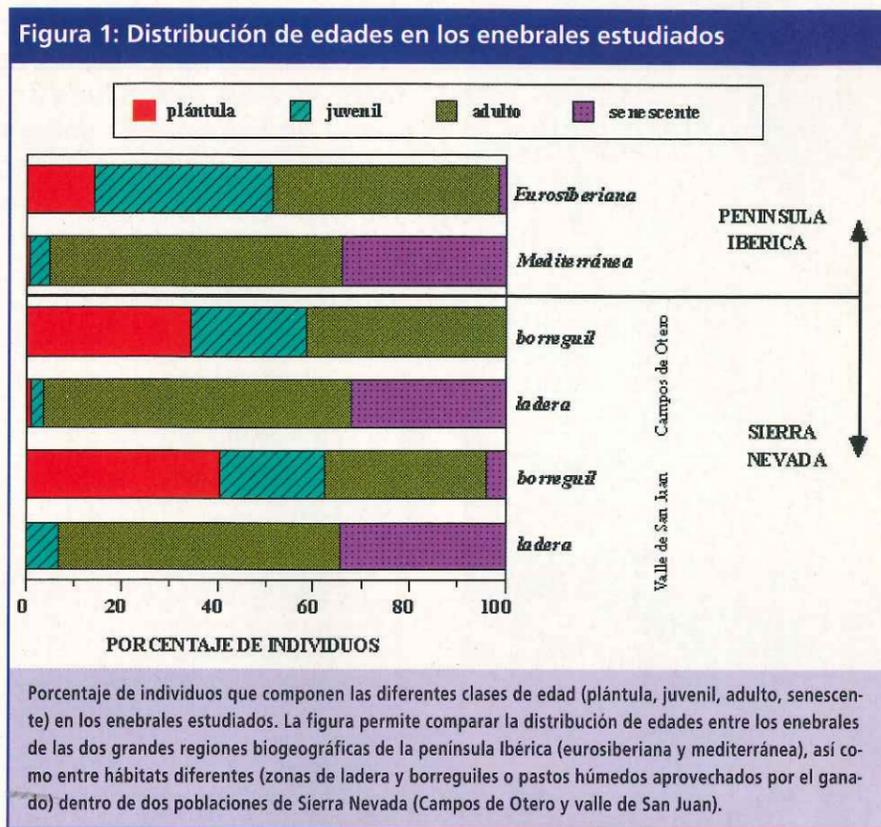
te, su predador principal es la avispa fitófaga *Megastigmus bipunctatus* (Torymidae), un insecto de aproximadamente cinco milímetros de longitud que se alimenta exclusivamente de semillas de enebros y sabinas. Desde finales de junio hasta mediados de julio, las avispas adultas emergen de las arcéstidas maduras, se aparean y las hembras depositan la puesta en las arcéstidas verdes. Ponen un huevo dentro de cada semilla antes de que la pared de ésta se endurezca. La larva consume el embrión y la nucela de la semilla y emerge como adulto al verano del año siguiente. Cuando abandona la arcéstida abre un agujero circular en la pared de la semilla y de la cubierta del gábullo (4). La dispersión de las semillas de enebro en zonas de montaña mediterránea corre a cargo de aves del género *Turdus* (mirlos y zorzales), que consumen las arcéstidas maduras en otoño e invierno y defecan las semillas intactas. Dispersan así la mayor parte de las semillas que producen los enebros (5, 6). Las principales especies implicadas en la diseminación son el zorzal charlo (*Turdus viscivorus*) y el mirlo capiblanco (*T. torquatus*). El primero aparece en los enebrales a finales del verano, como resultado de los desplazamientos altitudinales que emprenden tras reproducirse, y permanece en ellos

La sequía estival es el principal factor limitante de la regeneración del enebro en las montañas mediterráneas.

durante el mes de septiembre. En cuanto al mirlo capiblanco, es una especie migradora que utiliza estas áreas como zonas de inverna y permanece en ellas a lo largo del otoño y, si la nieve es escasa, durante parte del invierno y la primavera. Una vez que las semillas han sido dispersadas por mirlos y zorzales, todavía pueden ser comidas por el ratón de campo (*Apodemus sylvaticus*), una especie sedentaria en los enebrales que ingiere tanto las semillas de las arcéstidas que caen bajo las plantas como las que diseminan las aves frugívoras. Las semillas dispersadas que logran sobrevivir atraviesan por un periodo de letargo de al menos 18 meses.

REGENERACIÓN NATURAL DEL ENEBRO

La germinación de las semillas se concentra desde el mes de mayo hasta principios de julio. Las plántulas recién brotadas pueden identificarse por sus dos cotiledones de color verde oscuro (falsas primeras hojas) y por su tallito verde rojizo (6). Una visión superficial de los enebrales de las altas montañas mediterráneas podría mos-



Enebro hembra con sus ramas cargadas de arcéstidas (frutos). Las verdes tienen un año de edad y las oscuras dos. El orificio de las maduras se debe a la avispa fitófaga *Megastigmus bipunctatus* (foto: Regino Zamora).

un patrón similar al de los enebrales del norte y el centro de Europa (8). Así pues, encontramos dos tipos de estructura de edades diferentes según la región biogeográfica donde habiten, equilibrada en la eurosiberiana y envejecida en la mediterránea. Para intentar explicar esta aparente incapacidad de renovarse que tienen los enebrales de las zonas mediterráneas, estudiamos en primer lugar el potencial reproductivo de las plantas. Los enebros de Sierra Nevada son capaces de generar grandes cantidades de arcéstidas y semillas (un individuo produce en promedio 20.000 semillas en un año de buena cosecha). A pesar de que casi el 90% de estas semillas abortan o son depredadas por avispas durante su desarrollo (6, 7), es tan grande la cantidad global que siempre quedan más que suficientes para que la población se renueve (hasta 600 semillas sanas por planta y año). De hecho, la proporción de semillas sanas en las poblaciones del norte de Espa-

ña es también muy baja y, no obstante, las poblaciones se renuevan sin problemas. Un factor ambiental clave del clima mediterráneo, que lo diferencia del clima eurosiberiano, es la sequía estival (9). Para comprobar el papel de este factor ambiental en la ecología del enebro, comparamos dos hábitats de Sierra Nevada que difieren en la disponibilidad de agua durante el verano. Escogimos, por un lado, las zonas de ladera, el hábitat mayoritario del enebro en Sierra Nevada, donde la ausencia de precipitaciones durante los meses de julio y agosto provoca un descenso de la humedad del suelo por debajo del 10%. Y, por otro lado, los denominados "borreguiles", pastizales húmedos adyacentes a cursos permanentes de agua (acequias abandonadas y arroyos de montaña) que ocupan una superficie inferior al 10% de la alta montaña y que sirven como zonas estivales de pasto (de ahí su denominación tradicional). Dichos borreguiles son los únicos puntos de la alta montaña donde el suelo mantiene una humedad constante y elevada

durante todo el verano. Pues bien, el patrón de diferencias encontrado al comparar las dos regiones biogeográficas de la Península aparece también al comparar los dos hábitats de Sierra Nevada: las laderas están dominadas por adultos y plantas senescentes, mientras que los borreguiles arrojan porcentajes muy superiores de plántulas y juveniles (Figura 2). Además del estudio de la estructura de edades de las poblaciones, en 1996 iniciamos un análisis detallado de los factores causantes de la mortalidad de las plántulas de enebro en los dos tipos de hábitats diferenciados en Sierra Nevada. La gran mayoría de las plántulas de primer año (83%) que se establecieron en las zonas de ladera murieron a causa de la sequía estival, a pesar de tratarse de un año excepcionalmente lluvioso. Por el contrario, la supervivencia de las plántulas fue mucho mayor (cerca del 50%) en los borreguiles, que permanecen húmedos durante el verano. Estas diferencias de supervivencia se mantienen incluso durante el segundo y tercer año de vida de las plántulas. Por lo tanto, las zonas cercanas a fuentes de agua permanentes son las únicas donde se da una regeneración efectiva de la población, mientras que en los enebrales de las laderas la regeneración está colapsada. Como conclusión, nuestro estudio sugiere que el principal factor limitante de la regeneración natural del enebro en las zonas de montaña mediterránea es la sequía estival. Una situación opuesta a la que se da en latitudes más norteñas, con veranos húmedos y lluviosos. En dichas condiciones, el enebro coloniza con facilidad espacios abiertos y sus poblaciones cuentan con una alta proporción de plantas juveniles (10, 11). De acuerdo con sus características demográficas, los enebrales mediterráneos son un claro ejemplo de poblaciones con dinámica remanente, es decir, que pueden sobrevivir durante largos periodos de tiempo en las actuales condiciones ecológicas, desfavorables para la renovación de sus poblaciones (12). Los enebrales mediterráneos, a modo de fósiles vivientes, conservan una fuerte inercia que retrasa su posible extinción natural, gracias sobre todo a la gran longevidad natural de los individuos una vez que han superado las fases juveniles.

PERTURBACIONES CAUSADAS POR EL HOMBRE

Los enebros adultos muestran una gran resistencia frente a los factores abióticos (sequía estival, heladas, peso de la nieve) y al ramoneo y pisoteo de los herbívoros, todos ellos factores naturales que sí afectan muy significativamente a otras especies leñosas de la alta montaña mediterránea. Por el contrario, es muy escasa su capacidad para

recuperarse de las perturbaciones humanas más frecuentes en la zona: los incendios provocados para conseguir –supuestamente– más pastos para el ganado (13) y los desmontes para abrir pistas de esquí y carriles. Después de un incendio, el enebro es incapaz de rebrotar y la mayoría de sus semillas mueren, de manera que la única forma de volver a colonizar los espacios abiertos que ha generado el fuego es a través de las semillas procedentes de áreas circundantes no quemadas. Las perturbaciones asociadas a la construcción de pistas de esquí y carriles en Sierra Nevada generan el mismo efecto que los incendios, ya que destruyen la capa superficial del suelo y eliminan el banco de semillas y la materia orgánica. Además, suprimen los bloques de piedra que sirven de posadero a las aves encargadas de dispersar las semillas y que actúan como focos de recolonización, pues allí se concentran los excrementos. Sin embargo, son extremadamente bajas las posibilidades de que las semillas colonicen de nuevo las zonas abiertas que han generado estas perturbaciones, pues las aves aportan una cantidad muy pequeña de semillas y la supervivencia de las plántulas es casi nula en esas zonas.

Como resultado de la lentitud con la que se recupera la cobertura vegetal, tanto en zonas quemadas como en desmontes, el suelo desnudo de vegetación arbustiva o herbácea es el rasgo dominante en el paisaje, incluso muchos años después de ocurrido el suceso (13). Dada la dinámica remanente de las poblaciones y la escasa capacidad de recuperación de la especie tras las perturbaciones humanas, el área de distribución del enebro en las montañas mediterráneas del sur de España decrece al ritmo impuesto por incendios y desmontes.

Por todo ello, pensamos que la conservación y la gestión de los enebrales mediterráneos debe pasar, en primer lugar, por una protec-



Ejemplar senescente de enebro en una ladera de Sierra Nevada. Este viejo y gigantesco individuo, de planta circular, mantiene vivo el anillo periférico, de follaje verde, mientras que se aprecia muerta la parte central, donde destaca el color gris de sus ramas secas (foto: Regino Zamora).

ción rigurosa de las poblaciones aún existentes. Esto requiere un control severo de los incendios y una planificación adecuada de los desmontes asociados a carriles y pistas de esquí que evite la pérdida o fragmentación del enebro. Si tenemos en cuenta el alto porcentaje de semillas perdidas por aborto y predación, así como la fuerte mortalidad de plántulas, lo único que favorece al enebro en la alta montaña mediterránea es su interacción con las aves dispersantes. Así pues, la conservación del enebro pasa por mantener intacta su relación con ellas. Es preciso, por lo tanto, regular la caza de los zorzales no protegidos, como el zorzal charlo y el zorzal alirrojo (*Turdus iliacus*), que, junto con el mirlo capiblanco, se encargan de diseminar las semillas de los enebros. No sólo hay que evitar la muerte de estas aves, sino también que desaparezcan de las zonas de enebro debido a las molestias ocasionadas por actividades recreativas ruidosas. Ta-

les medidas de conservación pueden llevarse a la práctica en cualquier espacio protegido simplemente haciendo cumplir la legislación vigente.

PROPAGACIÓN DEL ENEBRO

Por otra parte, sería necesario favorecer la regeneración natural de los enebros y extenderlos hacia zonas adyacentes adecuadas. No obstante, la sequía estival que caracteriza al clima mediterráneo dificultaría mucho la restauración del enebro. Todo proyecto de este tipo debe tener en cuenta que, si bien la viabilidad de las semillas en las poblaciones naturales es muy baja y las plántulas son muy sensibles a la sequía estival, su capacidad de supervivencia aumenta considerablemente cuando superan el cuello de botella de los primeros años de vida. Por tanto, las repoblaciones deberían hacerse con individuos juveniles ya desarrollados y con el tallo bien lignificado. Los plantones pueden obtenerse a través de semillas o de esquejes, aunque esta última técnica parece ser poco efectiva en el caso del enebro (14).

Los plantones deben transportarse con cepellón hasta los puntos de alta montaña donde la probabilidad de supervivencia sea mayor. En concreto, los microhábitats situados en la base de bloques de roca y, sobre todo, en la proximidad de los cursos de agua. Las antiguas acequias de montaña, con los pastizales húmedos asociados a sus cauces, pueden desempeñar un papel decisivo como “vías de repoblación” de los enebrales. Además, cabe modificar el trazado de las acequias a lo largo del tiempo, cambiando su ubicación, y crear así un mosaico de “ventanas de regeneración”. Por otra parte, habría que regular la presión ganadera durante varios años en las

zonas repobladas. Un exceso de ganado impediría que los plantones alcanzaran un tamaño adecuado para soportar el efecto del pisoteo y el ramoneo.

Por el contrario, una exclusión absoluta de los herbívoros mediante cercados favorecería un crecimiento excesivo del pastizal y de otras especies leñosas, que podrían excluir competitivamente a los plantones de enebro. Las recomendaciones anteriores no pretenden ser una receta mágica para aplicarla en cualquier circunstancia. Los únicos principios que, estamos seguros, ofrecen resultados positivos en las labores de restauración, tanto de los enebrales como de cualquier otra planta leñosa, son básicamente dos. En primer lugar, la restauración debe basarse siempre en un conocimiento sólido y detallado de los aspectos ecológicos que giran en torno a la regeneración natural de la especie en nuestros ambientes mediterráneos. O sea, no vale importar experiencias procedentes de otros ambientes climáticos distintos. Y, en segundo lugar, es imprescindible hacer un seguimiento periódico de la restauración para determinar las causas de mortalidad de los plantones, especialmente aquellas que sí pueden controlarse como, por ejemplo, el grado de presión ganadera

que puede ser compatible con una regeneración adecuada de las poblaciones de enebros. ✎

Bibliografía

- (1) Blanca, G. y otros (1998). Threatened vascular flora of Sierra Nevada (Southern Spain). *Biological Conservation*, 85: 269-285.
- (2) Castroviejo, S. y otros (1986). *Flora Iberica, Vol. I: Lycopodiaceae-Papaveraceae*. Real Jardín Botánico. CSIC. Madrid.
- (3) Molero, J.; Pérez, F. y Valle, F. (1992). *Parque Natural de Sierra Nevada*. Rueda. Madrid.
- (4) Roques, A. (1983). *Les insectes ravageurs des cônes et graines de conifères en France*. INRA. París.
- (5) Zamora, R. (1990). The fruit diet of ring-ouzel (*Turdus torquatus*) wintering in Sierra Nevada (South East Spain). *Alauda*, 58: 67-70.
- (6) García, D. (1998). *Regeneración natural de enebro Juniperus communis L. en áreas de alta montaña mediterránea: conectando la ecología reproductiva con el reclutamiento poblacional*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Granada.
- (7) García, D. y otros (1996). Ecología reproductiva del enebro *Juniperus communis L.* en Sierra Nevada: factores que determinan la regeneración natural de las poblaciones. En *Sierra Nevada: conservación y desarrollo sostenible*, Vol. II: 441-453. J. Chacón y J.L. Rosúa (eds.). Universidad de Granada. Granada.

La hemeroteca de Quercus

Artículos complementarios publicados en Quercus

- **Quercus 17 (primavera 1985)**
Ref. 5301017 / 550 Pta.
· Los sabinos españoles están siendo talados masivamente ante la indiferencia de la Administración. Emilio Blanco y Helios Sáinz (amplio reportaje sobre el género *Juniperus* que incluye una valiosa clave para identificar enebros y sabinas).
- **Quercus 56 (octubre 1990)**
Ref. 5301056 / 550 Pta.
· *Recursos naturales y gestión forestal de sabinas y enebros*. Juan Andrés Oria de Rueda.
- **Quercus 95 (enero 1994)**
Ref. 5301095 / 550 Pta.
· *Adaptaciones de la flora ibérica al medio alpino*. Manuel F. Vázquez Espi.

Insertamos un boletín de pedidos en la página 60.

- (8) García, D. y otros (1999). *Age structure of Juniperus communis L.* in the Iberian peninsula: conservation of remnant populations in Mediterranean mountains. *Biological Conservation*, 87: 215-220.
- (9) Di Castri, F. (1991). An ecological overview of the five regions of the world with a Mediterranean climate. En *Biogeography of Mediterranean invasions*, 3-16. R.H. Groves y F. Di Castri (editores). Cambridge University Press. Cambridge.
- (10) Falinsky, J.B. (1980). Vegetation dynamics and sex structure of the populations of pioneer dioecious woody plants. *Vegetatio*, 43: 23-28.

- (11) Rosén, E. (1988). Development and seedling establishment within a *Juniperus communis* stand at Öland, Sweden. *Acta Botanica Neerlandica*, 37: 193-201.
- (12) Eriksson, O. (1996). Regional dynamics of plants: a review of evidence for remnant, source-sink and metapopulations. *Oikos*, 77: 248-258.
- (13) Zamora, R. y otros (1996). Ecología reproductiva y regeneración del matorral de la alta montaña de Sierra Nevada: capacidad de respuesta a las perturbaciones. En *Sierra Nevada: conservación y desarrollo sostenible*, Vol. II: 407-422. J. Chacón y J.L. Rosúa (eds.). Universidad de Granada. Granada.
- (14) Houle, G. y Babeux, P. (1994). Variation in rooting ability of cuttings and in seed characteristics of five populations of *Juniperus communis* var. *depressa* from subarctic Québec. *Canadian Journal of Botany*, 72: 493-498.

LOS AUTORES

Daniel García es biólogo y miembro del grupo de investigación *Ecología Terrestre* de la Universidad de Granada (Departamento de Biología Animal y Ecología). Durante su tesis doctoral, que trató sobre la regeneración natural y la ecología reproductiva del enebro en áreas de alta montaña mediterránea, disfrutó de una beca de Formación de Profesorado Universitario (FPU) del Ministerio de Educación y Ciencia.

Regino Zamora es biólogo, profesor titular de Ecología en la Universidad de Granada y director del

grupo de investigación *Ecología Terrestre*. Las principales líneas de investigación del grupo son ecología y evolución de las interacciones planta-animal y ecología de la regeneración de especies leñosas forestales. Las investigaciones referentes al enebro se llevaron a cabo con financiación del proyecto AMB95-0479 *Regeneración de especies forestales en áreas de montaña mediterránea* y de los Fondos para los Grupos de Investigación de la Junta de Andalucía.

José Antonio Hódar y **José María Gómez** son biólogos, profesores asociados de Ecología en la

Universidad de Granada y miembros del grupo *Ecología Terrestre*.

Agradecimientos

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía facilitó nuestro trabajo en los parques naturales de Sierra Nevada, Sierra de Baza y Sierra de Cazorla.

Dirección de contacto: Departamento de Biología Animal y Ecología · Facultad de Ciencias · Universidad de Granada · Avenida Fuentenueva, s/n · 18071 Granada · Correo electrónico: dgar cia@goliat.ugr.es

CDD Centro de Desarrollo Directivo

Innovación en la gestión turística de los espacios naturales protegidos

Barcelona, 19 y 20 de abril de 1999

 **ESADE**
Escuela Superior de Administración y Dirección de Empresas

Objetivo del seminario:

Profundizar en la gestión de los espacios naturales protegidos, analizando las últimas técnicas y los modelos más útiles que se aplican en distintos lugares del planeta.

Dirigido a:

Responsables de espacios naturales públicos, mixtos, de patronatos y privados, así como responsables públicos relacionados con la gestión de productos turísticos ligados con la naturaleza.

Intervienen:

- **Jordi Sargatal**, director de la Fundació Territori i Paisatge (Caixa de Catalunya)
- **Josep-Francesc Valls**, director del Centro de Dirección Turística ESADE
- **José M. de Juan**, director de CEDITUR y presidente de la Sociedad Española de Ecoturismo
- **Antonio Fernández de Tejada**, jefe de Área de Espacios Naturales de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza
- **Juan Carlos Torres**, director general de Planta, S.A.
- **Gérard Colin**, director de Cultura, Conseil Regional du Languedoc Roussillon

Organizado por:

CEDIT-Centro de Dirección Turística ESADE

Con la colaboración de:

Fundació Territori i Paisatge (Caixa de Catalunya) y Dirección General Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente.

 www.esade.es/cdd
93 280 40 08

INFORMACIÓN E INSCRIPCIONES ESADE-Centro de Desarrollo Directivo
Avda. de Esplugues, 92-96 · 08034 Barcelona
Fax: 93 204 81 05 · e-mail: cdd@esade.es