

el Banco de Datos
de **Biodiversidad**
de Canarias 

*El Banco de Datos de **Biodiversidad** de Canarias*

José Luis Martín Esquivel

Nieves Zurita Pérez

María del Carmen Marrero Gómez

Isaac Izquierdo Zamora

Manuel Arechavaleta Hernández

Silvia Fajardo González

Miguel A. Cabrera Pérez

Sonia Martín Abreu

Angel Vera Galván

Manuel Naranjo Morales

Concepción Valdivia Martín



Gobierno de Canarias

Edita: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial
del Gobierno de Canarias

Financia: Unión Europea, Proyecto INTERREG IIIB ATLÁNTICO
Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial
del Gobierno de Canarias

Coordinación de la edición: José Luis Martín Esquivel
María del Carmen Marrero Gómez
Nieves Zurita Pérez

Textos: José Luis Martín Esquivel
Nieves Zurita Pérez
María del Carmen Marrero Gómez
Isaac Izquierdo Zamora
Manuel Arechavaleta Hernández
Silvia Fajardo González
Miguel A. Cabrera Pérez
Sonia Martín Abreu
Ángel Vera Galván
Manuel Naranjo Morales
Concepción Valdivia Martín

Diseño y Maquetación: Aeonium Promoción y Educación Ambiental *S.Coop.*

Fotografías: Archivo fotográfico de la Viceconsejería de Medio Ambiente
del Gobierno de Canarias
Archivo fotográfico de Aeonium Promoción y Educación Ambiental *S.Coop.*
Domingo Trujillo
Fernando Cova
Andrés Rodríguez
Gregorio Díaz
José Alfredo Pérez
Manuel Arechavaleta
Marcos Báez
Pedro Oromí
José García Casanova
Miguel Gutiérrez
Lúa Vázquez

Impresión: Litografía A. Romero

Depósito Legal: TF- 722/2005

ISBN: 84-89729-26-3



ÍNDICE

Presentación	8
¿Por qué el Banco de Datos?	15
El Banco de Datos en la red	33
Utilidades I. Informes sobre los usos en el territorio	43
Utilidades II. Propuesta de nuevas áreas ZEPA	57
Utilidades III. Lanzarote Reserva de la Biosfera	77
Utilidades IV. Evaluación de especies amenazadas	101
Utilidades V. Áreas prioritarias complementarias de conservación en Tenerife	115
Utilidades VI. Modelos predictivos de distribución de especies	141
Referencias bibliográficas	156





Presentación



A lo largo de estos últimos ocho años se ha podido poner en marcha y desarrollar una empresa harto difícil comprometida en disponer en un sólo punto de referencia de los datos sobre todos los elementos de la biota de Canarias. Posiblemente se trata de uno de los pocos sitios en el mundo donde se haya podido reunir, de la manera en que se ha hecho, todo el inventario de personajes que forman parte de sus ecosistemas. Ya desde el comienzo del diseño de lo que hoy es el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias, se pudo comprobar las dificultades que planteaba iniciar un proyecto de esta magnitud. El objetivo del proyecto Biota era nada más y nada menos que organizar la vasta bibliografía existente sobre especies terrestres y marinas de las islas y traducir esta bibliografía a un sistema único manteniendo criterios adecuados y homogéneos.

En una primera etapa, quizás la más creativa de todo el proyecto, se trabajó a partir de un documento inicial sobre el cual se estableció un proceso de discusión muy productivo entre expertos científicos especialistas en todos los grupos taxonómicos de las especies de Canarias. La unificación de criterios se convirtió en una labor extremadamente delicada, especialmente en los aspectos taxonómicos entre el reino animal y el reino vegetal. Tanto la nomenclatura como las categorías inferiores al nivel de especie fueron las razones más controvertidas en la culminación de los acuerdos definitivos de funcionamiento. Sin embargo, el trabajo sobre la forma en la que se debía extraer la información de las referencias documentales e incorporarla al almacén del Banco de Datos de Biodiversidad, constituyó la fase más enriquecedora de todo el proceso de diseño. Se trataba de poder descubrir de la forma más fácil y cómoda posible, al alcance de todos, una información que de una u otra manera había estado siempre “oculta” a las personas que no trabajaban directa o estrechamente con ella.

La necesidad de disponer de herramientas informáticas de última generación para el registro de tal cantidad de información, con programas capaces de almacenar millones de datos que pudieran ser consultados de la forma más práctica posible, unido a la labor de coordinación entre los citados científicos taxono-

mos y personal informático especializado, dieron finalmente con la clave para establecer el programa que se requería. Este programa, denominado ATLANTIS, es un software cuya proyección fue desde su inicio servir al almacenamiento de datos sobre la biota de Canarias y dotar a la administración de las herramientas de consulta necesarias para ayudar en las tareas de conservación de la biodiversidad.

Después de comprobar tras numerosas pruebas de contraste el funcionamiento del software, se inició la tarea más importante en todo el desarrollo del Proyecto Biota y del Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias, consistente en el registro de la información. Durante seis años consecutivos se desempeñó una labor ardua en la que un grupo de científicos y un grupo de técnicos concedores de las miles de especies que viven en Canarias se coordinaron para seleccionar y afinar de forma rigurosa la información contenida en más de 10.000 documentos. Lo complicado de este trabajo no fue solamente su magnitud, sino la complejidad de traducir cartográficamente cada dato extraído de una referencia documental al programa informático. En la actualidad, las bases de datos almacenan más de diez millones de registros, lo cual da una idea aproximada del esfuerzo que ha supuesto esta fase del Banco de Datos.

Después de los primeros tres años de recopilación y registro de la información de la biota ya, fue posible plasmar en un solo documento el inventario de todas las especies y subespecies conocidas de las islas Canarias: un total de 12.661 especies y 936 subespecies. Este catálogo de la biota, con información de su endemidad y de su localización geográfica constituyó un punto de partida importante sobre el estado de la biodiversidad taxonómica de Canarias. Este catálogo se ha actualizado en 2004 a través de una nueva publicación en la cual se ha incorporado información sobre el origen de las especies.

De forma paralela al registro de los datos se fue elaborando un módulo de consultas en el programa ATLANTIS. Éste debía permitir la realización de análisis útiles y sencillos para su uso en los diferentes departamentos de las administra-

ciones públicas responsables en la gestión y conservación de los recursos naturales. Estos análisis están relacionados con estudios de impacto ambiental, con la planificación del territorio y con la protección de las especies amenazadas. Tras numerosos ajustes, se consiguió establecer un sistema que está utilizándose en la actualidad para dichas tareas.

Siguiendo las propuestas iniciales del Banco de Datos, desde hace dos años se dispone de las herramientas que justificaron su creación. En la actualidad es posible realizar análisis de la biota conocida de un lugar concreto de las islas. Es posible extraer información sobre dicha biota en particular (si es endémica, amenazada o introducida). Es posible averiguar cuáles son los lugares donde mayor cantidad de especies se han citado y por tanto determinar los sitios con mayor biodiversidad. Es posible observar la evolución de la distribución de las especies a lo largo de los años o de las décadas. Estas y otras funciones similares son de gran utilidad a la hora de informar sobre las características de una zona concreta o de las posibles consecuencias de un determinado proyecto sobre la biodiversidad del lugar donde se pretende ejecutar.

En este sentido, uno de los logros más importantes del Banco ha sido el avance impresionante que se ha producido en cuanto al conocimiento de la situación de la biota. El nivel de utilización de esta información ha crecido de forma exponencial desde que ha podido gestionarse el módulo de consultas de ATLANTIS. Los que trabajamos en la administración pública hemos podido comprobar la gran utilidad que nos ofrece el Banco de Datos. Hace años era prácticamente imposible acceder a la información que hoy tenemos. La posibilidad de disponer de esta biblioteca de información cartográfica sobre las especies de Canarias contribuye a una mejor eficacia y calidad en la elaboración de los numerosos informes y análisis que se generan en el seno de las administraciones con responsabilidad en la gestión y conservación de la biodiversidad.

En la actualidad el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias proporciona información tanto a las administraciones públicas que la necesitan como al públi-

co en general, a través de una página de Internet. Para ello se han desarrollado diversos programas de consulta y se extraen paquetes de información sobre las islas o zonas requeridas. El mantenimiento de las bases de datos actuales y la mejora de las mismas, especialmente de la información sobre especies amenazadas, son los esfuerzos previstos para el futuro. En esta previsión se incluye además, facilitar la canalización de toda esta información porque se entiende que esta vía de reconocer y entender la situación de las especies constituye un apoyo importante en la conservación de la biodiversidad.

El contenido de este libro pretende extraer una muestra de los diferentes aspectos que desarrolla en la actualidad el Banco de Datos de Biodiversidad. En un primer capítulo se pormenorizan las necesidades de creación del Banco, así como sus características y funcionalidad. Posteriormente se abordan las distintas maneras en las que se está haciendo uso de la información contenida en las bases de datos: desde el tratamiento que se le da a través de Internet, hasta la forma en la que se proporcionan los datos a las administraciones y cómo se utiliza la información para el establecimiento de prioridades de conservación, para la designación de Lugares de Importancia Comunitaria o para la revisión de la situación de las especies amenazadas de Canarias.







1

¿Por qué el Banco de Datos?

SIEMPRE QUE UN TERRITORIO RICO en naturaleza se ve sometido a importantes tensiones por el sobreuso de sus recursos, la gestión activa y comprometida es la única posibilidad de evitar pérdidas irreparables en la biodiversidad. En estos casos, la conservación de la naturaleza es una tarea equiparable, a menudo, a la gestión continua de una crisis, que con frecuencia busca resolver problemas nuevos sin tiempo para obtener la información necesaria para saber cuál es la mejor decisión posible. Así las cosas, normalmente se opta por la decisión aparentemente menos mala que, sea cual sea, estará casi siempre rodeada de gran incertidumbre.

1.1. *Toma de decisiones en la era de la información*

La sociedad actual está cambiando de un planteamiento basado en la producción a otro basado en la información. Todos los años en el planeta surgen 40.000 nuevas palabras que enriquecen el vocabulario, se publican más de dos millones de artículos en más de 60.000 revistas de ciencia, es decir, cada cuatro minutos aparece algún artículo científico. Solamente en lo que son las actuales autopistas de la información (Internet), 50 millones de





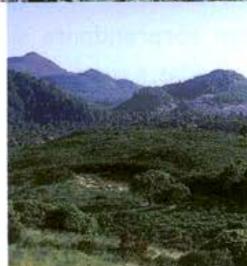
usuarios en todo el mundo transfieren semanalmente casi dos millones de artículos a través de la red USENET, lo cual representa un tráfico equivalente a 100.000 páginas impresas por día.

Ante semejante avalancha de información, cada vez resulta más necesario disponer de sistemas que organicen los datos de forma que se pueda acceder a ellos de forma rápida y eficaz. En esta línea, las bases de datos de biodiversidad son herramientas imprescindibles que cada vez proliferan más, hasta el punto que, en la actualidad, están surgiendo redes de redes que conectan bases de datos muy distintas entre sí de manera descentralizada. Sin embargo, el riesgo de que no haya una coordinación central proviene de que puede llevar a una pérdida paulatina de rigor y una baja eficacia de interconectividad. Por ello, se están haciendo muchos esfuerzos con vistas al establecimiento de protocolos de normalización que permitan optimizar los resultados y asegurar un control de calidad mínimo. Esta es la clave del funcionamiento de cualquier banco de datos, pues de ello dependerá su utilidad práctica.

En medio de este maremagno de información es importante diferenciar las bases de datos según su objetivo: no es lo mismo cuando se orientan a organizar el progreso científico que cuando pretenden configurar una herramienta para la toma de decisiones en gestión. Las primeras, tienen un propósito a medio y largo plazo, y las segundas, a medio y corto plazo. En las bases de datos orientadas a la gestión es, muchas veces, menos relevante conocer el nombre válido de una especie que su corología, amenazas, etc., de modo que muchos de los debates taxonómicos, que caracterizan el ámbito científico, tienen aquí un papel secundario. Las decisiones de conservación se toman, por lo general, a corto plazo, y dado el nivel de conocimiento acumulado, no puede argumentarse desconocimiento para justificar decisiones equivocadas. Por eso, la instrumentación de bases de datos enfocadas a dar respuesta a una demanda rápida de información, o a aportar los datos necesarios para poder optar entre varias



alternativas, es una imperiosa necesidad cuando se persigue una buena gestión de los recursos naturales.



1.2. *Incertidumbre y conservación*

En el ámbito de la gestión de los recursos naturales los problemas nuevos, raros e inesperados que el gestor enfrenta, y que precisan de una solución urgente, suelen denominárseles como “sorpresas” (HILBORN, 1987). Sin embargo, una parte de estas sorpresas podrían realmente evitarse, pues con frecuencia tienen su origen más en el desconocimiento de los antecedentes del problema y en la ignorancia de cómo funcionan los ecosistemas, que en la existencia de un proceso natural de naturaleza intrínsecamente impredecible. La ignorancia es, en buena medida, causa de gestión imprudente y la principal razón de pérdida de credibilidad de los gestores en la sociedad. Desde un punto de vista monetario entraña, además, importantes costos para la conservación (McCOY, 1995).



Pero, incluso, cuando se tiene toda la información y las sorpresas son menos probables, hay todavía una componente de incertidumbre debida al desacuerdo sobre cuál es la mejor decisión posible, que puede darse incluso entre científicos que interpretan la misma información. Esto no es tan sorprendente si tenemos en cuenta que las interpretaciones están influidas, a menudo, por la visión personal de los técnicos, científicos y gestores que, a veces, se sustenta en convicciones o posicionamientos íntimos que poco tienen que ver con la realidad de las cosas. Por ejemplo, a

la hora de definir la lista de especies de una región es posible que no se consiga un acuerdo entre todos los científicos taxónomos de un mismo grupo, pues no todos tienen la misma visión respecto al concepto de especie o subespecie ni respecto a los límites y diferencias de unas y otras. Así se explica cómo es que las publicaciones científicas estén llenas de cambios taxonómicos, nuevas combinaciones que a menudo entrañan auténticas revoluciones en la clasificación.





Finalmente, otro tipo de incertidumbre que también dificulta la gestión es la derivada del distinto sentido que se le da a palabras de uso común. Es lo que se conoce como incertidumbre lingüística o semántica (REGAN, 2002), y es motivo, también, de acalorados debates sobre las características de las especies. Por ejemplo, ¿qué se debe considerar como una especie introducida, la que arribó a las islas en las últimas décadas y aún no ha conseguido expandirse, la que llegó hace siglos y está completamente asilvestrada o la que llegó hace milenios, con los primitivos aborígenes, y que ya está plenamente integrada en la naturaleza?, ¿qué es una especie amenazada, la que se encuentra en riesgo aunque sus poblaciones se mantengan estables o la que está en declive?, ¿se debe considerar amenazada una especie con un declive en su tamaño poblacional del 10% o éste ha de ser mayor, digamos un 50%?

Una manera de disminuir las sorpresas y contrarrestar la incertidumbre es desarrollando herramientas que permitan un manejo más óptimo de la información, a fin de posibilitar que la experiencia de situaciones anterior-



res pueda ser aprovechada en el momento en que se necesita. El Convenio Internacional de Biodiversidad recomienda, en su artículo 18, el desarrollo de mecanismos de facilitación orientados precisamente a este objetivo, y uno de los más socorridos son las bases de datos capaces de organizar la información existente sobre las especies. Particularmente útiles son las bases de datos taxonómicas, que tienen que ver con la clasificación de la vida misma.

1.3. *El Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias*

La estrategia del *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias* es la de disponer de un registro oficial de especies y una representación cartográfica del estado del conocimiento de cada una de ellas en cuanto a su distribución en el archipiélago y sus aguas circundantes. Se trata de constituir algo parecido a una "notaría" de la naturaleza donde se incorporen todas las especies citadas en Canarias, que resulten válidas según criterios científicos. La base de datos debe ser dinámica y registrar, además, el avance del conocimiento en cuanto a nuevas especies descubiertas o citadas en Canarias por vez primera, y a nuevas presencias en cualquier punto de la geografía archipelágica. De la utilización prudente de toda esta información surgirán múltiples aplicaciones, según se relaciona en esta obra.

¿Por qué el Banco de Datos?

Dejando, por el momento, de lado las múltiples razones de tipo ético o estético que justifican la preservación de las especies, si nos adentramos en una visión meramente utilitaria, la biodiversidad tiene una función social basada en su utilidad y la potencialidad que encierran las especies para suministrar enormes beneficios a la sociedad, la mayor parte de los

cuales aún nos son desconocidos e irán desgranándose con el progreso científico. Cualquier estrategia de conservación debe considerar este sentido utilitario intrínseco, pues lo contrario lleva a un riesgo de fracaso en la gestión, de lo cual hay buena prueba en el pasado cada vez que se ha ignorado el beneficio tangible que las especies puede aportar a la humanidad. Entonces, si la biodiversidad puede ser objeto de uso, éste ha de compaginarse necesariamente con su conservación como garante de perdurabilidad (gestión sostenible), a fin de evitar que se produzcan pérdidas irreversibles. La conservación precisa ante todo poder responder a cuatro cuestiones simples: ¿qué biodiversidad tenemos?, ¿dónde está?, ¿cuáles son sus características?, ¿qué utilidad podemos darle?.

La conservación de la biodiversidad requiere tanto de identificaciones fiables de las especies como de mecanismos de acceso a la información de forma rápida y flexible. Resulta paradójico que justo ahora cuando disponemos de más información, que en cualquier época del pasado, sea tan difícil beneficiarnos de esta ventaja debido a que dicha información se encuentra dispersa y desorganizada. El *Banco de Datos de Biodiversidad* debe ser-





vir para superar este inconveniente, posibilitando que se le pueda sacar a la información el máximo provecho posible. Su establecimiento, a instancias de una administración pública, está en consonancia con la condición de bien común del recurso que estamos gestionando. Como todos los bienes comunes, la biodiversidad es patrimonio de todos en general y de nadie en particular y puesto que su sobreuso puede deteriorarla, lícito es que sean las instituciones públicas las que velen por su mantenimiento en nombre de todos. No obstante, la implementación del *Banco de Datos* corresponde también a instituciones no gubernamentales y entidades privadas. En este sentido, los organismos científicos han de ejercer aquí un papel destacado hasta el punto de constituir, junto con la administración encargada de mantener el *Banco de Datos*, las piedras angulares de su funcionamiento.

¿Qué es el Banco de Datos?

El *Banco de Datos* es un instrumento para organizar la información existente de biodiversidad y darle un sello oficial. Como tal deberá servir de cauce de difusión de información veraz y en tiempo real que sirva a políticos, técnicos y ciudadanos para la toma de decisiones sobre conservación. También pretende ser una expresión del auténtico valor del patrimonio natural de Canarias, de cuya conservación todos somos responsables.

En lo concerniente a las especies, el *Banco de Datos* brinda dos tipos de información: una lista de especies y una representación de la distribución de cada una de ellas. La primera permite aproximar la conservación a una escala regional, donde lo importante es el recuento de taxones presentes y sus características biogeográficas del tipo de ¿cuántas especies son nativas?, ¿cuántas son introducidas?, ¿cuántas son endémicas?. La distribución permite una aproximación local, tanto más fina cuanto mayor resolución tenga la escala de trabajo (de registro de los datos). Normalmente, las



decisiones estratégicas de conservación se toman a nivel global –regional en nuestro caso–, mientras que las decisiones realmente prácticas y ejecutivas se toman a nivel local, de modo que ambas aproximaciones son igualmente relevantes.

¿Qué no es el Banco de Datos?

El *Banco de Datos* no es un mero ejercicio para aglutinar información con el fin de satisfacer la curiosidad intelectual de los científicos, es más bien un procedimiento para poner en juego toda la información a fin de satisfacer las demandas de la sociedad en su conjunto. Si de la puesta en marcha del *Banco de Datos* no se concluye un mejor conocimiento, en todos los ámbitos sociales, del valor de la biodiversidad y un uso más sostenible de la misma, entonces el esfuerzo habrá sido infructuoso. La experiencia en otros bancos de datos similares, por ejemplo, los desarrollados en el marco del Instituto de Biodiversidad de Costa Rica (GÁMEZ LOBO, 1999), aconsejan una mayor aproximación al ámbito educativo que al estrictamente científico, a fin de que los inventarios de biodiversidad puedan considerarse como una experiencia educativa por derecho propio, que debe contar con la intervención de la sociedad a quien pertenece dicha biodiversidad. En consecuencia, no es cometido del *Banco de Datos* la exhaustividad que demandaría un enfoque más académico, y los registros no necesitan incluir todo el historial de cada especie, sino solo la información útil a la conservación y uso sostenible.

Finalmente, el *Banco de Datos* no debe nunca y bajo ninguna circunstancia constituirse en un instrumento para monopolizar la información entre técnicos y científicos. Tan importante como registrar la biodiversidad es poner al alcance de todos la información resultante de su análisis. Piénsese que no sólo se quiere descansar en la sociedad la responsabilidad de la conservación, sino que, además, se quiere facilitar los nuevos estudios

mediante la difusión universal del conocimiento, contribuyendo a evitar la pérdida de tiempo y esfuerzo en la recopilación de datos, previo a cada investigación. La única limitación, en la libre difusión de la información, está en las circunstancias en las cuales se pueda poner en peligro la conservación y cuando se pretenda comercializar con los datos.

1.4. **Estructura del Banco de Datos**

En el desarrollo del *Banco de Datos* interviene un variado elenco de agentes con diferentes cometidos cada uno, que pueden agruparse en dos esferas de acción, una científica y la otra de índole administrativa. Hay también un comité científico de control que criba la información que se registra en el *Banco de Datos*.

La esfera científica

Su misión es producir la información que luego será registrada en el *Banco de Datos*. Intervienen aquí especialistas de diferentes campos (sobre todo, taxónomos) y otras personas que sin tener la cualificación de especialistas puedan ser entrenados para realizar labores más mecánicas, sobre todo en lo concerniente a la recolección de muestras. Otros colaboradores importantes son los conservadores de colecciones biológicas. En las colecciones se almacenan los resultados de los muestreos y constituyen en sí mismo una valiosa fuente de información corológica, sobre todo después de ser analizada por especialistas.

Las prioridades de estudio las marca la esfera administrativa, que canaliza ayudas en función de prioridades en las que se tiene en cuenta:



1- La existencia de vacíos de información de grupos concretos en Canarias o en zonas determinadas donde se sabe que están presentes pero no han sido registrados formalmente.

2- La existencia de hábitats especiales o áreas singulares donde hayan particulares necesidades de gestión. Un ejemplo de hábitats son los territorios incluidos en la Red Natura 2000, y un ejemplo de espacios son aquellos que se han declarado como protegidos, sobre todo las reservas naturales y las zonas de exclusión de las demás categorías de protección.

3- La existencia de especies protegidas y/o amenazadas, especialmente aquellas incluidas en los catálogos oficiales de especies amenazadas o de interés especial, y las que justificaron la inclusión de algunos espacios de la Red Natura 2000.

4- Los taxones coespecíficos o congénéricos que presenten dudas de identificación y donde sea conveniente una clarificación a nivel molecular que permita resolver la incertidumbre taxonómica. Particularmente necesario es la clarificación de aquellas subespecies endémicas descritas hace más de un siglo que no se diferencian morfológicamente de otras subespecies presentes en Canarias o fuera de este territorio y que pudieran encontrarse amenazadas. Se trata de encontrar una argumentación científica sólida que justifique la posición taxonómica que se le ha dado y su consideración como especie prioritaria amenazada.



La esfera administrativa

Tiene la doble misión de registrar la información, de forma ordenada, para que pueda ser útil en la toma de decisiones sobre conservación, de políticos, técnicos y ciudadanos en general, y de poner la información al alcance de aquellos que la necesiten. Este ámbito de trabajo abarca tres tipos de tareas fundamentales, una de planificación, otra de documentación y otra de información.



El área de planificación es el centro neurálgico de todo el programa del *Banco de Datos*, donde se toman las principales decisiones en cuanto a su desarrollo. Entre sus cometidos se encuentra:



- Impulsar los estudios de prospección de nueva información.
- Asegurar la coordinación entre las esferas administrativa y científica, y con el comité científico.
- Asumir la tarea administrativa para el funcionamiento del *Banco de Datos*, los distintos proyectos asociados a él, y la canalización de ayudas a otros ámbitos.
- Priorizar las ayudas que fluyen hacia la esfera científica teniendo en cuenta los resultados de los análisis del Banco y las previsiones de demandas de información.
- Proponer la adopción de medidas específicas de protección para determinados recursos o territorios y su elevación a las instancias de toma de decisión política.
- Elaborar criterios y protocolos para estandarizar la carga de información y los diferentes análisis a realizar.
- Promover la formación, el entrenamiento y la instrucción del personal de cualquier ámbito del *Banco*, en sus respectivas capacidades.

La información la registra formalmente el Departamento de Documentación, cuyo cometido concreto es el siguiente:

- Mantener activa y actualizada las bases de datos que integran el software ATLANTIS.
- Custodiar la documentación que sustenta los registros informáticos de las bases de datos.



- Realizar los análisis pertinentes a partir de la información registrada en el *Banco*, especialmente relacionada con la edición de las listas de especies de Canarias, la cartografía de elementos amenazados, de áreas prioritarias de adquisición y de centros de diversidad.
- Almacenar, con los criterios y protocolos estandarizados, toda la información disponible, bien por haber sido editada, bien por haber resultado de un estudio realizado con fondos públicos.

El Departamento de Información es el encargado de la difusión y divulgación de la información del *Banco de Datos*. Entre sus cometidos está:

- Creación y mantenimiento de una página de Internet donde se suministre información de las especies y su distribución en un formato sencillo y simple.
- Elaborar productos de síntesis de la información registrada en el *Banco*, tales como cartografías resultantes de los análisis que haga el Departamento de Documentación, las listas periódicas de especies de Canarias, etc.



Comité Científico

Su misión esencial es controlar que la información que se registre en el *Banco de Datos* sea fiable a fin de evitar la carga de “ruido” que pueda invalidar la base de datos. Son taxónomos de uno o varios grupos, capacitados para evaluar la información según una escala predeterminada, a fin de tipificarla según distintos grados de fiabilidad. El Comité Científico trabaja fundamentalmente con la validación de los nombres de las especie y subespecies, y en menor medida, con la valoración de los distintos documentos que se registran.

1.5. La pirámide de información

La información asociada a una óptima gestión de los recursos puede ser de variado tipo, con diferentes escalas y niveles de generalización según los casos. Habitualmente, se reconoce que esta información debe centrarse en las especies, los genes y los ecosistemas, pues cada uno de estos componentes aporta una visión distinta y complementaria. Tanto los gestores como los científicos se mueven en un rango de datos que podrían representarse como una pirámide, en cuya base se localiza la información más específica y hacia la cúspide se localiza la información más generalista e integradora. JACOB *et al.* (2002) diseñaron la metáfora de la pirámide de información para la toma de decisiones de conservación, coherente con el conocimiento existente (ver Figura 1 en la siguiente página).

Esta aproximación fundamenta los flujos de información que rigen el gobierno de la administración ambiental en Nueva Zelanda, de donde provienen los autores citados. La cara izquierda de la pirámide, representada en la Figura, muestra ejemplos de los componentes biofísicos de la biodiversidad terrestre. La cara derecha muestra los componentes institucio-

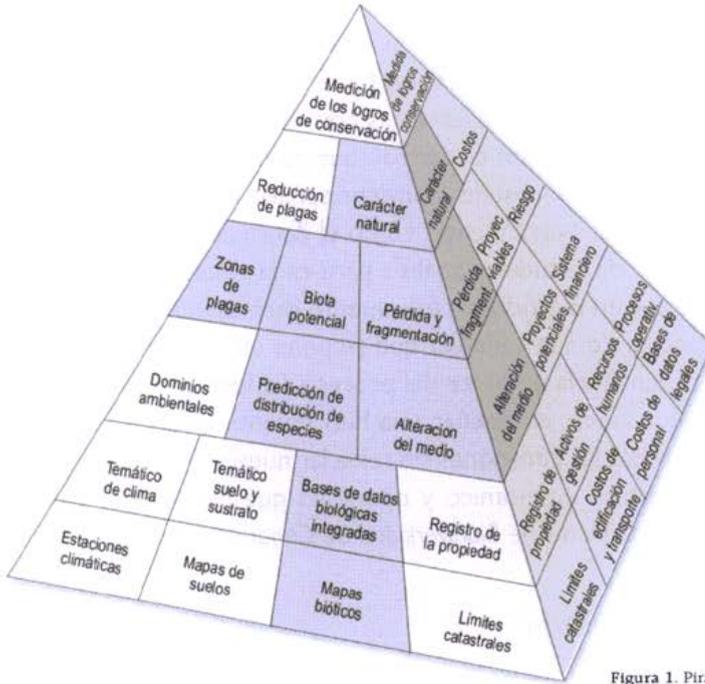
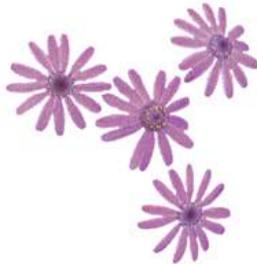


Figura 1. Pirámide de información para la toma de decisiones informadas sobre biodiversidad y posición del Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.

nales asociados a la administración de conservación. La base de la pirámide muestra los datos puros considerados independientemente, y a medida que se avanza hacia la zona media, éstos se van integrando hasta alcanzar las mayores generalizaciones en la parte alta de la pirámide. El objetivo último, de evaluar los logros de la conservación, sólo es alcanzable si se cuenta con las pertinentes generalizaciones a partir de los datos de base. La mayoría de los científicos trabajan en la parte baja de la pirámide, mientras que los gestores lo hacen en la parte media alta, y los políticos toman sus decisiones estratégicas según la información proveniente de la parte alta.

El *Banco de Datos* se ha diseñado como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones sobre conservación, de modo que se sitúa en la zona media de la pirámide de la información (área sombreada de la Figura 1). Esto es una de las principales diferencias con otras bases de datos diseñadas por ámbitos puramente científicos, que se desarrollan casi exclusivamente en la base de la pirámide. Conviene señalar que, también, es posible trabajar sin diseñar herramientas como el *Banco de Datos*, elaborando costosos procesos de estudio y análisis para cada cuestión que se plantee. Además de ser un método excesivamente caro es, también, poco eficiente en la medida de que cada vez que se pone en marcha entraña una considerable redundancia en parte del proceso. La forma menos costosa, que evita la redundancia, es diseñar una herramienta global que permita dar respuesta a todas las cuestiones sin reiniciar nuevos estudios cada vez. Éste es el fundamento económico y operativo que justifica el establecimiento del *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias*.





2

El Banco de Datos en la red

EN LOS ÚLTIMOS TIEMPOS el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, ha alcanzado una gran relevancia social, económica y cultural, haciéndose cada vez más necesaria su utilización en muchos ámbitos de la sociedad.

Desde comienzos de este nuevo milenio el Gobierno de Canarias viene apostando por el desarrollo de las telecomunicaciones, entendiendo que de esta manera se mejora la competitividad de las empresas al conseguir el intercambio de la información de forma más rápida, eficiente y a menos costes, lo que además facilita la implantación de una administración más eficaz y, por otra parte, nos permitirá el intercambio de la información, conocimientos y formación, con cualquier parte del mundo.

En esta línea de actuación se enmarca el *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias*, cuya motivación principal de funcionamiento está dirigida a facilitar la divulgación de la información sobre la biota de Canarias. Era una información hasta ahora restringida mayormente a diferentes sectores académicos y de investigación, pero que debe tener una proyección general sobre la sociedad, por un lado al objeto de dar a conocer en su justa medida el valor de nuestra biodiversidad, y por otro lado, con la pretensión obligada de dotar a las administraciones responsables de las herramientas más eficaces en su labor de protección y conservación de la naturaleza.



En este sentido, cuanto mayor conocimiento se dispone sobre los elementos que conforman dicha naturaleza, mayor será la capacidad para gestionarlos. Pero al mismo tiempo, mayor debe ser el sentido de la responsabilidad sobre su conservación, tanto desde las administraciones competentes en materia medioambiental como desde las entidades y personas que de una u otra forma utilizamos sus recursos. Es por ello que la información sobre la biodiversidad debe estar disponible al mayor ámbito posible de la sociedad, a fin de que su divulgación ejerza un efecto multiplicador.

Este planteamiento está en sintonía con las tendencias actuales de motivación de muchos países en establecer redes interoperativas de intercambio de información sobre la biota de las distintas áreas del planeta. Canarias está en una zona de alta endemividad y nivel de riesgo sobre las especies, conjuntamente con Azores, Madeira y Cabo Verde. Esta realidad ha impulsado a un esfuerzo de cooperación para el establecimiento de bancos de datos de los cuatro archipiélagos, a través de programas Interreg, cofinanciados por la Unión Europea.

2.1. *El Banco de Datos en la Red*

Por estos motivos, y considerando la envergadura de conocimientos registrados en el *Banco de Datos* y las amplias posibilidades de aplicación que ofrece, surge la necesidad de incorporarlo en una vía de amplia difusión y rápido acceso como la página web de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, desde donde se accede a la página de biodiversidad (Figura 1), que conecta con la del *Banco de Datos* (Figura 2).

<http://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/biodiversidad/ceplam/bancodatos/bancodatos.html>



Figura 1. Pantalla inicial de la página de Biodiversidad.



Figura 2. Pantalla inicial de la página del Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.



Figura 3. Pantalla de acceso a la información de la "Lista de especies silvestres de Canarias".

Esta página está organizada en dos aspectos principales: por un lado la información sobre la estructura del *Banco de Datos* y por otro lado el acceso a la consulta de la base de datos de biodiversidad.

A través del primer bloque de información se accede a diferentes proyectos, documentos y resultados del *Banco de Datos*: el Proyecto Biota, los listados de especies, el programa informático ATLANTIS, la edición de monografías sobre grupos taxonómicos concretos o la Orden de creación del *Banco de Datos*. De esta forma, el usuario dispone a través de la Red (Figura 3), de la totalidad de los datos contenidos en los listados de especies de Canarias (IZQUIERDO *et al.* (eds.), 2001). En estos listados se detalla la distribución insular y la endemismos de las cerca de 20.000 especies y subespecies conocidas de los medios terrestre y marino de Canarias, e información de conjunto sobre los balances estadísticos de especies y grupos taxonómicos en las diferentes islas del Archipiélago, con referencia del valor de endemismos o de los niveles de profundidad en el caso de las especies del litoral de las islas (MORO *et al.* (eds.), 2003).



El acceso a la consulta de las bases de datos del *Banco de Datos* terrestre es tal vez una de las aportaciones más innovadoras que ha incluido la web, ya que a través de sus diferentes utilidades permite al usuario realizar diferentes análisis para obtener una información más personalizada del *Banco de Datos de Biodiversidad*.

Esta aplicación informática contiene diversas herramientas de consulta de cartografía digital (coordenadas de referencia, ortofotos, cuadrículas, zoom y traslación de la imagen). La consulta de la información se puede realizar mediante dos fórmulas de exploración:

- Mediante una “ficha de especie” en la que se exponen los datos taxonómicos, biológicos y de distribución de cada una de ellas.
- A través de una base cartográfica básica en la que se pueden consultar la riqueza de especies (número de especies y subespecies) en sectores seleccionados del territorio de las islas y la relación de las especies que componen el conjunto de la biota obtenida.

En la actualidad, la información disponible en esta página web está referida a las especies y subespecies terrestres de hongos, líquenes, briófitos, helechos y plantas fanerógamas de las Islas Canarias, sobre una malla de cuadrículas de 5.000 metros de lado. La localización de las especies y





subespecies sobre cada cuadrícula se corresponde con la totalidad de las citas que sobre ellas ha quedado constatada en un importante número de documentos. Por tanto, la lectura que se debe extraer de los mapas no debe ser asociada directamente a la distribución actual de las especies, sino al resultado de la suma de las localidades en las que han sido registradas. En un futuro próximo se pretende actualizar la información incorporando el resto de los grupos taxonómicos terrestres (vertebrados, artrópodos, moluscos, anélidos, nemátodos, platelmintos y nemertinos) así como la base de datos de biota marina.

El diseño de funcionamiento de las consultas en la web hace que el manejo sea muy cómodo y fácil. Mediante diferentes botones universales de zoom y desplazamientos es posible seleccionar lugares concretos de las islas para extraer información sobre las especies citadas (Figura 4 de la página siguiente).



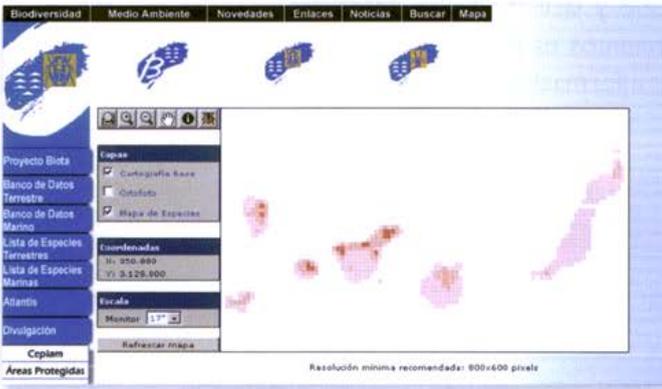
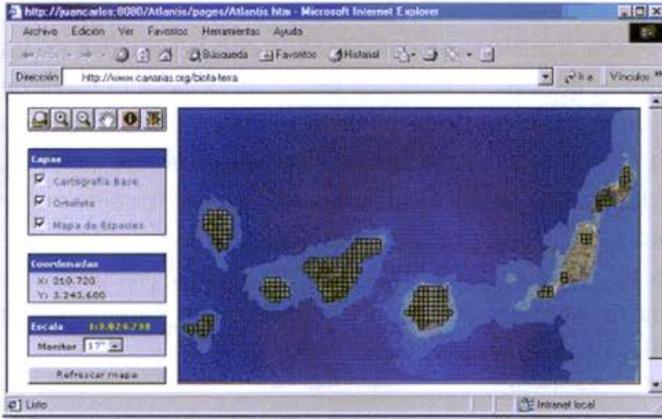
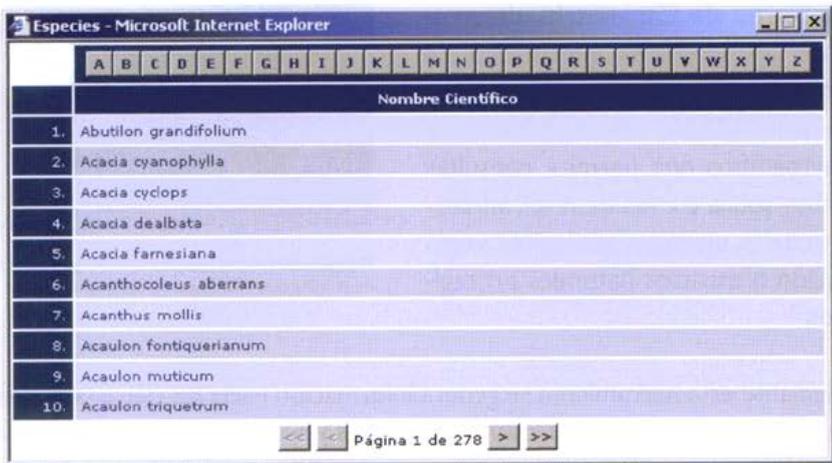


Figura 4. Pantallas de consulta sobre la riqueza de especies del territorio.

Una vez extraídos los listados de especies, se pueden obtener datos concretos sobre cada una (Figura 5). Esto supone un volumen de volcado de información muy importante si tenemos en cuenta las 20.000 especies conocidas de Canarias.



Nombre Especie	Agrimonia eupatoria L.		
Nombre Común	Agrimonia		
Validación Taxón	Taxon válido		Endemismo
División	Spermatophyta		Archipiélago canario
Subdivisión	Magnoliophytina	Foto no disponible	
Clase	Magnoliopsida		
Orden			
Familia	Rosaceae		
Descripción			

Sinonimias
Nivel de Protección
Estatus de Conservación
Hábitat
Origen

Figura 5. Pantallas de consulta sobre las especies.



2.2. Contribución de Atlantis en el software “Mapa”

De forma paralela a la puesta en marcha del *Banco de Datos de Biodiversidad*, en los últimos años el Gobierno de Canarias ha desarrollado un programa informático de consulta de datos geográficos denominado “MAPA”. Es un visualizador cartográfico que permite consultar datos sobre curvas de nivel, infraestructuras, unidades geológicas, vegetación o espacios naturales protegidos.



Figura 6. Pantalla de consulta del Banco de Datos de la aplicación «MAPA».

Mediante esta herramienta se genera información hacia los departamentos de las distintas consejerías, cabildos insulares y ayuntamientos. Es una información que se utiliza cada vez en mayor medida para las diversas labores de gestión y administración de dichas instituciones, entre ellas labores relacionadas con el manejo y conservación de los recursos naturales.

Es por ello que recientemente se ha incluido en “MAPA” información proveniente del *Banco de Datos de Biodiversidad*. Esta información está estructurada en varias capas con datos sobre especies protegidas (Figura 6). A partir de bases de datos del *Banco*, se han exportado bases de datos específicas conteniendo solamente los datos referidos a especies protegidas, incluidas en los catálogos de especies amenazadas, así como en las directivas y convenios internacionales. La información utilizada es de alta calidad y la precisión está referida a cuadrículas de 500 m de lado sobre el territorio.

La combinación de datos sobre la biota protegida con la información referida a infraestructuras, población, modelo digital del terreno o fotografía aérea, convierten a este sistema en un excelente proveedor de los elementos necesarios para las responsabilidades de gestión de las citadas administraciones. Así desde cualquier terminal de "MAPA" se puede conseguir de manera instantánea un diagnóstico fiable de la posible afección o el impacto ambiental de una determinada infraestructura o proyecto sobre el normal desarrollo de una población animal o vegetal de una especie protegida, o determinar cuáles son los lugares candidatos a una mayor o menor protección en el marco del desarrollo de un plan de gestión de un espacio natural protegido o dentro de las disposiciones de un plan insular o de un plan de ordenación urbana.







3

UTILIDADES I Informes sobre los usos en el territorio

DENTRO DEL CONJUNTO DE ANÁLISIS de biodiversidad, del programa ATLANTIS, destacan los informes de áreas seleccionadas del territorio. Utilizando diferentes filtros sobre la información, se pueden obtener listados de taxones de un ámbito concreto previamente definido.

La consulta de estos listados es especialmente útil para la elaboración de inventarios básicos en el desarrollo de documentos de planes de espacios naturales protegidos, planes de desarrollo de comarcas, planes urbanísticos o estudios de impacto ambiental. A partir de estos listados se pueden detectar especies protegidas, endémicas o con alguna particularidad que les confiera algún grado de vulnerabilidad o algún nivel de protección establecido por documentos normativos.

De la misma manera, se pueden elaborar mapas sobre especies concretas seleccionadas, según los diferentes filtros de niveles de precisión, confianza, ámbitos, fechas de las citas, etc. Son especialmente útiles para observar la distribución de las especies o la situación de la biodiversidad sobre territorios previamente definidos.

Desde que se ha puesto en funcionamiento el módulo de análisis de ATLANTIS, desde la Dirección General del Medio Natural se ha venido

dando respuesta a un número importante de solicitudes sobre información de la biota de áreas seleccionadas o de especies concretas. Estos son los dos tipos de informes que de forma regular se solicitan al *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias*, aunque la demanda es notablemente superior en el caso de los inventarios de especies.

3.1. **Los listados de especies**

Debido a la diversidad de niveles contenidos en los parámetros de análisis del programa ATLANTIS, la emisión de los informes sobre listados de especies conlleva definir unos criterios para ejecutar la consulta. De esta



forma, la mayor parte de los análisis, a excepción de aquellos sobre los que se especifican los detalles de la consulta, se realizan con los niveles máximos de confianza y precisión y sobre cuadrículas de 500 metros de lado. Con el fin de evitar errores sobre presencia de especies, en la actualidad, en los lugares para los que se solicita una consulta, ésta se suele condicionar al análisis de las citas correspondientes sólo a las últimas tres décadas, especialmente cuando se trata de especies amenazadas. Los listados se organizan según las categorías taxonómicas establecidas en el Banco de Datos de Biodiversidad y con información de la isla donde se ha citado.

En los casos donde se solicita información sobre especies endémicas o amenazadas, se incorpora en el informe las categorías correspondientes a cada una de las especies.

Filo	Clase	Orden	Familia	Especie/Subespecie	H	P	G	T	C	F	L
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Buprestidae	<i>Acmaeodera cisti</i> Wollaston, 1862		X	X	X	X		
				<i>Acmaeodera plogiata</i> Wollaston, 1864	X	X	X	X	X		
				<i>Acmaeodera rubromaculata</i> Lucas, 1844	X			X	X		
				ssp. <i>fracta</i> Wollaston, 1864	X			X	X		
				<i>Buprestis bertheleti</i> Castelnau & Gory, 1837		X	X	X	X		
				Dytiscidae	<i>Agabus biguttatus</i> (Olivier, 1795)		X	X	X	X	
					<i>Agabus nebulosus</i> (Forster, 1771)	X	X	X	X	X	
					<i>Bidessus minutissimus</i> (Germar, 1824)		X		X	X	X
					<i>Groptodytes delectus</i> (Wollaston, 1864)				X	X	
					<i>Hydroporus errans</i> Sharp, 1882			X	X	X	X
			<i>Hygrotes confluens</i> (Fabricius, 1781)			X	X	X	X	X	
			<i>Laccophilus hyalinus</i> (DeGeer, 1774)				X	X	X		
			<i>Meladema coriacea</i> Laporte de Castelnau, 1834				X	X	X		
			<i>Nebrioporus canariensis</i> (Bedel, 1881)	X	X	X	X	X			
			<i>Stictonectes canariensis</i> Machado, 1987						X		
			Carabidae	<i>Agonum marginatum</i> (Linnaeus, 1758)				X	X	X	
				<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	X	X	X	X	X		
				<i>Bembidion varium</i> (Olivier, 1792)			X	X	X	X	X
				<i>Colathus angularis</i> Brullé, 1838						X	
				<i>Chlaenius spoliatus</i> (Rossi, 1792)				X	X	X	X

Figura 1. Listado parcial de artrópodos citados para la Reserva Natural Integral de Inagua (Gran Canaria). Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias. Niveles de precisión 1 y 2. Cuadrículas de 500 m. de lado. Citas posteriores a 1969.



3.3. Interpretación de los datos

Con el fin de evitar confusiones a la hora de interpretar los datos emitidos en los diferentes tipos de informes, éstos se acompañan de un anexo donde se explican detalladamente los criterios utilizados para la ejecución de los listados de especies y de los mapas. Al mismo tiempo, se llama expresamente la atención sobre el alcance de la información emitida. Es equívoco pensar que los resultados de los análisis del Banco de Datos se corresponden con la realidad exacta de la biota del lugar analizado. Por ello, el anexo señalado se refiere a este aspecto en los siguientes términos:

“...es necesario aclarar que el listado de especies y subespecies que se relaciona se refiere, exclusivamente, a las especies que han sido citadas en la literatura científica y técnica para los ámbitos seleccionados y no a las especies que existen de hecho en dichos ámbitos. Es posible, y en muchos casos probable, que además de las especies que han resultado del análisis del Banco de Datos, pudieran existir otras que no hayan sido nunca citadas. Esto aconseja que se realice el correspondiente inventario de campo a fin de conocer con mayor precisión la biota del lugar...”

De la misma manera, se expresan en este anexo otras cuestiones relacionadas con la precisión de los datos y con los años de las citas sobre las especies. Es importante tener en cuenta los valores de precisión y confianza de los datos origen del análisis. Dependiendo de estos valores la lectura de la información puede variar: cuando tomamos para el análisis datos de precisión 3, hemos de tener en cuenta que la información almacenada en el Banco procede de documentos que aseguran que una especie o subespecie se encuentra en una región del tamaño de Anaga o de Teno, en la isla de Tenerife, lo cual no supone la presencia de dicha espe-



cie en un barranco o en una playa de Anaga o de Teno. Cuando los datos del análisis proceden de citas almacenadas con nivel 2 de precisión, su interpretación correcta en el caso anterior es que la especie es citada concretamente para el barranco o la playa.

Respecto a los años de las citas, su interpretación requiere también una atención especial. Al hacer un análisis de las especies presentes en un lugar, si en el momento de ejecutar el análisis no se ha condicionado un periodo concreto de años sobre las citas, el resultado será un listado que contiene la totalidad de las especies que han sido citadas para el ámbito seleccionado, independientemente del momento en que han sido citadas.





Por lo tanto, es posible, y en muchos casos probable, que especies que se citaron en tiempos anteriores, en la actualidad no estén presentes. Este hecho es muy patente sobre todo en las zonas donde se han producido modificaciones sustanciales del territorio (áreas urbanas o turísticas), cuya biota natural se ha reducido, e incluso desaparecido. Por esta razón, los análisis deben plantearse filtrando los datos sobre periodos más recientes.

Otros criterios, utilizados en el momento de realizar los análisis para los informes, están relacionados con los siguientes aspectos:

- **Nivel de confianza.** El nivel de confianza es un identificador del grado de veracidad de los datos corológicos. En este sentido, es posible filtrar la información en función de tres niveles: datos seguros, datos dudosos y datos equívocos.
- **Validez del taxón.** Se pueden filtrar las especies, a trabajar, en función de tres niveles: taxones válidos, que corresponden a aquellas cuyo estatus taxonómico es correcto según las normas internacionales de nomenclatura; taxones dudosos, que ofrecen incertidumbre en su identificación o distribución en Canarias, y taxones por confirmar, que aun siendo taxones válidos, su distribución geográfica para el ámbito del archipiélago canario necesita confirmarse.
- **Origen.** Cada especie con registro en el *Banco de Datos* tiene asignada una de las seis categorías de origen establecidas por el *Banco de Datos de Biodiversidad* (nativo seguro, nativo probable, nativo posible, introducido seguro invasor, introducido seguro no invasor e introducido probable). Es posible filtrar las especies de la consulta por una o varias de estas categorías.



- **Endemicidad.** Se pueden filtrar las especies de la consulta en función de su endemicidad (especies no endémicas, endémicas de Macaronesia, endémicas de Canarias, o endemismos insulares).
- **Nidificación.** Se pueden filtrar las especies según sus datos de nidificación, es decir, especies no nidificantes o especies nidificantes en el ámbito analizado.
- **Extinción.** Se pueden filtrar las especies según sus datos de extinción (especies no extintas o extintas en el ámbito tratado).
- **Conservación.** Las especies del ámbito tratado se pueden filtrar según su estado de conservación en función de lo indicado por los documentos específicos del tema.
- **Protección.** Se pueden filtrar las especies en función de una o varias categorías de protección asignadas por uno o varios documentos normativos.
- **Hábitat.** También se permite el filtrado de las especies según los datos de hábitats que éstas tienen asociadas. Se puede ejecutar un filtro en una o varias de estas categorías.

3.4. *Balance de los informes del Banco de Datos*

Desde el año 2001 se han hecho este tipo de consultas al *Banco de Datos de Biodiversidad*, siendo éstas cada vez más frecuentes hasta constituir una de las actividades más relevantes del *Banco de Datos de Biodiversidad*.

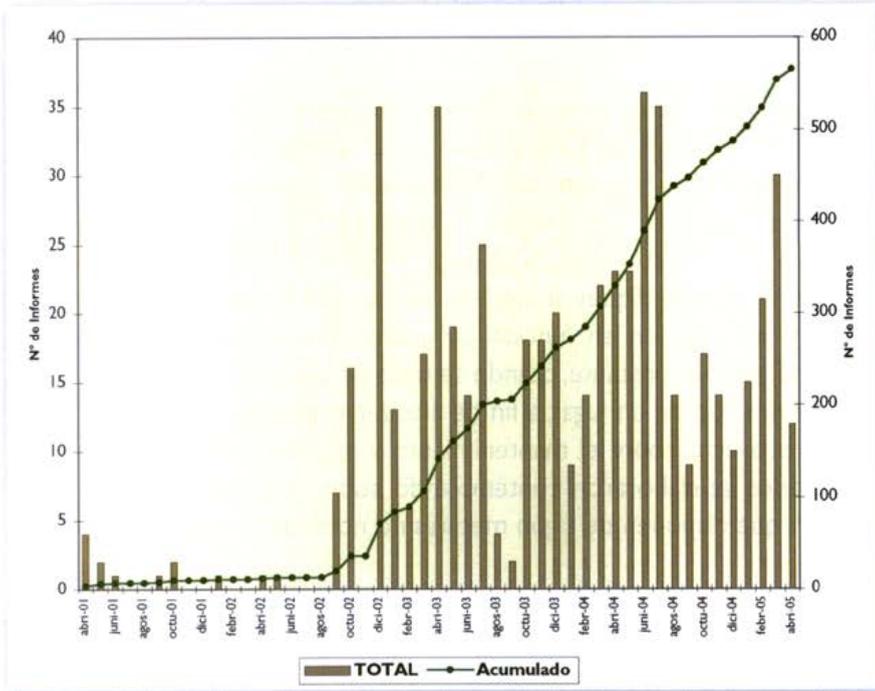


Figura 3. Número de informes emitidos por el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias.

Hasta el momento se han emitido un total de 566 informes, observándose un importante incremento desde octubre de 2002, fecha a partir de la cual la media de informes emitidos mensualmente se aproxima a 20.

3.5. Procedencia de las solicitudes

Las solicitudes de información que llegan al *Banco de Datos de Biodiversidad* provienen de diferentes ámbitos. La mayor parte de ellas han sido remitidas desde diferentes departamentos de las administraciones públicas, incluyendo el Gobierno de Canarias, cabildos insulares y ayuntamientos. El resto de las solicitudes provienen de personas e instituciones privadas.



3.6. Información solicitada

La mayor parte de las veces, la información que se solicita corresponde a listados de especies de flora y fauna (invertebrados y vertebrados) presentes en un lugar concreto, siendo menos las ocasiones en las que se han solicitado mapas de distribución de especies. Estos listados de especies suelen ser de carácter general, es decir, en ellos se incluye (a menos que el solicitante lo especifique) el total de las especies del ámbito analizado sin filtrar la información en función del grado de endemidad, protección, amenaza, etc. No obstante, cuando se trata de solicitudes relacionadas con la biodiversidad de un lugar, a fin de analizar la posible repercusión de un plan o proyecto sobre el mantenimiento y conservación de las especies, los listados se elaboraron contemplando, sobre todo, las especies catalogadas o que disponen de algún mecanismo normativo de protección.





3.7. Objeto de solicitud

El motivo de la solicitud de estos informes es muy variado, aunque siempre se hace con el objeto de incluir la información en documentos de contenido ambiental. Los motivos más habituales se refieren a Estudios de Impacto Ambiental, Memorias de Contenido Ambiental de Planes Parciales y Planes Generales, información sobre los LIC de la Red Natura 2000 y de forma más frecuente, para la elaboración de Planes de Espacios Naturales Protegidos de Canarias.

3.8. Un ejemplo: Realización de la Agenda 21 Local (T. M. de Güímar)

Con motivo del estudio de la flora y fauna del Término Municipal de Güímar para la realización de la Agenda 21 Local, se tramitó una solicitud desde el Excmo. Ayuntamiento de este municipio al *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias*

En dicha solicitud se requirieron los datos de las especies de flora y fauna protegidas y endémicas presentes en el Término Municipal de Güímar. Con el fin de dar salida a esta solicitud se elaboraron varias consultas de la base de datos referidas al ámbito geográfico tratado. Todas ellas se hicieron sobre el total de las citas recopiladas en el *Banco de Datos*, es decir, no se realizaron filtros en función del año asociado a cada registro de información.

- Listado de plantas, artrópodos, moluscos y vertebrados, datos con niveles de precisión 1 y 2, seguros, de todas las especies válidas (con indicación de aquellas que son endémicas).



- Listado de plantas, artrópodos, moluscos y vertebrados, datos con niveles de precisión 1 y 2, seguros, de todas las especies válidas (con indicación de aquellas que son endémicas) y filtro por las especies protegidas según las categorías del Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias.

El resultado de estas consultas corresponde a varios listados taxonómicos. Cada uno de ellos especificaba para cada taxón la categoría taxonómica a la que éste pertenece (Filo o División, Clase y Familia), la distribu-

ción insular y la indicación, si procedía, de especie o género endémico. En el caso de los listados de especies protegidas, se indicaba además la categoría de protección asignada a la especie en el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias.

Clase	Familia	Especie/Subespecie	H	P	G	T	C	F	L	SP	SSP	
Aves	Accipitridae	<i>Accipiter nisus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X					
		ssp. <i>granti</i> Sharpe, 1890	X	X	X	X	X					X
		<i>Neophron percnopterus</i> (Linnaeus, 1758)				X	X	X	X	X		
		ssp. <i>majorensis</i> Donazar et al., 2002				X	X	X	X	X		X
	Apodidae	<i>Apus unicolor</i> (Jardine, 1830)	X	X	X	X	X	X	X	X		
	Strigidae	<i>Asio otus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X	X					
		ssp. <i>canariensis</i> Madarász, 1901	X	X	X	X	X					X
	Columbidae	<i>Columba junoniae</i> Hartert, 1916	X	X	X	X					X	
	Corvidae	<i>Corvus corax</i> Linnaeus, 1758	X	X	X	X	X	X	X			
		ssp. <i>canariensis</i> Hartert & Kleinschmidt, 1901	X	X	X	X	X	X	X			X
Fringillidae	<i>Fringilla coelebs</i> Linnaeus, 1758	X	X	X	X	X						
	ssp. <i>canariensis</i> Vieillot, 1817				X	X	X				X	
Laniidae	<i>Lanius meridionalis</i> Temminck, 1820					X	X	X	X			
	ssp. <i>koenigi</i> Hartert, 1901					X	X	X	X		X	
Paridae	<i>Parus caeruleus</i> Linnaeus, 1758	X	X	X	X	X	X	X				
	ssp. <i>teneriffae</i> Lesson, 1831				X	X	X				X	
Sylviidae	<i>Regulus regulus</i> (Linnaeus, 1758)	X	X	X	X							
	ssp. <i>teneriffae</i> Seebom, 1883	X	X	X	X						X	
Turdidae	<i>Turdus merula</i> Linnaeus, 1758	X	X	X	X	X						
	ssp. <i>cabrerae</i> Hartert, 1901	X	X	X	X	X					X	
Falconidae	<i>Falco tinnunculus</i> Linnaeus, 1758	X	X	X	X	X	X	X				
	ssp. <i>canariensis</i> (Koenig, 1890)	X	X	X	X	X					X	
Mammalia	Vespertilionidae	<i>Barbastella barbastellus</i> (Schreber, 1774)				X	X					
		ssp. <i>guanchae</i> Trujillo, Ibañez & Juste, 2002				X	X				X	
		<i>Picotus teneriffae</i> Barret-Hamilton, 1907	X	X		X					X	
Reptilia	Scincidae	<i>Chalcides viridanus</i> (Gravenhorst, 1851)	X		X	X				X		
		ssp. <i>viridanus</i> (Gravenhorst, 1851)				X				X	X	
Lacertidae	<i>Gallotia galoti</i> (Oudart, 1839)			X	X					X		
		ssp. <i>eisentrauti</i> Bischoff, 1982				X				X	X	
		ssp. <i>galoti</i> (Oudart, 1839)				X				X	X	
Gekkonidae	<i>Tarentola delalandii</i> (Duméril & Bibron, 1836)		X		X					X		

Figura 4. Listado parcial de especies y subespecies de vertebrados, emitido para el municipio de Güímar, con motivo de la elaboración del documento de la Agenda 21 Local (SP: Especie endémica; SSP: subespecie endémica).





UTILIDADES II

Propuesta de nuevas áreas ZEPA

LAS ZONAS DE ESPECIAL PROTECCIÓN para las aves (ZEPA) constituyen, junto a las zonas de especial conservación (ZEC) –que por el momento sólo son lugares de importancia comunitaria (LIC)–, los espacios integrantes de la red ecológica europea denominada Natura 2000.

4.1. Necesidad de nuevas designaciones

Los estados miembros (EM) de la Unión Europea (UE) están obligados a la declaración de ZEPA para contribuir a la protección de las aves silvestres que viven en su territorio¹. Con el objeto de supervisar el cumplimiento de este deber, la Comisión Europea se proveyó de un documento en el que se destacan las áreas ornitológicas importantes, más ampliamente conocidas a través de su acrónimo anglófono IBA (*Important Bird Area*). Dicho documento se conoce como el inventario IBA (existe una versión de 1989 y una actualización de 1998²).

¹ Artículo 4 de la directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril, relativa a la conservación de las aves silvestres (DOCE L 103, de 25 de abril de 1979).

² Para el caso de España, tal inventario se realiza por SEO/BirdLife y ha sido publicado (véase VIADA, 1998).



© De la fotografía realizada por el Ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático.

Con la integración de España en la UE, se adquiere la obligación de la designación de las ZEPA, pero numerosas razones han ralentizado ese proceso, que ha discurrido con la declaración de sólo parte del territorio con interés ornitológico. Por ello, la Comisión Europea insta a la pronta declaración, iniciando³ incluso un proceso judicial contra España por incumplimiento de las obligaciones de la directiva.

Abocados a dicho proceso, la Comisión Europea esgrime que, de no existir información científica que demuestre lo contrario, las áreas IBA deben

³ Carta de emplazamiento SG(2000) D/100892 de la Secretaría General de la Comisión Europea al Ministerio de Asuntos Exteriores relativa a la aplicación en España de la Directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres (correspondiente al expediente 1999/2212 incoado por la Comisión Europea).

ser declaradas ZEPA. Tal aseveración no resulta asumible por las administraciones responsables de la conservación, puesto que la información aportada en el inventario IBA es, en muchos casos, imprecisa o insuficiente.

En el caso de la Comunidad Autónoma de Canarias, la declaración de ZEPA ha sido inicialmente paralela al desarrollo de sus espacios naturales protegidos. Tras contar con los primeros espacios con dicha consideración, se adoptó la decisión de designar un conjunto de territorios integrados en los mismos. Con posterioridad, fueron añadiéndose nuevas áreas hasta integrar las 28 ZEPA actuales.

Sin embargo y teniendo como referente el inventario IBA98, la Comisión Europea considera que la Comunidad Autónoma de Canarias no ha designado áreas que contribuyan suficientemente a la conservación de las aves silvestres.

4.2. **Información de contraste**

En esa situación, con el punto de mira dirigido a discernir cuáles son los territorios que realmente albergan la avifauna, la administración autonómica decide afrontar un análisis de los ámbitos señalados por la Comisión Europea como deficientes, consciente de la necesidad de la designación de nuevas áreas y de las limitaciones de la información recogida en el documento de referencia, el inventario IBA98. Es entonces cuando se decide comprobar si los datos de especies del anexo I de la directiva de aves registrados en el *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias* pueden arrojar luz a la situación y ser considerados como una fuente de contraste que despeje las incertidumbres derivadas de la insuficiencia del inventario IBA98.



Del extenso elenco de registros almacenados en el *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias* se extrae un subconjunto de datos, correspondiente a los registros de las citas de aves que responden a los siguientes criterios: a) estar incluidas en el anexo I de la directiva de aves, b) ser citas recientes, posteriores a 1969, c) presentar precisión 1 y 2 y d) corresponder con datos de confianza segura. Ese subconjunto se exporta en formato de tabla, para integrarlo en un sistema de información geográfico, como es el caso de ArcView⁴, y permitir un análisis más detallado. Este conjunto alcanza los 64.269 registros georreferenciados a cuadrículas de 500 m de lado. Constituyen las citas de las aves del anexo I de la directiva de aves para las cuales es necesaria la designación de áreas ZEPA y, por lo tanto, su distribución conocida.

Con esos datos, se aborda un análisis que enfrenta la información de distribución de las aves incluidas en el anexo I de la directiva de aves y los territorios que, según el inventario IBA98 y la Comisión Europea, deben ser designados ZEPA. Conviene señalar que, del total de registros indicados, sólo 1.092 se corresponden con datos publicados en el año 1989 (año de publicación del inventario IBA98), lo que supone un 1,70% del total. El resto de datos tienen un peso del 98,30% en el análisis.

Por otro lado, debe añadirse que los 64.269 registros se ubican en unas 18.371 cuadrículas de 500 m de lado (algunos registros, correspondientes a citas de especies y fechas diferentes, pueden coincidir en la misma cuadrícula). Puesto que la superficie terrestre de Canarias se localiza en unas 31.489 cuadrículas, la distribución de las aves del anexo I ocupa el 58,34% del territorio del archipiélago. Si tuviera que protegerse todo el territorio en el que se distribuyen las especies, tendría que designarse ZEPA prácticamente el 60% de Canarias. Este nivel supera, con creces, cualquiera de los porcentajes de designación territorial de ZEPA que presentan los EM (véase la Figura 1 sobre designación territorial en los estados de la UE)

⁴ Se ha utilizado ArcView 3.2 de Esri.



EM		% ZEPA del EM
AT	Austria	14,77
BE	Bélgica	14,13
DE	Alemania	2,53
DK	Dinamarca	5,88
ES	España	15,51
FI	Finlandia	6,76
FR	Francia	1,78
GR	Grecia	4,66
IE	Irlanda	2,85
IT	Italia	7,76
LU	Luxemburgo	5,36
NL	Holanda	1,57
PT	Portugal	10,15
SE	Suecia	6,23
UK	Reino Unido	5,77
UE	Unión Europea	6,89

Figura 1. Porcentaje del territorio del estado miembro que ha sido designado ZEPA hasta 2004.

sobre los que la Comisión Europea no ha planteado ningún tipo de incertidumbre sobre la bondad en la designación de áreas ZEPA.

Comprobada la fortaleza y alcance de los datos, aspecto fundamental para dar validez a los resultados del análisis, se procede a realizar un “caneo” entre las áreas señaladas por la Comisión Europea como no designadas o parcialmente designadas⁵ y la distribución de las especies de aves del anexo I.

El trabajo desarrollado ha consistido en contrastar la presencia de avifauna y, adicionalmente, consultar la bibliografía más representativa que respalda los registros del Banco de Datos de Biodiversidad. De esta manera se ha podido detectar y valorar, desde un punto de vista técnico, la importancia de esos registros. Dado que la información cuantitativa (número

⁵ Anexos de la Carta de emplazamiento SG(2000) D/100892, ya citada en puntos anteriores.

4.3. Resultados del análisis de los datos y algunos ejemplos

Una vez confrontadas, una a una, las áreas IBA frente a la distribución de las especies de aves del anexo I y una vez comparados los valores argumentados por SEO/BirdLife para las mismas con los resultados de esa superposición, ha sido posible establecer cinco grupos diferentes de IBA:

a. «**Errores cartográficos**»: se corresponde con aquellas áreas IBA que se han citado en la carta de emplazamiento debido a que el análisis de la Comisión Europea no tiene en cuenta los desplazamientos existentes entre la cartografía IBA (digitalizada a escala 1:50.000 y sobre una base cartográfica de proyección UTM y elipsoide Hayford) y la cartografía de ZEPA (digitalizada a escala 1:5.000 y ubicada en una base cartográfica de proyección UTM y elipsoide WGS84).

Cuatro IBA han sido incluidas en esta tipología, mostrándose las mismas en la siguiente Figura y mostrando en las columnas de superficie el porcentaje incluido bajo el amparo de ZEPA según la Comisión Europea (CE) y según los resultados del contraste realizado por la administración canaria (CAC):

Código, Nombre e (isla)		Superficie	
		CE	CAC
334	Salinas de Janubio (L)	el 93% es ZEPA	el 99% es ZEPA
337	Jable de Corralejo (F)	el 23% es ZEPA	el 96% es ZEPA
357	Montes de San Andrés, Pijaral y Anaga (T)	el 41% es ZEPA	el 100% es ZEPA
359	Montes de las Mercedes, Mina y Yedra, Aguirre, La Goleta y Pedro Álvarez (T)	el 45% es ZEPA	el 99% es ZEPA

Figura 2. Áreas IBA cuya inclusión en la carta de emplazamiento responde a un problema derivado de un incorrecto análisis cartográfico.

Como ejemplo, se muestra el caso de Corralejo (Fuerteventura), del cual se puede observar en la Figura 3 (página siguiente) la práctica coincidencia entre el área IBA (línea rosa) y la superficie

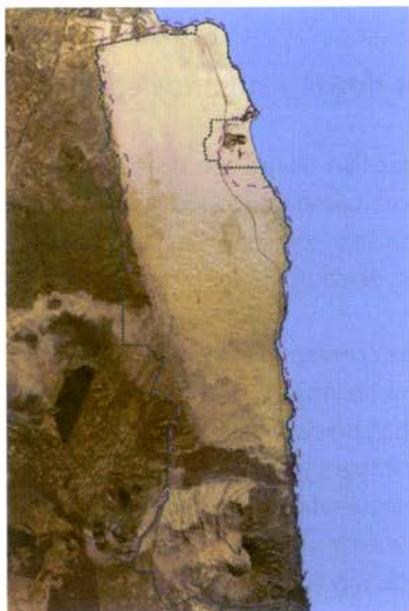


Figura 3. La IBA 337 jable de Corralejo (línea discontinua rosa) coincide prácticamente (en un 96%) con la ZEPA designada (línea de puntos verde), a pesar de que la Comisión Europea considera, a través de la carta de emplazamiento, que sólo el 23% ha sido designado ZEPA.

designada ZEPA (línea verde), si bien ésta incluye también el islote de Lobos.

El ámbito coincide también con el espacio natural protegido F-2 parque natural de Corralejo.

Las especies de aves del anexo I detectadas en esta ZEPA, teniendo en cuenta los registros del Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias, ascienden a 16. Este dato contrasta con la información de la IBA suministrada por la Comisión Europea y SEO/BirdLife: citan como especies de protección sólo a cuatro, de las cuales una no está incluida en el anexo I de la directiva.

Código, Nombre e (isla)		Observaciones	
		CE	CAC
329	Haría – Tabayesco (L)	el 0% es ZEPA	el 12% es ZEPA
330	Barranco de Teneguime (L)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
339	Barranco de Río Cabras (F)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
342	Macizo de Tarajalejo (F)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
360	Las Rodeos – La Esperanza (T)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
371	Montaña Centinela y Llano de la Esquina (T)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
386	Llanos de Nizdafe (H)	el 0% es ZEPA	el 15% es ZEPA

Figura 4. Áreas IBA que, basados en los datos disponibles en el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias, no presentan un contenido ornitológico relevante.



b. «**No se designa ZEPA**»: agrupa las áreas IBA cuyo contenido de aves del anexo I es poco relevante o escasamente significativo para su consideración a la hora de designación de nuevas ZEPA.

El caso de la IBA 360 es de los más significativos. Fue propuesta por la presencia de la terrera marismeña (*Calandrella rufescens*) pero se da la circunstancia que esta especie no se encuentra incluida en el anexo I de la directiva de aves, por lo que no constituye una razón para la designación ZEPA de este territorio.

No obstante, se tiene constancia de la presencia de aves de paso e invernada, si bien su interés no va más allá del insular, por lo que cualquier planteamiento de protección debe hacerse desde otro ámbito jurídico y no desde Natura 2000.



Figura 5. La delimitación que SEO / BirdLife ha realizado en el caso de la IBA 360 Los Rodeos - La Esperanza (línea discontinua rosa) alberga zonas de cultivo, principalmente de cereales, junto a instalaciones militares, el antiguo vertedero de Montaña del Aire, invernaderos y el aeropuerto Tenerife Norte.

En la Figura 5, se observa la situación de la IBA (línea rosa), que alberga instalaciones como el aeropuerto de Los Rodeos (Tenerife). En este caso, el Banco de Datos de Biodiversidad no detecta la presencia de otras especies del anexo I de la directiva que pudieran ser relevantes para la designación de la IBA.

Código, Nombre e (isla)		Observaciones	
		CE	CAC
344	Península de Jandía (F)	el 20% es ZEPA	el 80% es ZEPA
345	Jable del istmo de Jandía (F)	el 46% es ZEPA	el 83% es ZEPA

Figura 6. Áreas IBA de las que ha sido designado ZEPA principalmente el territorio donde se encuentran distribuidas las especies de aves correspondientes.

c. «**No se amplía la ZEPA**»: incluye las áreas IBA cuya superficie no se encuentra totalmente dentro de ZEPA pero en las que la práctica totalidad de la distribución de las especies queda recogida en la ZEPA existente.



El área IBA 345 Jable del istmo de Jandía presenta un claro ejemplo donde la gran mayoría de la distribución de las especies se encuentra incluida en el ámbito designado ZEPA. Véase la siguiente serie de imágenes; en las que el contorno verde limita la ZEPA, el de color rosa, la IBA y el punteado rojo indica las cuadrículas con citas de la hubara, el alcaraván, el corredor y la ganga.

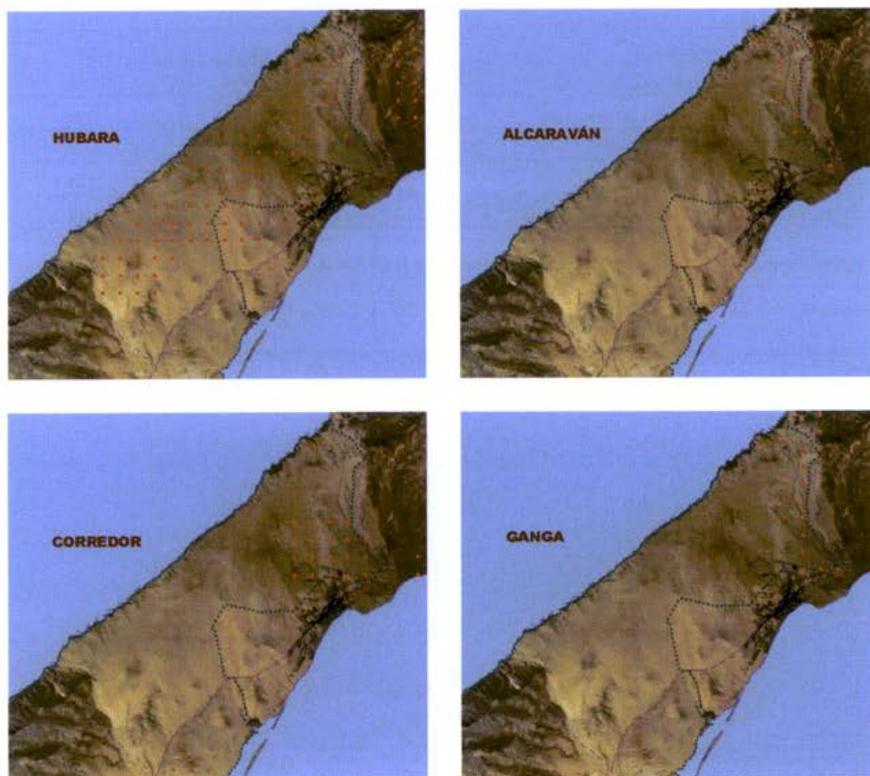


Figura 7. Se muestran imágenes de la distribución de las principales especies (puntos rojos) en el caso de la IBA 345 Jable del istmo de Jandía (línea discontinua rosa). Puede observarse que la distribución de las especies queda incluida, en su mayor parte, en el área designada ZEPA (línea de puntos verde).

d. «**Se amplía la ZEPA**»: aglutina las áreas IBA cuyo contenido en aves del anexo I, *parcialmente o en su totalidad, se encuentra situado fuera de espacios designados ZEPA.*

Código, Nombre e (isla)		Observaciones	
		CE	CAC
332	Jable de Famara (L)	el 0% es ZEPA	el 39% es ZEPA
341	Macizo de Pozo Negro – Vigán (F)	el 50% es ZEPA	el 89% es ZEPA
347	Barranco de Los Molinos – Llanos de La Laguna (F)	el 54% es ZEPA	el 39% es ZEPA
349	Jable de Lajares – Cotillo – Esquinzo (F)	el 40% es ZEPA	el 41% es ZEPA
355	Pinar de Tamadaba (C)	el 94% es ZEPA	el 78% es ZEPA
377	Costa de Vallehermoso (G)	el 93% es ZEPA	el 35% es ZEPA
378	Costa meridional de La Gomera (G)	el 42% es ZEPA	el 19% es ZEPA
379	Monteverde de La Palma (P)	el 28% es ZEPA	el 19% es ZEPA
380	El Canal y Los Tiles (P)	el 50% es ZEPA	el 91% es ZEPA
391	Bahía de Naos – Hoya de Tacorón (H)	el 18% es ZEPA	el 50% es ZEPA

Figura 8. Áreas IBA con valores ornitológicos suficientes que aconsejan la ampliación de espacios ZEPA contiguos.





e. «**Se designa ZEPA**»: aglutina las áreas IBA cuyo contenido en aves del anexo I, parcialmente o en su totalidad, se encuentra situado fuera de espacios designados ZEPA.

Código, Nombre e (isla)		Observaciones	
		CE	CAC
331	Llanos de La Corona – Las Honduras (L)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
335	Llano de La Mareta – Hoya de la Yegua (L)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
338	Morro Tabaiba y Morro de los Rincones – Vallebrón (F)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
348	Costa de Esquinzo – Puertito de Los Molinos (F)	el 12% es ZEPA	el 13% es ZEPA
350	Costa de Corralejo – Tostón (F)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
361	Roque de la Playa (T)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
362	Monteverde de Santa Úrsula y La Victoria (T)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
364	Acantilados de Santo Domingo (T)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
365	Roque de Garachico (T)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
372	El Médano (T)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
373	Malpais de Rasca – Montaña de Guaza – Llano de las Mesas (T)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
374	Costa de Majona (G)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
375	Riscos de Hermigua y Águila (G)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
381	Roque Negro (P)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
382	Roques de Garafía (P)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA
384	El Roque (P)	el 0% es ZEPA	el 0% es ZEPA

Figura 9. Áreas IBA con valores ornitológicos de suficiente relevancia que justifican la designación de nueva ZEPA.

4.4. La propuesta de nuevas áreas ZEPA

Una vez que se dispuso de los resultados del análisis de las áreas IBA y, por tanto, de su validez para contribuir a la conservación de las especies de aves del anexo I, se inició un trabajo de identificación concreta de los territorios a incluir en una propuesta técnica para su designación como ZEPA. Dicha identificación pasa por la definición concreta de los límites de esas áreas, esto es, con una clara plasmación cartográfica a una escala de detalle.



Este proceso se lleva a cabo utilizando las cartografías de espacios ya existentes (caso de espacios naturales protegidos y lugares de importancia comunitaria), así como otras cartografías temáticas (planeamiento urbanístico, ocupación del suelo, etc.) y, por supuesto, los elementos gráficos de la base cartográfica oficial del Gobierno de Canarias (coloquialmente conocida como la cartografía GRAFCAN) a escala 1:5.000. Se ha utilizado esta escala por constituir la de más detalle cuyo ámbito abarca la práctica totalidad (salvo algunos de los islotes) del archipiélago.

También han sido utilizadas como referentes las ortofotos correspondientes al vuelo de 1998 y, a través de la aplicación MAPA, las de 2000.

Para la delimitación de las áreas propuestas se han aplicado criterios que permitan una clara gestión administrativa, utilizando para ello varias bases: a) la delimitación previa de figuras de protección (ENP, LIC), b) la presencia de figuras administrativas cuya modificación del territorio aconseja su exclusión (suelos urbanos consolidados y similares) y c) la presencia de elementos físicos del territorio con expresión cartográfica clara (vialios, barrancos, cerramientos, etc.).

El resultado de la propuesta genera un considerable aumento en el número de espacios ZEPA. El número de áreas ZEPA se incrementa en un 54%, pasando de 28 a 43. La nueva superficie terrestre supone un aumento del 23% respecto a la existente hasta el momento. La siguiente tabla resume la situación.

isla	superficie actual (ha)	superficie propuesta (ha)	superficie marina (ha)	A	B	C	D
El Hierro	14,008	14,128		0.85	1.88	1.90	52.74
La Palma	10,497	27,106		158.23	1.41	3.65	38.34
La Gomera	4,220	5,389		27.71	0.57	0.72	14.65
Tenerife	72,401	78,519		8.45	9.74	10.56	38.62
Gran Canaria	21,190	23,205		9.51	2.85	3.12	14.89
Fuerteventura	55,778	69,239	112	24.13	7.50	9.31	41.79
Lanzarote	32,603	40,985	5,946	25.71	4.38	5.51	48.51
Canarias	210,696	258,571	6,058	22.72	28.34	34.77	

A: porcentaje que supone el incremento por la propuesta respecto a la superficie actual designada ZEPA.

B: porcentaje que supone la superficie del área designada ZEPA en la actualidad respecto al área total del archipiélago.

C: porcentaje que supone la superficie del área designada ZEPA en la actualidad y el incremento por la propuesta respecto al área total del archipiélago.

D: porcentaje que supone la superficie del área designada ZEPA en la actualidad y el incremento por la propuesta respecto al área total de la isla correspondiente.

Figura 10. Tabla que permite la comparación de la situación actual y de la propuesta técnica resultado del análisis de las IBA citadas en la carta de emplazamiento.

4.5. Evaluación de la propuesta de nuevas áreas ZEPA

Como fase final, aprovechando las capacidades del sistema de información geográfica, se ha realizado la cuantificación de la presencia, especie a especie (aves del anexo I) y territorio a territorio (áreas designadas y áreas



propuestas para cada uno de los casos), de presencia de avifauna en el conjunto de ZEPA de Canarias.

Para ello, se ha utilizado la distribución en cuadrículas de 500 m de lado procedente del *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias* y la cartografía del conjunto de áreas ZEPA trasladada a esa cuadrícula. Por procedimientos de intersección y traslado de información entre los diferentes temas cartográficos con los que se trabaja en el sistema de información geográfica, se obtiene información tabulada que permite un aprovechamiento cuantitativo de los datos geográficos (número de cuadrículas por especie y territorio) y, finalmente, una cuantificación de los porcentajes de distri-

bución de las especies en relación con la protección (áreas ZEPA o propuestas para su designación) o sin ella.

Así, definitivamente, puede conocerse el porcentaje de distribución de cada ave del anexo I en relación a su presencia en áreas ZEPA o fuera de ellas, con datos referidos a cada una de esas áreas ya designadas y a las propuestas, por islas.

Este resultado permite valorar el grado de protección alcanzado para cada especie y concluir sobre la suficiencia o no de cada caso. Aunque los datos regionales para cada una de las especies se muestran en la tabla siguiente, a modo de resumen puede decirse que la media de área de distribución de las especies de aves del anexo I incluida en los actuales espacios ZEPA es del 55,63% (para un conjunto de datos que presenta una elevada desviación estándar de 18,74). La propuesta de nuevas áreas para su designación como ZEPA incrementa la media de superficie de aves incluida en esos espacios hasta el 68,83%, mientras que la desviación estándar disminuye a 17,27. Este porcentaje supone una suficiencia que supera la exigida para las especies no prioritarias del anexo II de la directiva de hábitats⁶, de los que emana la otra tipología de espacios de Natura 2000: los lugares de importancia comunitaria.

Por islas, los esfuerzos de inclusión de la distribución de aves del anexo I, se encuentran repartidos tal como se muestra en la Figura 11. De ello se deduce que, si bien hasta ahora las islas de La Palma y La Gomera no venían teniendo una participación relativa similar a la del resto de las islas, ahora, al incluirse importantes áreas en la propuesta, la situación se encuentra más equiparada. Obsérvese que, en cualquier caso, a pesar de que el esfuerzo es similar para las islas de El Hierro, Lanzarote y Fuerteventura, esta última tiene un peso absoluto muy destacado, debido a su riqueza ornitológica, en la conservación de las aves, que resulta inalcanzable para cualquiera del resto.

⁶ Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres [DOCE L 206 de 22 de julio de 1992].

A	B	C	D	E
El Hierro	72,3	73,2	0,9	7,1
La Palma	28,5	68,4	39,3	5,5
La Gomera	27,6	52,7	25,1	2,4
Tenerife	51,7	60,9	9,2	9,5
Gran Canaria	50,7	57,4	6,7	5,7
Fuerteventura	57,5	74,8	17,4	22,0
Lanzarote	66,0	72,9	6,9	16,7

A: isla.
 B: media del porcentaje insular de distribución de las especies de aves del anexo I incluida en ZEPA.
 C: media del porcentaje insular de distribución de las especies de aves del anexo I incluida en ZEPA y propuesta de ZEPA.
 D: diferencia entre C y B.
 E: media del porcentaje total de distribución de las especies de aves del anexo I incluida en ZEPA y propuesta de ZEPA que aporta cada isla.

Figura 11. Tabla que muestra la contribución de cada isla a la conservación de las aves. Las columnas B y C indican el esfuerzo de cada isla, mientras que la columna E aporta la efectividad de ese esfuerzo.

Se muestra, a continuación (Figura 12 de la página siguiente), la tabla de reparto de la distribución de las especies, según designación ZEPA del territorio, en porcentajes, como resultado del análisis con los registros del *Banco de Datos de Biodiversidad*.

En esta tabla se observa claramente la elevada inclusión de las áreas de distribución de las aves en los espacios designados ZEPA y en los propuestos para su designación. Cabe aclarar que algunas especies, como el ave-torillo común o la gaviota picofina, se corresponden con nidificantes ocasionales e incluso, en el segundo caso, invernantes escasos e irregulares; esta condición dificulta su protección territorial, salvo que dichas especies aumenten considerablemente su presencia.

También resulta evidente que la red de espacios ZEPA en Canarias albergará un porcentaje muy elevado de las áreas de distribución de la avifauna, superando de media el 70%, por lo que dichos espacios se convertirán en pieza clave para la conservación de las aves en Europa. A partir de ahora, el reto es alcanzar unos niveles de gestión que permitan llevar a cabo la conservación de ese recurso biológico.

Especie			total Canarias		
			no ZEPa	si ZEPa	prop. ZEPa
A401	<i>Accipiter nisus granti</i>	gavilán	24,62	54,71	20,67
A111	<i>Alectoris barbara (koenigi)</i>	perdiz moruna	32,43	49,30	18,27
A387	<i>Bulweria bulwerii</i>	petrel de Bulwer	25,56	56,60	17,84
A133	<i>Burhinus oedicnemus (distinctus)</i>	alcaraván	68,06	25,13	6,81
A133	<i>Burhinus oedicnemus (insularum)</i>	alcaraván	29,87	51,75	18,38
A010	<i>Colonectris diomedea (borealis)</i>	pardela cenicienta	37,18	51,98	10,84
A416	<i>Chlamydotis undulata (fuertaventurae)</i>	hubara	31,74	47,09	21,17
A422	<i>Columba bollii</i>	paloma turqué	25,35	46,16	28,49
A423	<i>Columba junoniae</i>	paloma rabiche	28,13	41,33	30,53
A134	<i>Cursorius cursor (bannermani)</i>	corredor	25,58	57,40	17,02
A427	<i>Dendrocopos major canariensis</i>	pico picapinos	5,33	81,92	12,75
A428	<i>Dendrocopos major thanneri</i>	pico picapinos	25,20	65,42	9,38
A026	<i>Egretta garzetta</i>	garceta común	42,34	57,14	0,52
A100	<i>Falco eleonorae</i>	halcón de Eleonor	25,40	73,92	0,68
A103	<i>Falco peregrinus (pelegrinoides)</i>	halcón peregrino	28,57	59,74	11,69
A448	<i>Fringilla coelebs ombriosa</i>	pinzón vulgar	9,52	90,48	0,00
A449	<i>Fringilla teydea (polatzeki)</i>	pinzón azul	7,74	79,94	12,32
A449	<i>Fringilla teydea (teydea)</i>	pinzón azul	28,09	70,19	1,72
A131	<i>Himantopus himantopus</i>	cigüeñuela	81,55	17,23	1,21
A014	<i>Hydrobates pelagicus</i>	paíño común	20,47	68,50	11,02
A022	<i>Ixobrychus minutus</i>	avetorillo común	80,00	20,00	0,00
A180	<i>Larus genei</i>	gaviota picofina	28,57	28,57	42,86
A057	<i>Marmaronetta angustirostris</i>	cerceta pardilla	7,50	82,97	9,53
A077	<i>Neophron percnopterus (majorensis)</i>	guirre	26,17	63,61	10,22
A390	<i>Oceanodroma castro</i>	paíño de Madeira	22,22	75,87	1,91
A094	<i>Pandion haliaetus</i>	guincho	35,47	61,46	13,07
A389	<i>Pelagodroma marina (hypoleuca)</i>	paíño pechialbo	7,79	90,91	1,30
A420	<i>Pterocles orientalis (orientalis)</i>	ganga	30,57	56,86	12,57
A388	<i>Puffinus assimilis (baroli)</i>	pardela chica	41,16	47,11	11,74
A346	<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax (barbarus)</i>	chova piquirroja	26,38	32,71	40,91
A452	<i>Rhodopechys githagina (amantum)</i>	camachuelo trompetero	36,01	49,71	14,28
A437	<i>Saxicola dacotiae (dacotiae)</i>	tarabilla canaria	25,81	62,32	11,87
A192	<i>Sterna dougalli (dougalli)</i>	charrán rosado	38,46	61,54	0,00
A193	<i>Sterna hirundo (hirundo)</i>	charrán común	42,00	40,33	17,67
A397	<i>Tadorna ferruginea</i>	tarro canelo	40,00	37,30	22,70

Figura 12. Estado de protección de las especies (o subespecies) en función del porcentaje de distribución de las mismas respecto a las áreas designadas ZEPa o propuestas como tal (no ZEPa: fuera de ZEPa; si ZEPa: en las ZEPa actuales; prop. ZEPa: en espacios propuestos para designación ZEPa).



UTILIDADES III

Lanzarote

Reserva de La Biosfera

LA ISLA DE LANZAROTE posee una rica biodiversidad taxonómica que se traduce en más de dos mil quinientas especies y subespecies terrestres, de las cuales, casi 600 son endémicas de Canarias y aproximadamente un centenar son exclusivas de la isla.

Esta riqueza biológica, unida a la de los propios ecosistemas conejeros y la belleza de sus paisajes, ha motivado que en la isla se declaren varios espacios protegidos, de modo que en la actualidad, hasta un 41,4% de su superficie ostenta alguna de las categorías que configuran la Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos. Además, desde 1993 Lanzarote ostenta la distinción de “Reserva de la Biosfera”, según una declaración expresa de la UNESCO, acontecimiento del cual ahora se cumplen diez años.

El objetivo de este trabajo es resumir el estado del conocimiento sobre la distribución de las especies en Lanzarote y sus islotes. Se centra, preferentemente, en analizar la repartición insular de las especies endémicas, amenazadas, así como las consideradas como exóticas, cuya presencia constituye una amenaza nada desdeñable para la biota nativa. Para ello, se ha analizado la información del *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias*, en lo concerniente a la distribución de las especies endémicas regionales e insu-

lares, nativas, introducidas, amenazadas, etc. presentes en Lanzarote. Con el fin de obtener una buena aproximación territorial en el resultado, se han utilizado los registros correspondientes al mejor grado de precisión combinando los “niveles 1 y 2”, siempre con nivel de confianza “seguro”.

5.1. Las cifras globales de la biodiversidad taxonómica

El número total de taxones registrados en Lanzarote en todos los tiempos y sin excluir aquellas especies con citas imprecisas en el *Banco de Datos de Biodiversidad* asciende a 2.312 especies y 240 subespecies de los que la mayoría son artrópodos (54% de las especies y 53,4% de las subespecies). El segundo grupo mejor representado es el de la flora vascular, que posee 662 especies y 84 subespecies (28,6% y 35%). Estas cifras, que constituyen la biodiversidad real conocida, no representan sin embargo la verdadera magnitud del patrimonio natural de Canarias, pues incluyen tanto a especies nativas como a exóticas, cuya importancia conservacionista es menor. A continuación, se hace un resumen de estos datos para cada uno de los grupos taxonómicos existentes.

Grupos taxonómicos		Taxones	Endémicos	Nativos*	Exóticos*
Arthropoda	Arácnida	83	39	76	6
	Ostracoda	2	0	0	1
	Copepoda	1	0	0	0
	Malacostraca	13	7	9	4
	Diplopoda	2	1	2	0
	Chilopoda	5	0	4	1
	Collembola	25	12	24	1
	Protura	1	0	0	1
	Insecta	923	315	823	68
	Mollusca	Gastropoda	28	21	27
Vertebrata	Reptilia	3	3	3	0
	Aves	49	21	44	5
	Mammalia	8	1	3	5
Flora vascular	Pteridophyta	13	0	13	0
	Spermatophyta	602	78	471	122
Bryophyta		106	2	106	106
Fungi, líquenes y lichenicolousfungi		191	0	176	11

* La clasificación de nativos y exóticos no se ha aplicado al total de especies, motivo por el cual la suma de ambos no se corresponde con el de taxones registrados.

Figura 1. Grupos taxonómicos con las categorías de origen y endemidad.



5.2. *Ritmo de descripción de especies nuevas*

Hasta el momento se han descrito alrededor de 562 taxones endémicos de Canarias con presencia confirmada en Lanzarote. Un análisis de los datos existentes entre 1990 y 1999 revela el descubrimiento de 90 nuevos taxones en este periodo de tiempo. A tenor de lo anterior, se puede concluir el descubrimiento de una media global de 9 taxones cada año. Este valor es mayor en los metazoos, donde la media se aproxima a 8 taxones/año, sin embargo, en los grupos de plantas el promedio es de 1 especie/año.

Por otro lado, de los 80 taxones de plantas vasculares endémicas presentes en Lanzarote, el 28 % (22 taxones), han sido descritos después de 1960. Es importante destacar el aumento en el ritmo de aparición de especies nuevas que se observa entre los años 1830-1850, donde se describió un total de 26 taxones (34 % del total).

En lo que se refiere a las animales, hay que decir que un 47 % de los artrópodos y moluscos endémicos presentes en Lanzarote, han sido descritos con posterioridad a 1960. Los periodos más importantes desde este punto de vista corresponden a las décadas de los sesenta del siglo XIX (81 taxones escritos) y de los noventa del siglo XX (80 taxones descritos).

5.3. *Las especies amenazadas*

La lista de especies catalogadas como amenazadas es exhaustiva, abarcando hasta un total de 54 taxones: 9 catalogados como en peligro, 34 como sensibles a la alteración del hábitat y 11 como vulnerables. En lo que se refiere a las especies “de interés especial” en Lanzarote están presentes 25 taxones, de los que 18 son aves y 7 son plantas.



5.4. Las especies invasoras

Las especies y subespecies exóticas asilvestradas, que se expanden libremente por el medio natural, representan una de las mayores amenazas para la biota nativa y, en algunos casos, también para la preservación del paisaje, pues suelen ser especies agresivas que, donde se asientan, desplazan por completo a los taxones propios del lugar llegando incluso a abundar tanto que a veces caracterizan el paisaje.

De los 37 taxones registrados en Lanzarote y sus islotes, la mayoría son plantas con flores de amplia repartición, que también se comportan en otras regiones como elementos fuertemente agresivos, como es el caso de la trevina (*Oxalis pes-caprae*), la tuneras (*Opuntia* spp.), etc.

5.5. La biota de los espacios naturales protegidos

Los espacios naturales protegidos de Lanzarote (incluidos los islotes) albergan el 78,7% de todos los taxones conocidos. Si nos restringimos sólo a aquellos que han sido registrados en la bibliografía a lo largo de las últimas tres décadas, este porcentaje se eleva al 83%. Sólo 56 endemismos de Canarias, entre los cuales hay 13 de Lanzarote, nunca han sido citados dentro de los Espacios Naturales Protegidos.

El Parque Natural del Archipiélago Chinijo es, con gran diferencia, el espacio natural protegido más rico en especies, tanto endémicas como nativas y exóticas. El siguiente espacio en importancia es el Malpaís de La Corona, lo que indica que el norte de Lanzarote es una de las zonas más ricas en Biodiversidad, sobre todo en las proximidades del risco de Famara.

Prácticamente todos los espacios protegidos poseen taxones nativos que en el ámbito insular sólo están presentes en alguno de ellos, y 52 de dichos

taxones son endemismos de Lanzarote, de modo que tampoco se encuentran en otro lugar fuera de la isla. El Parque Natural del Archipiélago Chinijo es el que cuenta con mayor número de endemismos exclusivos, 44 en total (29 en Famara, 5 en La Graciosa, 9 en Alegranza y 1 –*Campyloneuropsis fulva*– en el Roque del Este). También existen espacios naturales protegidos de superficie reducida, como el Sitio de Interés Científico del Janubio, que poseen endemismos insulares exclusivos. En este caso, es el raro escarabajo carábido *Aepus gracilicornis meridionalis*, cuyos hábitats ripario-submarinos le permiten vivir entre la gravilla acumulada al borde de la charca del Janubio.







5.6. Centros de biodiversidad global

Los centros de diversidad son los lugares que concentran mayor cantidad de especies de todos los tipos, es decir, tanto nativas como exóticas. Se diferencian de los puntos calientes en que éstos se refieren exclusivamente a la concentración de especies y subespecies endémicas; es decir, no tienen en cuenta los taxones que siendo nativos no son endémicos ni los que son de origen exótico.

Se pueden confirmar como puntos de concentración de taxones los siguientes: en un primer nivel a Haría (hasta 507 taxones), los Riscos de Famara (hasta 534 taxones) y La Graciosa (hasta 329 taxones); y en segundo nivel, Alegranza (hasta 240 taxones), Montaña Clara (hasta 170 taxones), los alrededores de Famara (hasta 267 taxones), y Arrecife (hasta 251 taxones), entre otros. No obstante, estos datos hay que tomarlos con cautela puesto que no todos los puntos de la superficie insular han sido prospectados con la misma intensidad.





5.7. Distribución de la biota nativa

La biota nativa se compone de los taxones endémicos y los que siendo nativos han llegado a las islas por sus propios medios sin la intervención humana y no se han diferenciado como para originar taxones endémicos. Las especies exóticas no forman parte de la biota nativa.

Artrópodos y moluscos

Respecto a la distribución de los artrópodos y moluscos nativos, hay que hacer referencia a varios puntos de concentración máxima de especies: Arrecife-Costa Teguise (hasta 76 taxones por cuadrícula de 500 m de lado); Macizo de Famara (en Playa de Famara-El Castillejo hasta 63 taxones por cuadrícula, en Haría hasta 182 taxones por cuadrícula, en El Río hasta 60 taxones por cuadrícula y en Órzola hasta 56 taxones); los Islotes de Graciosa y Alegranza (hasta 75 taxones por cuadrícula). Otros sectores que con los datos actuales parecen empezar a destacar como centros importantes de biodiversidad son la zona de Costa Blanca (hasta 26 taxones), Femés (hasta 16 taxones) y las proximidades de Puerto del Carmen (hasta 16 taxones).

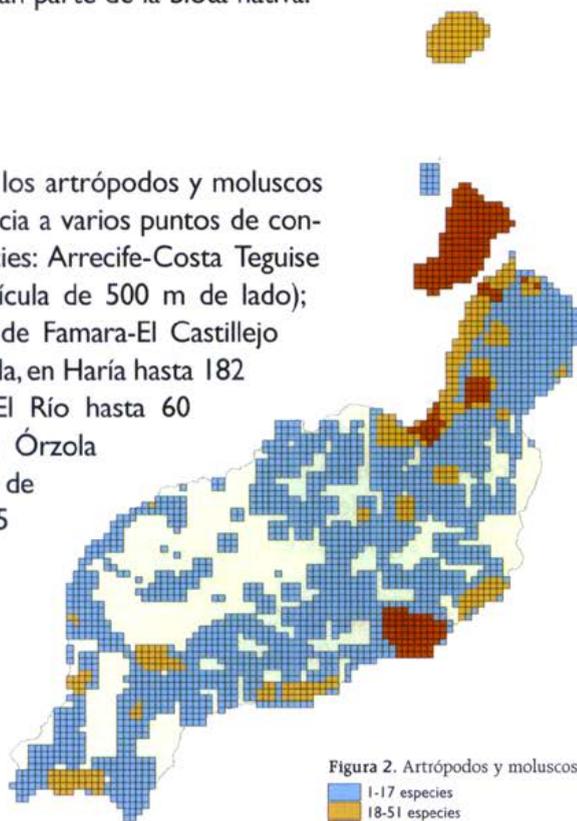


Figura 2. Artrópodos y moluscos nativos.

■ 1-17 especies
■ 18-51 especies
■ 52-182 especies



Plantas

En lo que se refiere a las plantas, hay que señalar dos centros importantes de biodiversidad, localizados ambos en la mitad norte del área analizada: La Graciosa y el Macizo de Famara. En La Graciosa existen enclaves con presencia de hasta 150 taxones y en el Macizo de Famara la concentración máxima de especies es de 366. Sin embargo, considerando sólo las citas posteriores a 1989, aparecen otras áreas que empiezan a destacar por su elevada concentración de especies, como es el caso de Alegranza (puntos con hasta 110 especies).

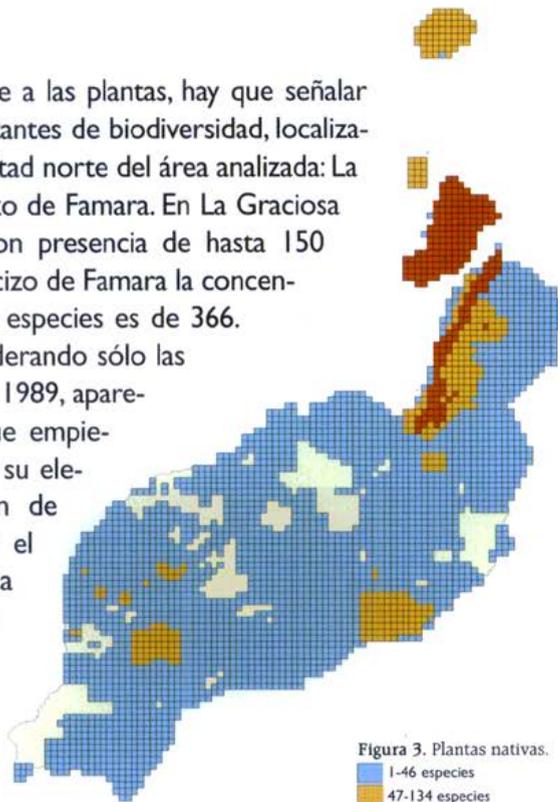


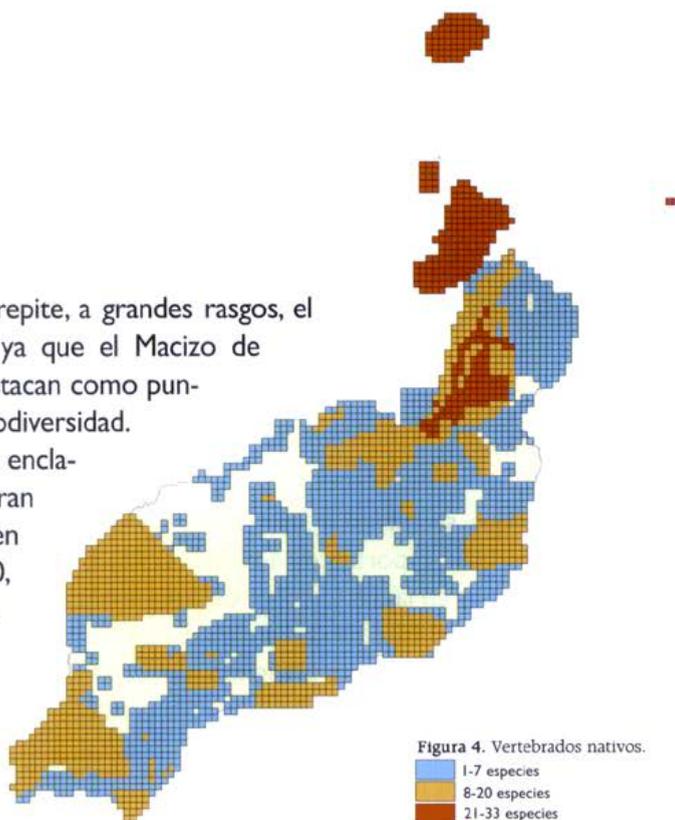
Figura 3. Plantas nativas.

- 1-46 especies
- 47-134 especies
- 135-366 especies

Vertebrados

En los vertebrados se repite, a grandes rasgos, el patrón de las plantas, ya que el Macizo de Famara y los islotes destacan como puntos importantes de biodiversidad.

En La Graciosa existen enclaves en los que se registran hasta 33 taxones, en Montaña Clara hasta 30, en el Roque del Este hasta 24, en Alegranza hasta 33 y en el Macizo de Famara hasta 29.



5.8. Distribución de la biota exótica

Un problema grave en el medio natural es la introducción de especies foráneas que, por regla general, tienen una capacidad de dispersión y aclimatación extraordinaria. No cabe ninguna duda de que esta situación se agrava cuando la invasión se produce en ecosistemas insulares, particularmente frágiles por definición. Canarias no está exenta de este problema, acrecentado en

gran medida por su condición de puerto de unión entre América y Europa en el transporte de mercancías, tanto por vía aérea como marítima. A esto hay que añadirle el factor humano destacado por los 2 millones de turistas que visitan la isla cada año.

Se observan un total de 206 especies exóticas repartidas en el territorio de Lanzarote y sus islotes. Observando el mapa adjunto, se puede concluir que su distribución está ligada a núcleos urbanos importantes y lugares antropizados en general, como Arrecife (hasta 37 taxones), Haría (hasta 45 taxones), y en menor medida, La Graciosa y Alegranza (máximos de 21 y 15 taxones respectivamente). Profundizando en la localización de aquellas especies más agresivas, que hemos denominado con la categoría introducido seguro invasor, observamos que la distribución se parece a la anterior, siendo Arrecife y Haría los lugares de mayor concentración de especies con máximos de 7 y 6 taxones respectivamente.

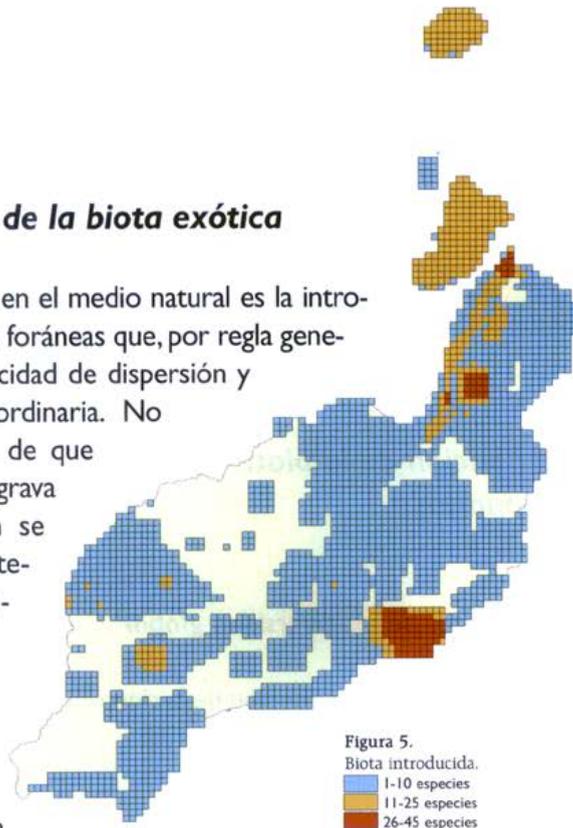


Figura 5.
Biota introducida.
■ 1-10 especies
■ 11-25 especies
■ 26-45 especies



5.9. Distribución de la biota endémica de Canarias

Puntos calientes de biodiversidad global

Cuando estudiamos la distribución de la riqueza de especies endémicas de Canarias en la isla de Lanzarote, utilizando todas las citas registradas en el *Banco de Datos*, observamos que la mayor parte de la superficie insular, incluyendo los islotes, contiene algún endemismo canario. Los lugares donde de forma más importante se han citado especies endémicas se encuentran en la parte norte de la isla, en cuatro focos principales: 1) el punto más occidental del Monumento Natural de La Corona, 2) dos lugares situados en la zona central del Risco de Famara, 3) una superficie que engloba los alrededores de Haría y Máguez entre La Faja y Montaña Los Llanos, incluyendo al Valle del Rincón, y 4) la parte más meridional del Risco de Famara, concreta-

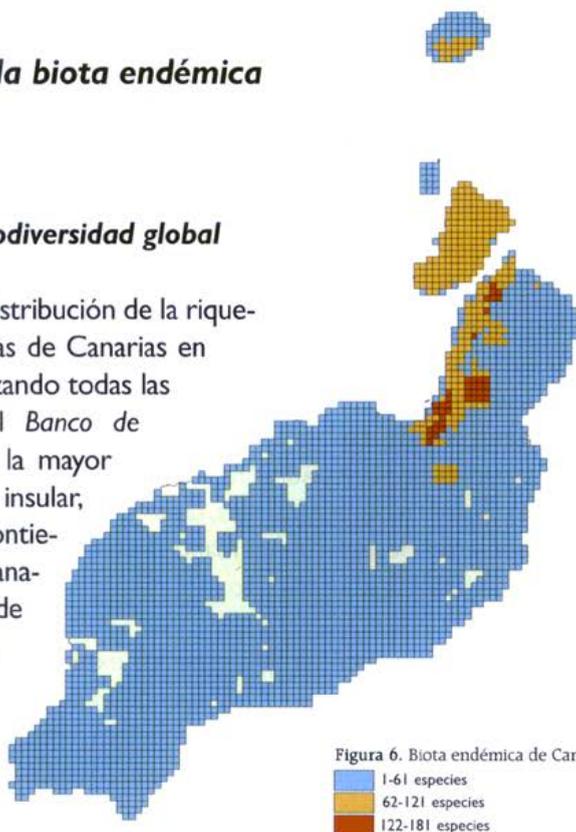


Figura 6. Biota endémica de Canarias.

1-61 especies
62-121 especies
122-181 especies

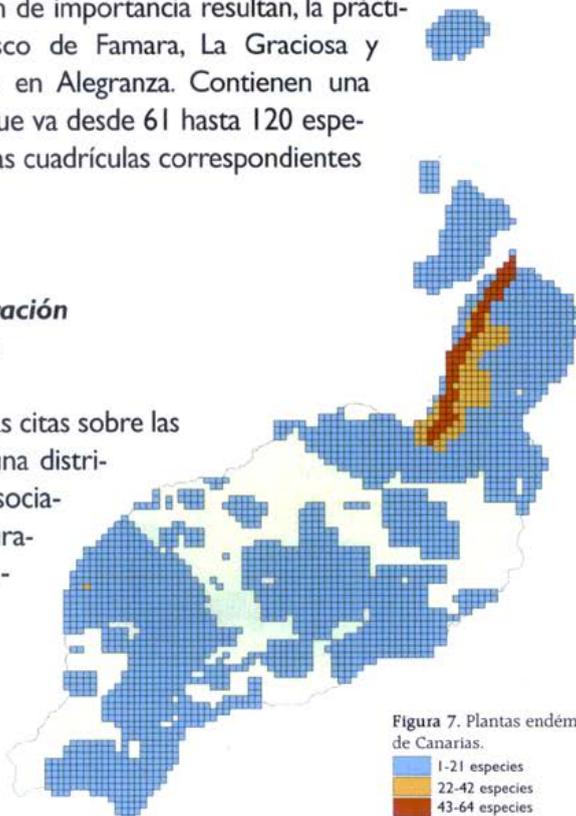
mente en Las Laderas y el Risco de las Nieves. Estos cuatro “Puntos Calientes” contienen cuadrículas de 500 metros de lado en las que se han citado entre 121 y 181 especies endémicas de Canarias.

En un segundo orden de importancia resultan, la práctica totalidad del Risco de Famara, La Graciosa y Montaña del Mojón en Alegranza. Contienen una riqueza intermedia que va desde 61 hasta 120 especies en cada una de las cuadrículas correspondientes a estos lugares.

Puntos de concentración máxima de plantas

Con la totalidad de las citas sobre las plantas, se observa una distribución claramente asociada a los espacios naturales protegidos, aunque incorporando áreas de actual desarrollo urbano como Arrecife.

Como punto destacado, merece la pena mencionar el Risco de Famara y su franja oriental, donde la mayoría de las cuadrículas contienen más del 25 % del total de taxones (80 plantas endémicas de Canarias). Este centro de biodiversidad contiene en su conjunto un 78,5% del total de especies endémicas conocidas de la isla de Lanzarote.



Puntos de concentración máxima de invertebrados

Los 374 taxones de artrópodos endémicos de Canarias, que han sido citados para Lanzarote, se reparten, fundamentalmente, por el tercio superior de la isla, la zona centro-oriental, toda la costa sur y varias áreas de menor entidad por la costa occidental.

En el mapa correspondiente a la suma de todas las citas sobre las especies de este grupo se observa un centro de concentración de endemismos muy importante en la zona de Haría, con 111 taxones como máximo y más del 25 % del total de endemismos localizados en cada una de las 16 cuadrículas que componen dicho centro.

Aunque de menor importancia, aparecen otros cinco

centros de concentración situados en La Graciosa, Monte Corona, Risco de Las Nieves, Barranco de Tenegüime y Arrecife, cada uno de ellos con niveles de riqueza entre los 43 y 84 taxones. El área de Arrecife mantiene este nivel en los análisis realizados sobre citas posteriores a 1969, sin embargo desaparece como punto importante cuando el cálculo se realiza sobre las citas posteriores a 1990. Probablemente fue uno de los lugares de mayor esfuerzo de muestreo relativo en años pasados, cuando aún no se había producido la expansión urbanística actual.

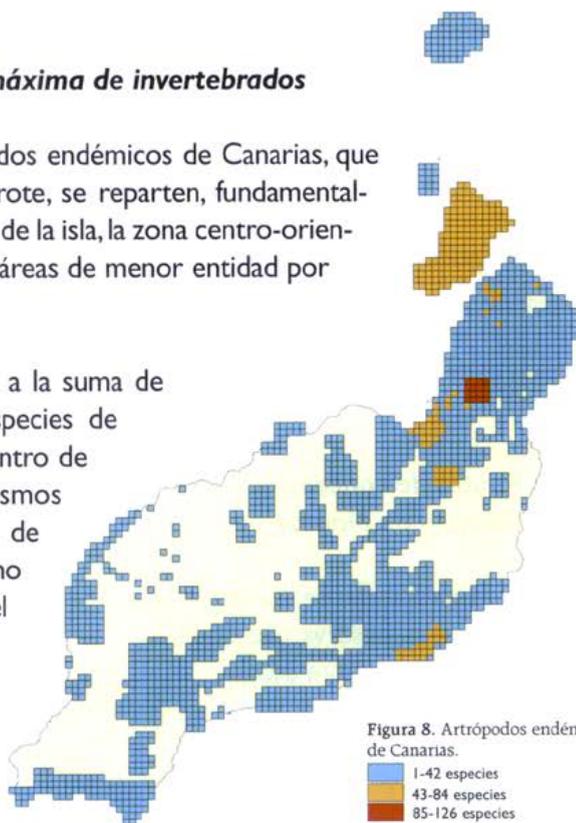


Figura 8. Artrópodos endémicos de Canarias.

1-42 especies
43-84 especies
85-126 especies

Puntos de concentración máxima de vertebrados

El conjunto de los 23 taxones endémicos de Canarias citados para Lanzarote, según los criterios de precisión y escala ya comentados, se reparte por la mayor parte de la superficie de la isla, aunque existen algunos vacíos de información relativamente importantes.

En el mapa de riqueza se pueden observar varios puntos de importancia, principalmente en Alegranza, Montaña Clara, Graciosa y una amplia zona al Sureste del Risco de Famara, formando triángulo entre Los Valles, Tabayesco y Monte Corona. Aquí se localizan numerosas celdas con más de un 66 % del total de taxones de la celda más rica.



Figura 9. Vertebrados endémicos de Canarias.

- 1-7 especies
- 8-13 especies
- 14-19 especies

En segundo lugar de importancia en número de especies, destacan otros 7 lugares con celdas donde se han citado entre 6 y 11 especies: Risco de Famara, Paisaje Protegido de Teneguime, El Jable, Los Ancones, La Geria, Parque Nacional de Timanfaya, la costa entre Punta Montañosa y Puerto del Carmen, y la región suroccidental de la isla, desde la Atalaya de Femés hasta la costa.

5.10. Distribución de la biota endémica de Lanzarote

El análisis de la biodiversidad endémica insular revela un grado mayor de exclusividad y por tanto, indica un mayor índice de vulnerabilidad. El resultado del estudio de la riqueza de especies y la presencia de “Puntos Calientes” con endemismos locales supone una indicación, si cabe, más afinada de cuáles son aquellas zonas del territorio que deben ser conservadas de forma prioritaria.

A partir de un total de 108 taxones endémicos de Lanzarote, con citas de gran precisión y confianza, localizadas en cuadrículas de 500 metros de lado, resulta un modelo de distribución que tiene como característica la agrupación de los datos en tres amplias zonas.

Los puntos de mayor concentración de endemismos insulares se vuelven a localizar, al igual que ocurría con los endemismos canarios, a lo largo del Risco de Famara y en los alrededores de Haría, situándose las cuadrículas más ricas, con más de un 25 % del total de taxones, en este último enclave, en la zona del Mirador del Río y en Las Laderas (extremo sur del Risco de Famara). En un segundo orden de importancia se encuentran Graciosa y Alegranza, que contienen desde 11 a 20 taxones en cada celda.

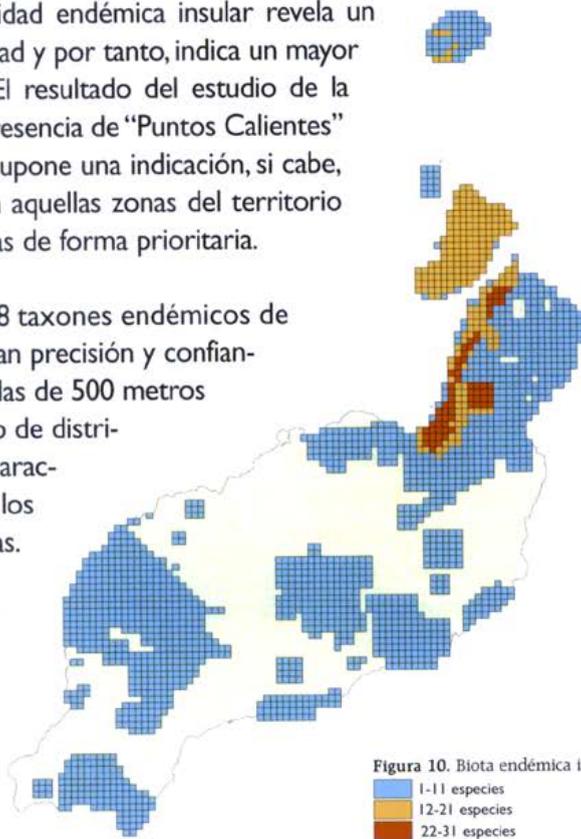


Figura 10. Biota endémica insular.

■ 1-11 especies
 ■ 12-21 especies
 ■ 22-31 especies

Plantas endémicas de Lanzarote

La distribución de la biodiversidad endémica insular observada depende, en gran medida, de la distribución general de las plantas, repartiéndose con valores que van desde el 60 % y el 90 % principalmente por todas las laderas del Risco de Famara.

Artrópodos endémicos de Lanzarote

Los 83 artrópodos endémicos de Lanzarote ocupan menos de la mitad de la isla, de modo que hay muchos lugares donde nunca han sido citados. La presencia de una importante cantidad de cuadrículas con endemismos insulares en Arrecife y sus alrededores está relacionada con la presencia de dos mariposas nocturnas: *Agrotis lanzarotensis lanzarotensis* y *Euxoa canariensis lanzarotae*, distribuidas además por la zona de Haría, la última de ellas también en La Graciosa y Timanfaya.

Los puntos más importantes en número de especies vuelven a ser la zona de Haría, los extremos del Risco de Famara y la isla de La Graciosa, con valores entre 8 y 21 especies.



5.11. *Distribución de especies amenazadas*

Artrópodos y moluscos

Respecto a la distribución de los artrópodos y moluscos amenazados, hay que hacer referencia a varios puntos de localización de especies, que se distribuyen mayoritariamente en el Norte de la isla y en los islotes: La Graciosa, Montaña Clara, El Río, Órzola, Playa de Famara, etc.

También hay que mencionar como punto de interés las proximidades de Playa Blanca, en el sur de la isla. Todos estos lugares de concentración de especies amenazadas se encuentran incluidos en Espacios Naturales Protegidos, a excepción de las proximidades de Playa Blanca.

No obstante, hay que apuntar que en la mayor parte de estos lugares, la riqueza en especies no supera la unidad. Tan sólo en un sector de La Graciosa (Mña. Bermeja) se detectaron dos especies protegidas del grupo estudiado.

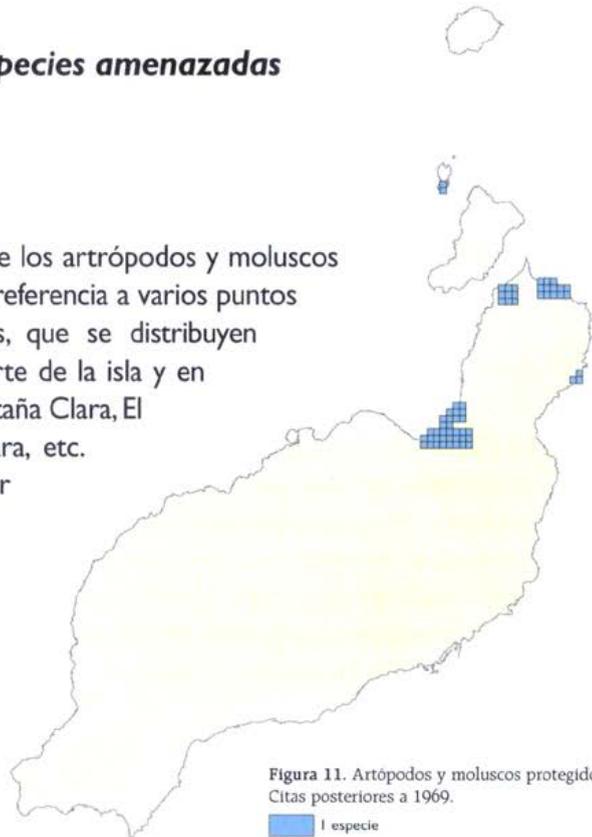


Figura 11. Artrópodos y moluscos protegidos (E.S.V). Citas posteriores a 1969.

■ 1 especie



Plantas

En lo que se refiere a las plantas, parece claro que la concentración máxima de especies amenazadas se encuentra en los riscos de Famara, donde se localizan entre 18 y 27 taxones, dependiendo de la zona. Los puntos de máxima concentración se localizan en los riscos de Montaña Aganada y La Montaña. En las proximidades de los riscos de Famara, la riqueza en especies, aunque algo menor, también es destacable, observándose entre 7 y 17 taxones según al área analizada. Otros enclaves, como los islotes, Parque Nacional de Timanfaya, macizo de Los Ajaches, San Bartolomé, Playa Honda, Costa Teguisse, etc., también contienen alguna especie amenazada, si bien siempre son pocas (1-6 especies).

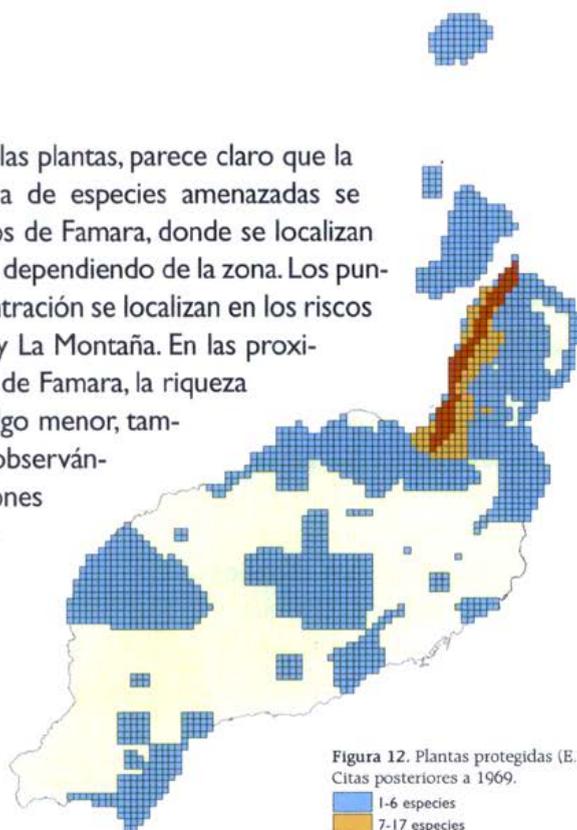


Figura 12. Plantas protegidas (E.S.V.). Citas posteriores a 1969.

- 1-6 especies
- 7-17 especies
- 18-27 especies



Vertebrados

En cuanto a los vertebrados, los puntos de concentración máxima de especies parecen localizarse en los islotes y en las proximidades de la playa de Famara. En estos lugares la riqueza en especies oscila entre 12 y 17, dependiendo del lugar observado, alcanzándose los máximos valores en las proximidades de Morro Gato (La Graciosa). Otros puntos de interés son el macizo de Famara (en sentido amplio), las proximidades de Haría, el Parque Nacional de Timanfaya, Los Ajaches, Pechiguera, etc., donde la riqueza en especies oscila entre 5 y 11 taxones. Las áreas de mayor concentración de especies se incluyen en espacios naturales protegidos (Parque Nacional de Timanfaya, Parque Natural del Archipiélago Chinijo, etc.).

El elevado número de vertebrados incluidos en la categoría “de interés especial”, implica variaciones evidentes en el mapa resultante del análisis de todos los datos. De esta manera, aparecen destacados

nuevos e importantes enclaves (entre 6 y 15 especies), como las proximidades de Arrecife, de Puerto del Carmen, de Costa Teguise o San Bartolomé.



Figura 13. Vertebrados protegidos (E.S.V). Citas posteriores a 1969.
 1-4 especies
 5-11 especies
 12-17 especies







UTILIDADES IV

Evaluación de especies amenazadas

EL ESTABLECIMIENTO DE LISTADOS de especies amenazadas ha sido uno de los instrumentos básicos para la determinación de prioridades de conservación de las especies, en ámbitos geográficos determinados. Su finalidad esencial es la de contribuir a orientar las medidas de conservación basándose, esencialmente, en el aporte de información científica sobre el estado de conservación de las especies y la determinación de las amenazas y la magnitud de las mismas.

Esas listas han sido tradicionalmente desarrolladas sobre la base de sistemas de clasificación que han ido evolucionando sensiblemente en los últimos 40 años, especialmente, a partir de la década de los noventa, intentando en todo momento incrementar su rigor científico, objetividad y transparencia. En este sentido, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha desarrollado sistemas de clasificación cuantitativos que sustituyeron a las definiciones cualitativas existentes en los años 60, en los cuales el tamaño y evolución del área geográfica ocupada por las especies ha sido uno de los criterios básicos del proceso de evaluación.



Los criterios utilizados por la UICN para el establecimiento de las Listas Rojas de Especies Amenazadas ha inspirado a numerosas autoridades nacionales y regionales en el desarrollo de sistemas de evaluación similares. No obstante, habría que señalar que la evaluación del nivel de amenaza no basta en sí misma para la determinación de prioridades dado que habría que valorar otras consideraciones como la posibilidad de adoptar medidas correctoras teniendo en cuenta las posibilidades políticas, económicas y logísticas (MACE, 2000a).

El Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias, aprobado por el Gobierno de Canarias en el año 2001 (Decreto 151/2001, de 23 de julio, por el que se crea el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias; B.O.C. n° 97, de 1 de agosto de 2001) incluyó un amplio número de especies aplicando las categorías recogidas en la Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, atendiendo fundamentalmente a la información recogida en los Libros y Listas Rojas referidas al ámbito canario.

Con posterioridad, y con el fin de mejorar el sistema de evaluación del grado de amenaza de las especies se aprobó la Orden de 25 de septiembre de 2003, por la que se dictan criterios para evaluar las especies amenazadas de Canarias (B.O.C. n° 197, de 9 de octubre de 2003) en la que uno de los criterios de evaluación a emplear es la distribución de la especie, atendiendo a su tamaño y a los cambios producidos en una escala temporal determinada, utilizando los conceptos de área de ocupación y área de presencia, de manera similar al criterio B empleado por la UICN.

La citada Orden establecía la obligatoriedad de evaluar y recatalogar todas las especies, subespecies o poblaciones incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias en el plazo de un año. Es evidente que contar con herramientas informáticas que permitan aplicar los criterios puede ser muy útil a la hora de agilizar y objetivar la evaluación, y en este aspecto, el



Banco de Datos de Biodiversidad constituye una herramienta válida para el análisis de las tendencias distribucionales de las especies, contribuyendo así a la aplicación del artículo 4 de la Orden de 25 de septiembre de 2003.

6.1. **Consultas al Banco de Datos de Biodiversidad**

La característica principal del *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias* (BIOTA) reside en la integración de una base de datos documental a un sistema de información cartográfico. Este software puede utilizarse como elemento básico de análisis y evaluación de la tendencia corológica de los taxones a lo largo de un periodo seleccionado, lo que resulta muy práctico en los procesos de revisión y catalogación de especies amenazadas.

Las características operativas de este sistema de información y su soporte documental condicionan unas pautas elementales de uso, para que los resultados de la aplicación sean lo suficientemente verosímiles y robustos, y no se presten a interpretaciones confusas o desvirtuadas. En este capítulo esbozaremos los pasos elementales que deben seguirse en el proceso de análisis distribucional con la aplicación informática ATLANTIS TIERRA 2.0, modelizados con ejemplos prácticos y reales de algunas especies catalogadas. A continuación se detallan los pasos recomendados a seguir en el proceso:

- 1) Realización de Consulta de Especies del taxón seleccionado.
- 2) Ordenación de las citas bibliográficas por fechas.
- 3) Selección de las citas bibliográficas que afecten al periodo temporal que hemos seleccionado. Dicho periodo (en número de años) se designa según los criterios establecidos en la



Orden 1672/ 2003 de 25 de septiembre. En este supuesto ha de seleccionarse aquel subcriterio (ya sea el número de años prefijado o el que abarquen tres generaciones del taxón) que suponga un mayor lapso temporal de estudio. Es de especial importancia el hecho de trabajar con el subcriterio de número de generaciones en aquellas especies con una esperanza media de vida elevada, pues el periodo de análisis se prolonga y los resultados pueden variar significativamente en el proceso de categorización.

4) Extracción y consulta de los documentos, que dentro del periodo seleccionado, contengan información cartográfica o distribucional de nivel 1 o de nivel 1 y 2, dependiendo del grupo y su capacidad de movimiento y dispersión.

5) Realización de una Consulta de Análisis del taxón seleccionado.

6) Elaboración de un mapa general en la opción de Consulta de Análisis, con nivel de precisión 1 ó 1 y 2, cuadrículas de 500 x 500 m, para todas aquellas publicaciones posteriores a 1969. Este mapa será orientativo de la distribución global de la especie y se utilizará para el cálculo del área de ocupación y de presencia.

7) Elaboración de mapas comparativos para los distintos periodos seleccionados y con las características referenciadas en el punto anterior.

8) Análisis de los mapas generados: cálculo del área de ocupación, área de presencia e índice de fragmentación.



9) Comparación de los resultados obtenidos de los diferentes mapas que se han generado. Evaluación y cuantificación proporcional de la tendencia observada.

10) Análisis de las fuentes bibliográficas de los mapas actualizados. Se contrasta la calidad, origen, naturaleza y precisión de las fuentes utilizadas, quedando a criterio del evaluador la opción de considerar válidas las comparaciones realizadas. En este punto han de tenerse en cuenta varios aspectos:

a) La carencia de información bibliográfica en determinados periodos que se traduzca en deficiencias de información corológica.

b) Los falsos cerros: aquellas poblaciones históricas que no aparezcan reflejadas en mapas de periodos posteriores no pueden asumirse directamente como desaparecidas. En este caso hay que evaluar los documentos fuente para descartar o no dicha hipótesis. Es decir, si dichas poblaciones no reflejadas en el mapa actualizado, fueron realmente visitadas y no detectadas.

c) Las nuevas poblaciones: el descubrimiento de nuevos núcleos poblacionales de un taxón y por ende el aumento de su área de ocupación y presencia, registrados no implica necesariamente un aumento del rango de distribución a lo largo del periodo estudiado. En este caso hay que evaluar el documento fuente y valorar si procede inferir la existencia de dichos núcleos a periodos anteriores a su descubrimiento.



d) En el caso de especies/poblaciones sésiles o con escasa capacidad dispersiva se utilizarán, en la medida de lo posible, datos con nivel de precisión 1. En este caso la reducción del área de ocupación y/o presencia en número de cuadrículas puede ser un buen indicador de la tendencia distribucional. No obstante, aún con datos de nivel de precisión 1, hay que considerar ciertas precauciones a la hora de realizar el análisis comparativo:

Cuando los documentos fuentes trabajan en la misma escala, no existe inconveniente en la comparación, si bien escalas grandes de trabajo, como cuadrículas de 1 x 1 km e incluso 500 x 500 m, pueden minimizar o excluir variaciones importantes en la superficie de ocupación de las poblaciones.

• Cuando el documento fuente de ambos mapas trabaje a escalas distintas (por ejemplo, cuadrículas de 1x1 km, cuadrículas de 500 x 500 m, representación puntual, polígonos es necesario conocer el tamaño real de las poblaciones, como premisa para estandarizar los datos cartográficos con el factor de conversión adecuado. En este caso, la UICN ha establecido unos criterios básicos para estandarizar y comparar datos ocupacionales trabajados a escalas distintas (VARIOS AUTORES, 2003).

e) En los casos de especies/poblaciones no sésiles o con alta capacidad dispersiva (p.e. en las aves), es más útil trabajar simultáneamente con los dos niveles de precisión (1 y 2), y luego proceder a comparar los resultados ya sea en área de ocupación o área de presencia.



6.2. Ejemplos prácticos de aplicación del programa Atlantis Tierra 2.0 en la evaluación de especies incluidas en el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias

1. **Guirre** (*Neophron percnopterus majorensis*)

El Guirre (*Neophron percnopterus majorensis*) es un ave rapaz cuya distribución a nivel subespecífico está restringida al archipiélago canario. Hasta principios del siglo XX, se distribuía amplia y abundantemente por las islas de La Gomera (aunque relativamente escaso), Tenerife, Gran Canaria, Fuerteventura, Lanzarote e Islotes. A mediados del siglo XX comenzó su declive, principalmente por el abandono gradual de la ganadería extensiva y especialmente acentuado por el uso masivo de insecticidas tipo DDT en las plagas de langosta africana (*Schistocerca gregaria*) de la década de los 50.

Este fenómeno se tradujo en un declive muy rápido que concluyó con la desaparición del ave en las islas de La Gomera, Tenerife y Gran Canaria. Actualmente se encuentra relegada a las islas de Lanzarote y Fuerteventura, donde mantiene sus efectivos, alrededor de 22 parejas (PALACIOS, 2000). Los factores de amenaza actuales se centran en: baja tasa reproductiva, muertes por colisiones y electrocución en tendidos eléctricos, reducción de ganadería extensiva y ocupación-degradación de su hábitat (DONÁZAR *et al.*, 2001).

A la hora de realizar el análisis debemos considerar dos aspectos, el biológico y el metodológico: el primero, porque al ser un ave con alta capacidad de dispersión entra en la categoría indicada en el punto 10.d del protocolo de análisis descrito y en segundo lugar, porque los datos con los que opera la herramienta de análisis son de presencia o avistamientos. Todo esto deriva en la necesidad práctica de trabajar conjuntamente con los datos de nivel precisión 1 y 2, pues si bien son menos concretos, aumentan el volumen de información y minimizan el error asociado a las características metodológicas del programa y a la introducción, interpretación y traslación de los datos al soporte cartográfico.

En primer lugar realizamos un mapa que contenga todas las citas o avistamientos del guirre (*N. percnopterus majorensis*) registrados desde el año 1970 hasta la actualidad y otro mapa que recree la situación actual (p.e. desde el año 2000). Tras contrastar las bases documentales, que generan ambos mapas y que nos indican que la comparación es plausible, procedemos al cálculo de la tendencia observada en los últimos 30 años, según la fórmula:

$$\left(\frac{\text{Área ocupación actual (km}^2\text{)}}{\text{Área ocupación (km}^2\text{)} > 1970} - 1 \right) \times 100 = \text{evolución observada en \%}$$

Si el valor es negativo indicará regresión del área de ocupación, si es positivo, progresión. También puede utilizarse el área de presencia para la realización del mismo tipo de cálculo.

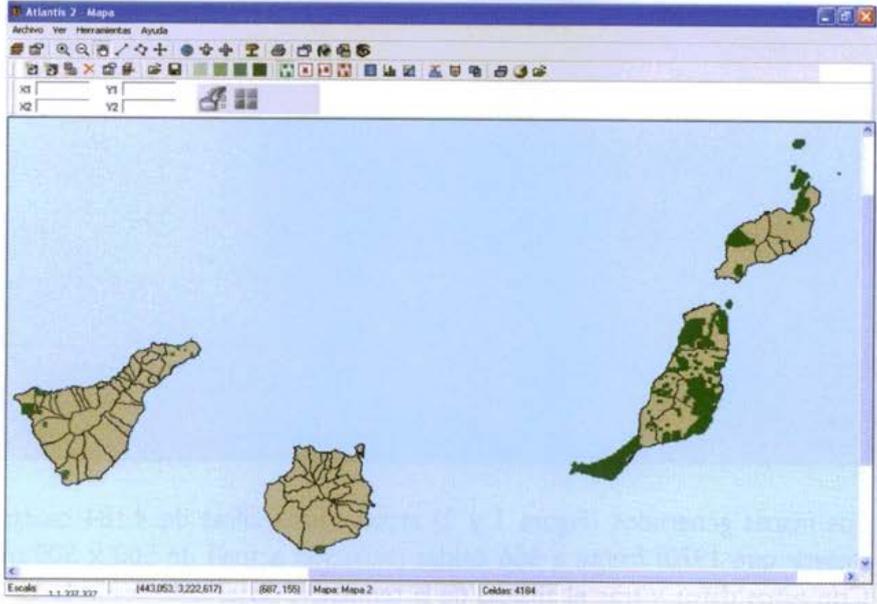


Figura 1.
Distribución de *N. percnopterus majorensis* en el archipiélago canario desde 1970. Mapa generado en cuadrículas de 500 x 500m, con nivel de precisión 1 y 2. Las cuadrículas verdes indican los lugares con presencia de ejemplares.

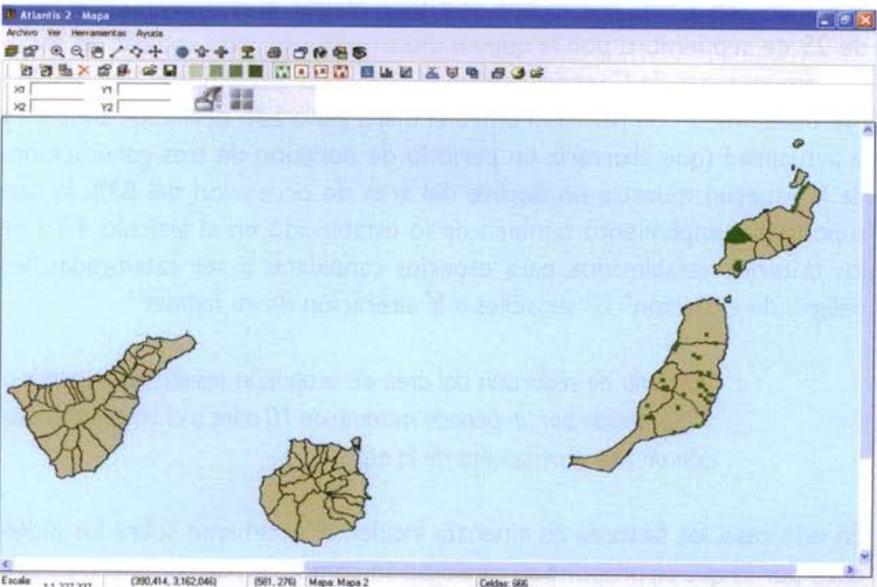


Figura 2.
Distribución actual de *N. percnopterus majorensis* en el archipiélago canario desde 2000. Mapa generado en cuadrículas de 500 x 500m, con nivel de precisión 1 y 2. Las cuadrículas verdes indican los lugares con presencia de ejemplares.



Los mapas generados (Figura 1 y 2) arrojan unas cifras de 4.184 celdas (mayor que 1970) frente a 666 celdas (situación actual) de 500 x 500 m. Con estos datos y tras el análisis de la tendencia observada, según la fórmula anterior, tendríamos una regresión del 84% y un área de ocupación actual de 166,5 km², por lo que se podría aplicar el criterio 4.2.b (Orden de 25 de septiembre por la que se dictan criterios para evaluar las especies amenazadas de Canarias) según el cual sería una especie “vulnerable”. No obstante, la comparación entre el mapa generado desde los años 80 y la actualidad (que abarcaría un periodo de duración de tres generaciones de la especie) muestra un declive del área de ocupación del 83%, lo que supone el cumplimiento también de lo establecido en el artículo 4.3.a de los criterios establecidos, para especies candidatas a ser catalogadas “en peligro de extinción” o “sensibles a la alteración de su hábitat”:

“El ritmo de reducción del área de ocupación resulta ser superior al 75%, medido por un periodo máximo de 10 años o el tiempo de duración de tres generaciones de la especie”.

En este caso, los factores de amenaza inciden directamente sobre los individuos por lo que se propone su catalogación como “en peligro de extinción”.

2. *Hierbamuda* (*Lotus kunkelii*)

L. kunkelii es un endemismo exclusivo de Gran Canaria, presente en una única localidad en la costa oriental de la isla. Se trata de una especie de marcado carácter psamófilo con capacidad para colonizar distintos sustratos arenosos. Por otro lado, se trata de una especie que presenta una importante variación en el número de ejemplares tanto interanual como a lo largo de un mismo año, observándose fluctuaciones extremas en el número de individuos. Así, en el año 2002, sólo se ha podido constatar la presencia de unos 27 ejemplares adultos, cuando existen años donde la estimación de la población se ha situado en más de 8.000 ejemplares adultos (SUÁREZ, 1994), aunque estos datos hay que tenerlos en cuenta con ciertas reservas.

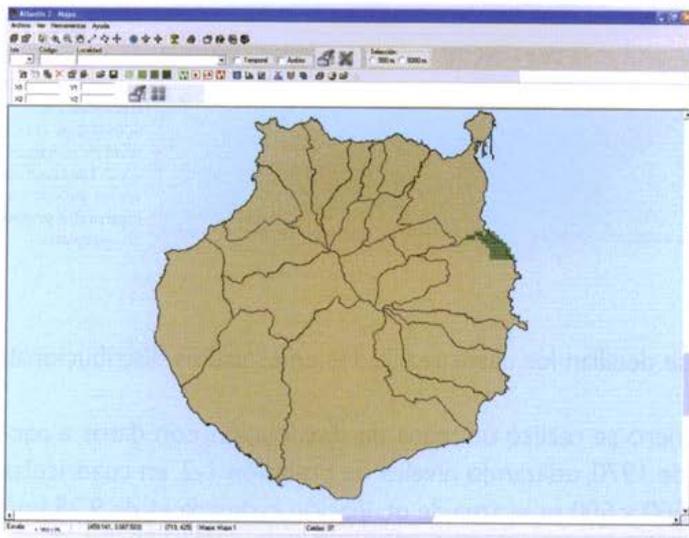


Figura 3. Distribución de *Lotus kunkelii* en Gran Canaria desde 1970. Mapa generado en cuadrículas de 500x500 m. con nivel de precisión 1 y 2. Las cuadrículas verdes indican los lugares con presencia de ejemplares.

El hábitat de esta especie ha sufrido un grave proceso de regresión como consecuencia del desarrollo de infraestructuras viarias, las extracciones de áridos, acumulación de escombros y proyectos de urbanización finalmente

no desarrollados, lo que ha supuesto una intensa modificación y alteración del hábitat original en el que se que desarrollaba la especie. Esta transformación ha sido particularmente intensa a partir de los años 70 debido a las actividades extractivas y la construcción de la carretera GC-1, manteniendo en la actualidad un alto grado de degradación.

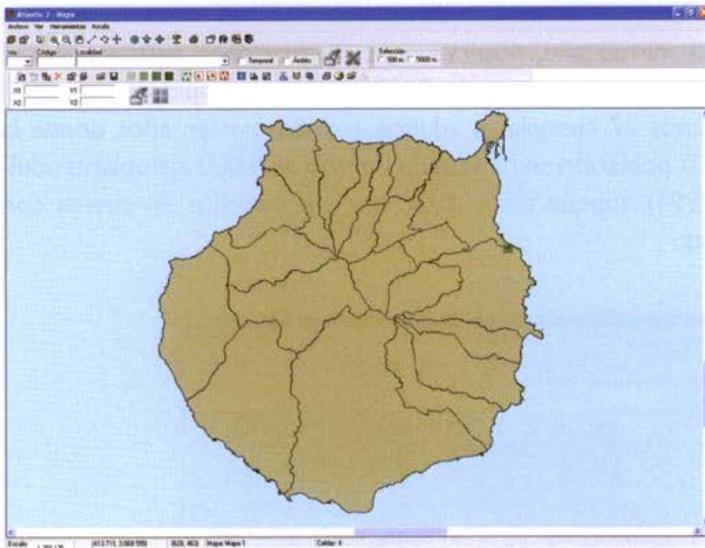


Figura 4. Distribución de *Lotus kunkelii* en Gran Canaria desde 2000. Mapa generado en cuadrículas de 500x500 m, con nivel de precisión 1 y 2. Las cuadrículas verdes indican los lugares con presencia de ejemplares.

A continuación se detallan los pasos realizados en el análisis distribucional:

Primero se realizó un mapa de distribución, con datos a partir de 1970, utilizando niveles de precisión 1-2, en cuadrículas de 500 x 500 m, el área de ocupación estimada es de 9,25 km² (37 celdas, Figura 3). Este mismo análisis restringido a la situación actual, con datos posteriores al año 2000, señala que el área de ocupación no supera 1 km² (4 celdas, Figura 5). Si procedemos al cálculo de la tendencia observada en los últimos 30 años, según la fórmula:

$$\left(\frac{\text{Área ocupación actual}}{\text{Área ocupación} \geq 1970} - 1\right) \times 100 = \text{evolución en \%}$$

se puede deducir que la especie ha sufrido una regresión del 89,18% desde 1970 en lo que respecta a su área de ocupación.

Por otro lado, se procedió a un análisis más detallado, año a año, para aquellos en los que existían registros (1967, 1972, 1976, 1979, 1983, 1994, 1996 y 2001), dado que algunos datos, una vez consultadas las bases documentales, carecían de verosimilitud y podían alterar el resultado. Así, de todos esos datos, no se tuvo en cuenta el referenciado en 1996 por V. VOGGENREITER, dado que presentan una gran imprecisión al utilizar cuadrículas de 5 x 5 km² asignando un área de ocupación (AO) de 6,75 km², superficie claramente superior al AO constatada en esa época. Los resultados de ese análisis, utilizando cuadrículas de 500 x 500 m, y nivel de precisión 1-2 se recogen en la Figura 5.

AÑO	Nº CELDAS	AO (km ²)
1967	15	3,75
1972	16	4
1976	14	3,5
1979	15	3,75
1983	5	1,25
1984	8	2
1994	6	1,5
2001	4	1

Figura 5. Número de celdas de distribución de *Lotus kunkelii* en los últimos treinta años
AO: Área ocupación en km²

Como se puede observar, la especie sigue una tendencia claramente regresiva, estimándose que para 1970 el AO era de 3,79 km² mientras que para el año 2004 se estima en 0,46 km². Aplicando la fórmula señalada anteriormente, el resultado sería -87,86%, por lo que el AO supondría solamente el 12,13 de la superficie existente en 1970.

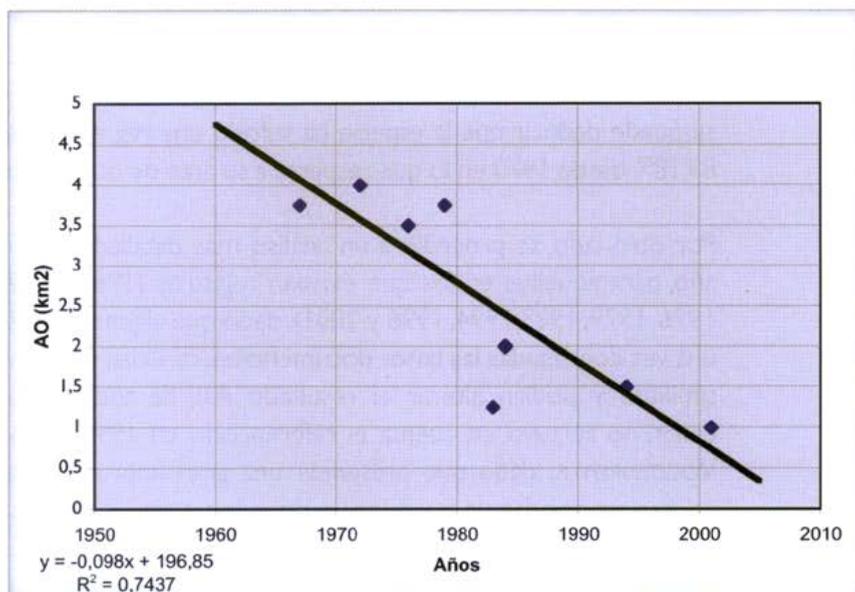


Figura 6. Tendencia estimada del área de ocupación de *Lotus kunkelii*

En función de lo anteriormente expuesto, *Lotus kunkelii* cumpliría con los siguientes criterios establecidos:

- Se trata de un endemismo local ($AO < 5 \text{ km}^2$) cuya distribución actual no supera los $2,5 \text{ km}^2$ de superficie, cumpliendo el criterio 4.1.
- La especie presenta una importante regresión en su área de ocupación en los últimos 30 años, estimándose entre el 87,865% y el 89,17%, cumpliendo el criterio 4.3.b, dado que el área de ocupación se encuentra en declive desde 1970 y es inferior a los $2,5 \text{ km}^2$, umbral establecido para los endemismos locales.

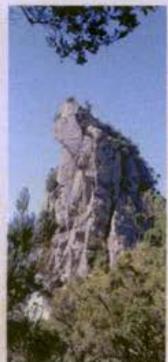
Por todo ello, se ha propuesto su catalogación como “sensible a la alteración de hábitat” porque la amenaza fundamental de la especie reside en la grave alteración que ha sufrido su hábitat original.



UTILIDADES V

Áreas prioritarias complementarias de conservación en Tenerife

EL PATRIMONIO NATURAL de una región se mide por su biodiversidad, la cual conforma un tipo de riqueza equivalente a la de su propio acervo inmobiliario o cultural, con la diferencia de que si ésta es producto de unos pocos siglos de historia, aquella es resultado de millones de años de evolución.



La biodiversidad reporta importantes servicios ambientales a los sistemas humanos y encierra, todavía, una mayor potencialidad de uso futuro, motivo por el cual muchos países han sentido la necesidad de abordar políticas gubernamentales de conservación, especialmente a raíz de la firma del Convenio Internacional de Biodiversidad (1992, Río de Janeiro). Sin embargo, la magnitud de la crisis de la biodiversidad (PIMM & RAVEN, 2000) demanda tantos medios (WILCOVE & CHEN, 1998; MAIN, *et al.*, 1998) que resulta una tarea imposible si no se investigan fórmulas para optimizar al máximo las decisiones de conservación (VANE-WRIGHT *et al.*, 1991; MARTINEZ-LABIANO, 1999).

Cuando se trata de proteger especies, nos enfrentamos a la tarea de preservar millones de poblaciones, dispersas por todo el territorio en áreas naturales, seminaturales e incluso artificiales, de modo que la identificación de los lugares más ricos en especies raras (=endémicas) permite determinar los lugares de conservación prioritarios a fin de mantener activo el valor de opción de las generaciones futuras (BISHOP, 1982; VANE-WRIGHT, 1996). La protección de dichos lugares se ha abordado, tradicionalmente, mediante la declaración de espacios naturales de amplia extensión y, más raramente, mediante de declaración de microrreservas puntuales. Esta



última, es una estrategia menos costosa y más efectiva ya que permite abarcar mayor cantidad de especies diferentes. Su aplicación precisa identificar el mínimo conjunto de territorios que contenga la máxima representación de biodiversidad (PRESSEY & NICHOLS, 1989; PRESSEY *et al.*, 1993).

En los 2.500 km² de superficie que tiene la isla de Tenerife vive el 55% de todas las especies endémicas conocidas en Canarias, lo cual significa 1.949 especies de las que 805 son exclusivas de la isla. Pero Tenerife es también una isla densamente poblada, con 333 hab/km² –sin considerar los alrededor de cinco millones de turistas que la visitan anualmente–, con más de 600 vehículos por cada 1.000 habitantes y un grado de ocupación del territorio que ha provocado una importante transformación del paisaje en la costa y las medianías (Figura 1) (MARTÍN-ESQUIVEL & FERNÁNDEZ-PALACIOS, 2001). El Gobierno de la isla (Cabildo Insular) gestiona directamente parte

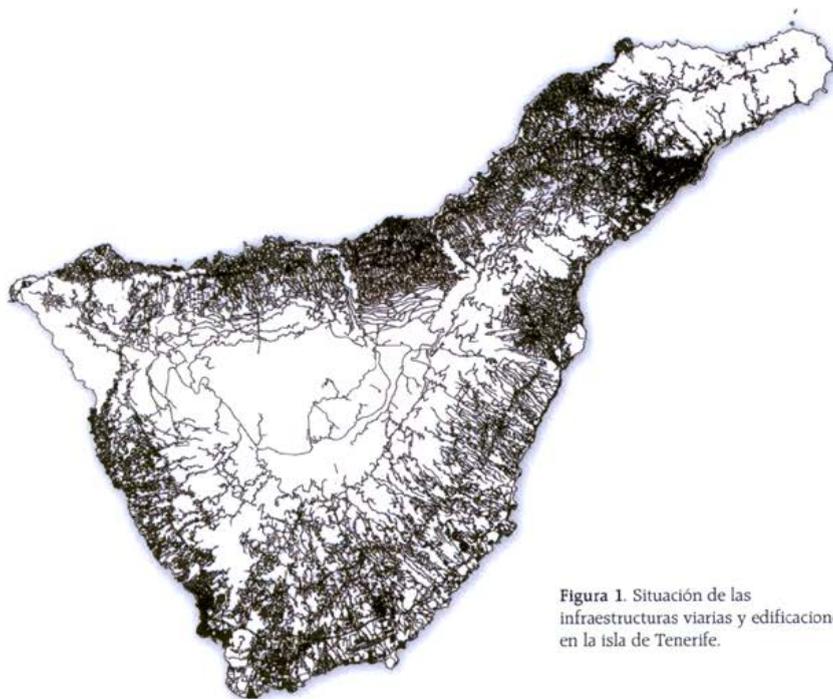


Figura 1. Situación de las infraestructuras viarias y edificaciones en la isla de Tenerife.



de las tierras públicas existentes que, junto con la superficie del Parque Nacional del Teide, contienen el 75% de las especies de plantas vasculares, todas las especies de criptógamas y hongos, el 60% de las especies de artrópodos y todas las especies de vertebrados endémicas de Canarias que habitan Tenerife. La cuestión primordial a resolver, en el marco de una política de adquisición de nuevos terrenos para abarcar al menos una muestra de cada una de las 757 especies restantes, sería determinar los nuevos lugares que habría que adquirir para abarcar el máximo de biodiversidad en la mínima superficie posible. Este artículo busca dar respuesta a dicha pregunta.

7.1. Metodología

Consideraciones generales

El establecimiento de prioridades territoriales de protección puede hacerse por distintos métodos y valorando diferentes recursos (WILLIAMS, 1999). En esencia, la valoración afecta a genes, caracteres, taxones, hábitats y variables ambientales y, según como se haga, determinará procedimientos de distinta concreción. En unas situaciones, los recursos se valoran de forma



cuantitativa y en otros, en función únicamente de la presencia o ausencia de determinado elemento. Entre las últimas, las más comunes son la identificación de puntos calientes de biodiversidad (hot-spots) (MYERS, 1989, 1990, PRENDERGAST *et al.*, 1993a) y de áreas complementarias (MARGULES *et al.*, NICHOLLS & PRESSEY, 1988; MARGULES *et al.*, 1994; VANE-WRIGHT, *et al.*, 1991), utilizando las especies como indicadores de referencia (WILLIAMS, 1999). Cuando el objetivo es abarcar una muestra de todas las especies, varios autores han señalado la preferencia del método de las complementariedades frente al de los puntos calientes (GASTON, 1996; MACE, 2000b; WILLIAMS, *et al.*, 1996;), al menos a escalas geográficas locales (REID, 1998), que es donde se toman las decisiones más directamente aplicables (SCHWARTZ, 1999). FAITH & WALKER (1996) han denominado a estos lugares "puntos calientes complementarios", en un intento de tender un puente conceptual entre ambos métodos.

La selección de áreas prioritarias, mediante la complementariedad de sus biotas, puede resultar incongruente cuando se utilizan grupos taxonómicos indicadores de si unos ambientes se ven favorecidos frente a otros (PRENDERGAST *et al.*, 1993b), o si incluyen especies demasiado diferentes en cuanto a su movilidad. Lo primero, puede ocasionar la discriminación de unos hábitats frente a otros, a menos que se seleccione un grupo o una combinación de grupos bien repartidos por diferentes hábitats y ambientes y con especies disjuntas (FAITH & WALKER, 1996). Lo segundo, se debe a

que la escala de trabajo está condicionada por la vagilidad de las especies y cuanto mayor sea ésta menos precisa ha de ser aquella. Así, una localidad puntual puede ser apropiada para proteger poblaciones de hormigas, pero no de aves cuya movilidad excede con mucho su superficie.

A una escala de trabajo de 25 ha (cuadrículas de 500 m de lado) los grupos taxonómicos más adecuados son moluscos, artrópodos y plantas, que constituyen el 95% de la biodiversidad endémica terrestre y se reparten por todos los hábitats de la isla. Pero, no todas las especies son igualmente importantes desde el punto de vista de su conservación, pues muchas de ellas son formas introducidas que lejos de representar un aporte valioso a la naturaleza constituyen a veces una seria amenaza, capaz de ocasionar severos problemas ecológicos. Configuran la llamada biodiversidad artificial (ANGERMEIER, 1994), cuya importancia para fijar prioridades de conservación es secundaria con respecto a la biodiversidad nativa (SCHMIDA & WILSON, 1985; PRENDERGAST, 1997),





aunque este planteamiento ha sido puesto en duda cuando hay pocos endemismos (WILLIAMS & HUMPHRIES, 1994). En el caso concreto de Canarias, la mitad de las dos mil especies de flora vascular presente en el archipiélago son nativas —el 50% de las cuales son endémicas— y el resto son introducidas, de modo que la llegada de nuevas especies favorecidas por la intervención humana ha reducido el porcentaje original de endemidad del 50% a un 25% haciendo aparecer nuevos centros ricos en biodiversidad en los lugares de concentración de especies exóticas.

Sin embargo, no es fácil saber cuándo una especie es realmente nativa o cuando su presencia se debe a una antigua introducción artificial. Los dos mil años de ocupación humana de Tenerife han impedido que podamos discernir con claridad la procedencia de muchos taxones. Sabemos que algunas especies son claramente nativas, y otras son claramente introducidas, pero de muchas de ellas no sabemos si llegaron en los últimos quinientos años de historia, en los 1.500 años de presencia humana anteriores, o antes. Pero, sí es posible reconocer cuáles de estas especies son endémicas y basarnos en ellas para identificar áreas prioritarias de conservación (KERR, 1997; REID, 1998).

La información de base, para este ejercicio, proviene del *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias*. Para ello, se seleccionaron las especies de las cua-



les se disponía una información razonablemente precisa, definida ésta como aquella resultante de una coordenada geográfica o una indicación toponímica cuya localización no dejaba duda. Hubo también un grupo de 80 especies cuya localización imprecisa no se estimó aceptable a los efectos de este análisis. En todo caso, siempre hay que dejar constancia de que los resultados de estos análisis serán un reflejo del estado del conocimiento, con sus bondades y sus defectos, lo cual no significa que coincidan exactamente con el estado real de la biodiversidad, pues el muestreo diferencial en la captura de datos y los distintos métodos empleados acumulan sesgos que obligan a ser cautos en las conclusiones. Así y todo, éstas son de gran utilidad para tomar decisiones rápidas en el marco de una estrategia adaptativa de conservación, ya que la urgencia debida al ritmo de





degradación de la naturaleza no permite esperar a obtener datos completos sobre todas las especies.

Consideraciones particulares

En el caso de Tenerife, el punto de partida fue de un conjunto de 1.308 celdas de 500 m de lado cada una, que ya eran propiedad pública en su integridad, por lo que la celda complementaria más rica en el resto del espacio posiblemente sería diferente de la que obtendríamos si no hubiera ninguna seleccionada antes. El análisis consistía, entonces, en averiguar cuál de las 7.192 celdas restantes de la isla tenía una biota más complementaria a las incluidas en las 1.308 de partida. Para simplificar más el ejercicio, se excluyeron de este territorio las celdas en áreas urbanizadas. Aún así, la cantidad de combinaciones posibles seguía siendo grande, por lo que se optó por simplificar más el problema variando la escala de trabajo. Las celdas de 25 ha se agruparon en 120 celdas de 2.500 ha (5.000 m de lado), y tras hacer una sencilla consulta de cuales de ellas contenían una muestra de todas las especies, se descartaron 55. Las restantes 65 incluían 5.800 celdas de 25 ha cada una, entre las cuales debían encontrarse los sitios prioritarios buscados.

La selección de prioridades se hizo “paso a paso”, seleccionando las celdas relevantes, una a una, mediante un algoritmo heurístico. Este método es menos efectivo que si se seleccionan todas las celdas en un único paso, pero demanda menos potencia informática y tiene algunas ventajas en cuanto a la flexibilidad del resultado. Aplicando el método “paso a paso” se obtuvo una serie subóptima (UNDERHILL, 1994) que luego hubo de ser optimizada analizando la especies presentes en cada celda y eliminando aquellas celdas redundantes, cuyo contenido completo estaba representado en alguna otra. Este ejercicio de optimización permite excluir varias celdas, de las obtenidas como prioritarias, en función del valor de rareza de las espe-



cies (WILLIS *et al.*, 1996; PRESSEY *et al.*, 1999) y da como resultado una serie equivalente a la que hubieramos obtenido mediante un análisis de conjunto. Para VANE-WRIGHT (1996) la serie subóptima es preferible, desde el punto de vista de la gestión de conservación, en la medida que permite una mayor flexibilidad en la toma de decisiones sobre qué celdas adquirir (SAETERSDAL *et al.*, 1993). Sin embargo, este planteamiento da poca importancia al orden de prioridad, que varía mucho entre la serie subóptima y la óptima.

En la serie final de celdas prioritarias habrá especies que sólo aparezcan una vez y otras que se repetirán muchas ocasiones, de modo que el número medio de celdas en que aparecen todas las especies nos dará una idea del grado medio de redundancia de las especies. En una serie ideal de celdas interesa que haya cierta redundancia de especies a fin de incluir la variabilidad poblacional, que es una componente esencial de la biodiversidad, de modo que si la serie prioritaria final tiene una media de presencias baja, puede ser conveniente incluir alguna celda nueva que aumente el valor medio de repetición de especies. El grado de redundancia media final influ-



ye en la forma de la gráfica de riqueza acumulada, que será una curva más acusada si la redundancia media es baja, y más suave si la redundancia media es alta.

En el caso de empate entre dos celdas por el número de especies nuevas que aportan a la serie preseleccionada, será la riqueza de especies redundantes el criterio de referencia para escoger entre una u otra. Esta manera de romper un empate es una de las alternativas posibles, junto a la discriminación en función del grado de representación de rangos taxonómicos superiores (VANE-WRIGHT *et al.*, 1991), de la cantidad de especies amenazadas o del grado de rareza (NICHOLLS & MARGULES, 1993; POSSINGHAM *et al.*, 2000; MARTÍN *et al.*, 1999).



7.2. Resultados

Celdas prioritarias

Los resultados del análisis fueron 102 celdas de 500 m de lado cada una, en las que la bibliografía científica ha citado hasta 1.759 especies endémicas con seguridad (1.462 faunísticas y 297 florísticas), y 80 más de forma simplemente probable. Otras 17 especies quedaron fuera de dicho rango por que sólo se conocían en zonas urbanas no consideradas en los análisis (Figura 2).

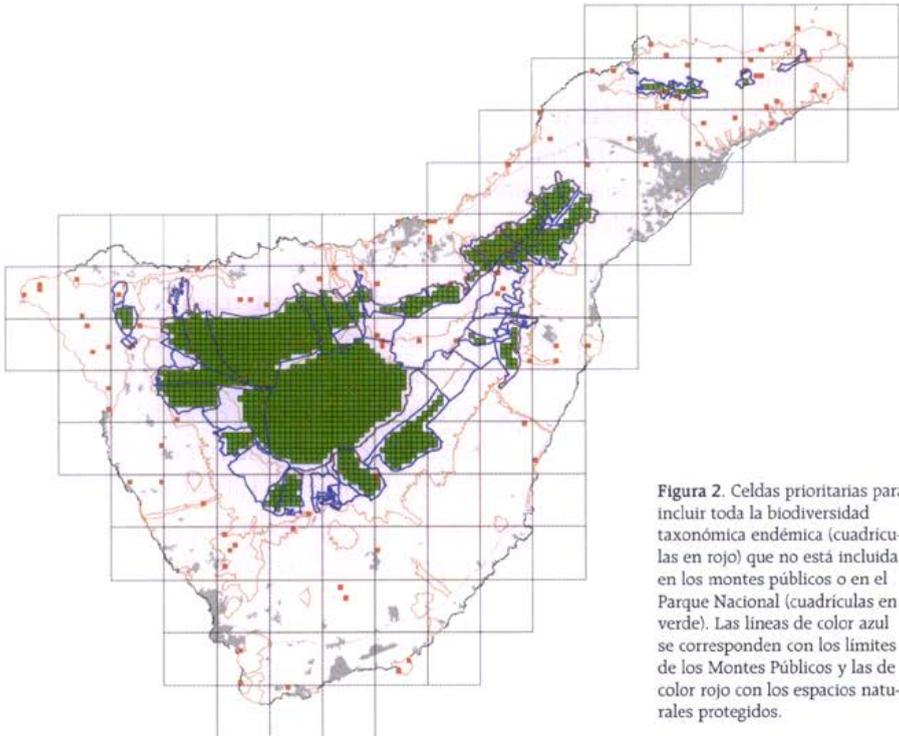


Figura 2. Celdas prioritarias para incluir toda la biodiversidad taxonómica endémica (cuadrículas en rojo) que no está incluida en los montes públicos o en el Parque Nacional (cuadrículas en verde). Las líneas de color azul se corresponden con los límites de los Montes Públicos y las de color rojo con los espacios naturales protegidos.



Salvo unas pocas especies muy raras, que en la serie de 102 celdas sólo aparecieron una vez, la mayor parte estuvo mejor distribuida, con una media de siete celdas por cada especie (14 en el caso de las plantas y 5 en el caso de los animales). De modo que los lugares seleccionados dan una adecuada cobertura de la diversidad taxonómica endémica y de la diversidad poblacional intraespecífica (genética). Si a esto añadimos que las 102 celdas abarcan muestras de todos los hábitats naturales de la isla, podemos concluir que también incluyen una representación de la diversidad ecológica de Tenerife.

Las 1.308 celdas iniciales, a partir de las cuales se buscaron áreas complementarias, se localizan por encima de los 900 m de altitud, por lo que era de esperar que las nuevas celdas aparecieran en zonas bajas y de medianías. Y así ocurrió, a pesar de que se hizo el esfuerzo de priorizar las áreas a mayor altitud sobre las de menor altitud cuando las biotas eran similares, debido a que el coste de la tierra en aquellas era menor que en éstas. Un total de 65 de las 102 celdas seleccionadas quedaron por debajo de los 600 m y 14 de ellas en la misma línea de costa, estando parte de sus 25 ha en el mar. La superficie a adquirir en estas celdas se refiere sólo a la parte terrestre una vez se ha descontado una franja litoral que por ley se considera de dominio público. Otras celdas, principalmente en las zonas altas, tenían también parte de su superficie –cuando no toda– bajo un régimen de propiedad pública aunque adscrito a otra administración diferente a la del Gobierno de la isla. Tomadas en conjunto, 2.118,5 ha de las 2.550 que abarcan las 102 celdas son privadas, lo cual representa el 83% del conjunto y un 1% de la superficie de Tenerife. La mayor parte de la superficie privada se encuentra en las medianías (Figura 3), entre los 100 y los 600 m de altura (97% de media en cada celda), y la mayor proporción de superficie pública se encuentra en los territorios por encima de los 1.000 m de altitud (29% de media en cada celda).

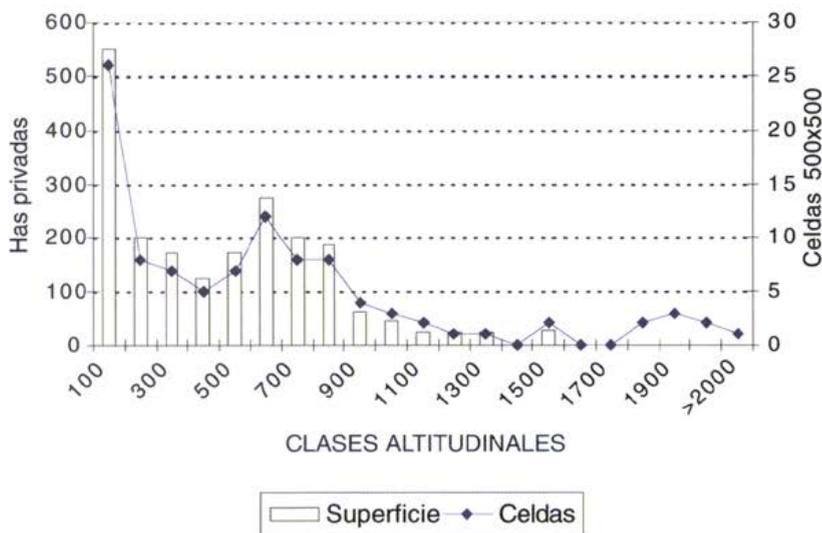


Figura 3. Distribución altitudinal de las 102 celdas prioritarias seleccionadas.

Orden de prioridad

Previsiblemente, la adquisición de las 2.093 ha de tierra no se hará de una sola vez sino en varias fases, de modo que el orden de prioridad es importante a fin de asegurar que en cada paso se puede adquirir aquella celda que más biodiversidad nueva incorpora de entre las 102.

La Figura 6 (ver páginas 133-135) relaciona el orden ideal para optimizar las decisiones sucesivas de compra de tierras. Las primeras celdas incorporan a la biodiversidad preexistente muchas especies novedosas y, a medida que avanzamos, esta cantidad disminuye progresivamente (Figura 4). Las especies redundantes son menos al principio y tienden a aumentar a medida que se avanza, aunque no lo hace de manera uniforme. Lo que sí crece, en cada paso, es la redundancia media acumulada de las especies que se van



incorporando, que es máxima en la última celda de todas. En realidad, el cambio que se produce con la incorporación de nuevas celdas es que la proporción de especies novedosas en cada una disminuye mientras aumenta la de especies redundantes, lo cual provoca un crecimiento en el valor de redundancia media.

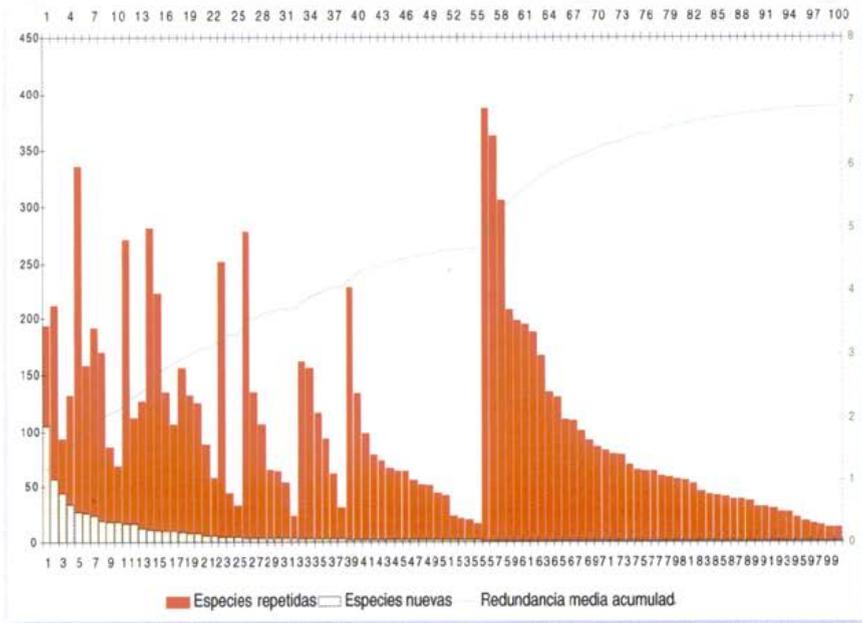


Figura 4 Representación gráfica de las características de las 102 celdas prioritarias, según la secuencia de la figura 6, que es la más eficaz de todas las posibles al permitir optimizar la cantidad de especies abarcadas en cada iteración de uno en uno. La columna clara indica la cantidad de especies nuevas con respecto a la serie anterior, y la columna oscura la cantidad de especies repetidas con respecto a las celdas anteriores. La línea indica el crecimiento a medida que se incorporan nuevas celdas de la redundancia media acumulada, que es el número medio de celdas en que aparece cada uno de los taxones abarcados por la celda a que se refiere y todas las precedentes.

La serie propuesta tiene tal grado de eficacia que el conjunto de celdas de partida más las primeras 20 de la serie de celdas prioritarias aglutinan ya el 90% de todas las especies, lo que, en realidad, significa que la compra del



0,23% de la isla de Tenerife permitirá aumentar la biodiversidad taxonómica abarcada desde un 62,6% a un 90,4% (Figura 5). Considerados separadamente los animales de las plantas, esta misma superficie permite abarcar un 90,3% de todas las plantas (con una representación de un taxón en 4,5 celdas de media, en el paquete de 102), y un 89,6% de todos los animales (con una representación de un taxón en 2,8 celdas de media).

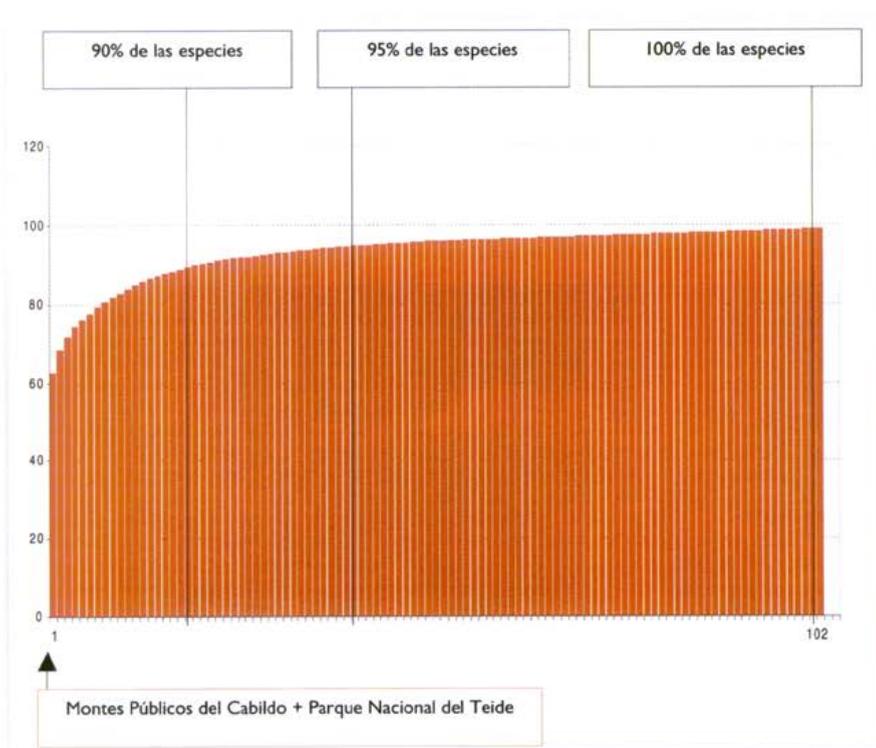


Figura 5. Crecimiento acumulado del número de especies representado en los montes públicos, el Parque Nacional del Teide y en cada lugar prioritario a medida que incorporan nuevas celdas.

Las primeras 42 celdas, cuya superficie privada representa el 0,45% de la isla, permiten abarcar hasta el 95% de todas las especies (el 96,3% de las plantas y el 94,7% de los animales). El 5% restante de especies está muy disperso por toda la isla, de modo que aparece en 60 celdas distintas, ninguna de las cuales aporta más de dos novedades a la biota de las celdas precedentes, aunque todas poseen al menos una especie que no aparece en ninguna de las demás celdas.

Aquellas celdas que poseen mayor cantidad de especies no representadas en las demás celdas son las que, con mayor probabilidad, seguirán siendo prioritarias a corto y medio plazo, cuando nuevos datos mejoren el conocimiento sobre la biota. La mayoría de estas celdas ocupan los primeros puestos de la secuencia de prioridades.



Nº	celda	nombre	Total	N	Ni	Na	%Na	R	Rma	% Isla
	partida	Mts públicos/ P.Nac.	1.112	1.112	107	1.112	62,627	0	1,000	16,59%
1	312-499	Martiánez	300	105	21	1.217	68,546	195	1,160	0,01%
2	336-525	Gúímar	269	57	8	1.274	71,759	212	1,320	0,02%
3	397-497	El Médano (M. Roja)	138	44	11	1.318	74,239	94	1,380	0,03%
4	375-463	Bco. Infierno	167	34	6	1.352	76,156	133	1,469	0,04%
5	324-506	Aguamansa	364	28	12	1.380	77,734	336	1,703	0,05%
6	336-440	Masca	185	27	2	1.407	79,256	158	1,802	0,06%
7	306-548	Curva de Taco	218	25	7	1.432	80,665	193	1,923	0,07%
8	283-536	Bajamar	191	20	9	1.452	81,793	171	2,028	0,08%
9	327-465	El Amparo **	104	19	9	1.471	82,864	85	2,073	0,10%
10	394-465	Cristianos/Guaza	88	19	12	1.490	83,935	69	2,105	0,11%
11	284-564	Bailadero Este	288	17	9	1.507	84,893	271	2,273	0,12%
12	323-434	túnel Buenavista	130	17	8	1.524	85,851	113	2,333	0,13%
13	336-531	Malpais de Guímar	141	13	3	1.537	86,584	128	2,405	0,14%
14	316-501	Orotava	293	12	8	1.549	87,260	281	2,576	0,16%
15	296-539	San Lázaro	234	11	9	1.560	87,880	223	2,708	0,17%
16	320-462	San Marcos	146	10	7	1.570	88,444	136	2,783	0,18%
17	290-565	El Cercado	117	10	1	1.580	89,008	107	2,840	0,19%
18	281-573	Cabecera de Ijuana	165	9	2	1.589	89,515	156	2,928	0,20%
19	278-543	Punta del Hidalgo	141	8	6	1.597	89,966	133	3,001	0,22%
20	324-427	Finca Teno Bajo	134	8	1	1.605	90,417	126	3,070	0,23%
21	287-574	Igüeste San Andrés	94	6	3	1.611	90,755	88	3,117	0,24%
22	362-444	San Juan	64	6	6	1.617	91,094	58	3,145	0,25%
23	332-446	Erjos	257	5	4	1.622	91,375	252	3,294	0,27%
24	398-495	La Tejita	49	5	5	1.627	91,657	44	3,314	0,27%
25	282-581	Punta de Anaga	38	5	5	1.632	91,939	33	3,327	0,28%
26	281-562	Taganana	282	4	2	1.636	92,165	278	3,491	0,29%
27	296-524	Guayonge-Tacoronte	140	4	4	1.640	92,390	136	3,568	0,30%
28	336-444	Santiago del Teide	111	4	2	1.644	92,616	107	3,627	0,31%
29	321-457	Garachico (costa)	69	4	3	1.648	92,841	65	3,660	0,31%
30	361-491	El Río	68	4	4	1.652	93,067	64	3,692	0,31%
31	401-474	Las Galletas	58	4	4	1.656	93,292	54	3,718	0,32%
32	301-542	Geneto *	28	4	4	1.660	93,517	24	3,726	0,34%
33	337-437	R. Vizcaíno (Masca)	165	3	2	1.663	93,687	162	3,819	0,35%
34	293-553	Tahodio	159	3	3	1.666	93,856	156	3,908	0,36%
35	321-483	Bco. de Ruíz	120	3	3	1.669	94,025	117	3,972	0,37%



Nº	celda	nombre	Total	N	Ni	Na	%Na	R	Rma	% Isla
36	374-464	B. Infierno (altos)	97	3	3	1.672	94,194	94	4,023	0,39%
37	335-506	Izaña	65	3	2	1.675	94,363	62	4,055	0,39%
38	350-453	Cueva de Chío *	34	3	3	1.678	94,532	31	4,068	0,40%
39	283-561	Las Vueltas baja	230	2	1	1.689	94,645	228	4,200	0,41%
40	293-566	Mtña San Andrés	137	2	2	1.682	94,758	135	4,277	0,42%
41	368-478	Vilaflor	101	2	2	1.684	94,870	99	4,332	0,43%
42	378-462	Sur de Adeje	81	2	2	1.686	94,983	79	4,374	0,45%
43	334-491	Cabezón Norte **	76	2	2	1.688	95,096	74	4,414	0,45%
44	280-546	B El Rio-P Hidalgo	69	2	2	1.690	95,209	67	4,450	0,46%
45	297-552	Mtña Altos de S/C	66	2	2	1.692	95,321	64	4,484	0,47%
46	326-514	Ayosa Este 2	66	2	2	1.694	95,434	64	4,517	0,47%
47	324-491	Palo Blanco, Realejo	58	2	2	1.696	95,547	56	4,546	0,48%
48	322-514	Fuente de Joco *	54	2	2	1.698	95,660	52	4,573	0,48%
49	375-491	Granadilla	53	2	2	1.700	95,772	51	4,599	0,49%
50	355-450	Guía de Isora	46	2	2	1.702	95,885	44	4,620	0,51%
51	283-532	Costa Tejina	44	2	2	1.704	95,998	42	4,641	0,52%
52	382-484	San Miguel	26	2	2	1.706	96,110	24	4,650	0,53%
53	302-516	El Sauzal	24	2	2	1.708	96,223	22	4,659	0,54%
54	348-440	Los Gigantes	23	2	1	1.710	96,336	21	4,667	0,55%
55	275-571	Las Palmas de Anaga	19	2	2	1.712	96,449	17	5	0,55%
56	287-553	Pico del Inglés *	388	1	1	1.713	96,505	387	4,897	0,56%
57	288-548	Jardina	364	1	1	1.714	96,561	363	5,106	0,56%
58	290-546	Las Canteras	307	1	1	1.715	96,618	306	5,282	0,58%
59	326-442	Talavera	209	1	1	1.716	96,674	208	5,401	0,58%
60	284-563	Bailadero Oeste *	199	1	1	1.717	96,731	198	5,514	0,59%
61	325-508	Órganos Aguamansa	197	1	1	1.718	96,787	196	5,626	0,59%
62	281-571	Pijaral Sur	190	1	1	1.719	96,843	189	5,733	0,59%
63	339-520	Anocheza	169	1	1	1.720	96,900	168	5,828	0,60%
64	325-427	Teno Alto	137	1	1	1.721	96,956	136	5,904	0,62%
65	339-525	Mirador de Martín	132	1	1	1.722	97,012	131	5,977	0,63%
66	336-492	Cabezón Sur	112	1	1	1.723	97,069	111	6,039	0,63%
67	315-501	Orotava Norte	111	1	1	1.724	97,125	110	6,100	0,64%
68	326-424	Punta de Teno	102	1	1	1.725	97,182	101	6,155	0,65%
69	279-564	Almáciga	93	1	1	1.726	97,238	92	6,206	0,66%
70	289-567	San Andrés	86	1	1	1.727	97,294	85	6,252	0,68%



Nº	celda	nombre	Total	N	Ni	Na	%Na	R	Rma	%Isla
71	292-559	María Jiménez	84	1	1	1.728	97,351	83	6,297	0,69%
72	282-550	Las Carboneras	81	1	1	1.729	97,407	80	6,340	0,70%
73	332-436	Carrizales	80	1	1	1.730	97,463	79	6,383	0,71%
74	297-548	Tabares	71	1	1	1.731	97,520	70	6,420	0,73%
75	278-569	Benijo	66	1	1	1.732	97,576	65	6,455	0,74%
76	327-467	Cv del Viento **	65	1	1	1.733	97,632	64	6,488	0,75%
77	335-492	Portillo Norte	65	1	1	1.734	97,689	64	6,522	0,75%
78	281-556	Afur	61	1	1	1.735	97,745	60	6,554	0,76%
79	321-488	Piedra los Pastores	60	1	1	1.736	97,802	59	6,584	0,78%
80	312-502	Bco. Arena- El Rincón	58	1	1	1.737	97,858	57	6,614	0,79%
81	288-576	Faro de Igueste *	57	1	1	1.738	97,914	56	6,643	0,80%
82	317-495	Montaña los Frailes	54	1	1	1.739	97,971	53	6,670	0,81%
83	312-505	El Rincón	47	1	1	1.740	98,027	46	6,694	0,82%
84	344-440	Guama – Teno	44	1	1	1.741	98,083	43	6,715	0,84%
85	335-499	Caramujo **	43	1	1	1.742	98,140	42	6,736	0,84%
86	325-515	Ayosa Este I	42	1	1	1.743	98,196	41	6,756	0,84%
87	276-577	Faro de Anaga	40	1	1	1.744	98,253	39	6,775	0,85%
88	366-458	Vera de Erques	40	1	1	1.745	98,309	39	6,794	0,86%
89	330-435	Baracán – Taburco	38	1	1	1.746	98,365	37	6,812	0,87%
90	351-519	Fasnia	33	1	1	1.747	98,422	32	6,827	0,89%
91	287-545	Pedro Álvarez	33	1	1	1.748	98,478	32	6,842	0,90%
92	372-462	Taucho Sur	31	1	1	1.749	98,534	30	7	0,91%
93	358-502	Tamadaya-Hiedras	29	1	1	1.750	98,591	28	6,868	0,92%
94	301-531	El Ortigal	29	1	1	1.751	98,647	28	6,881	0,94%
95	328-470	Cv. Felipe Reventón	24	1	1	1.752	98,703	23	6,891	0,95%
96	291-522	El Pris	21	1	1	1.753	98,760	20	6,899	0,96%
97	323-480	Altos la Guancha **	19	1	1	1.754	98,816	18	6,906	0,97%
98	361-510	Arico	17	1	1	1.755	98,873	16	6,912	0,98%
99	400-465	Rasca Oeste	15	1	1	1.756	98,929	14	6,916	0,99%
100	371-475	Ifonche	15	1	1	1.757	98,985	14	6,921	1,01%
101	384-485	Sur de San Miguel	11	1	1	1.758	99,042	10	6,923	1,02%
102	358-521	La Hondura	9	1	1	1.759	99,098	8	6,924	1,03%

* Celdas insustituibles por poseer endemismos locales desconocidos.

** Celdas con endemismos locales menos restringidos que se encuentran sólo en dos celdas contiguas.

Figura 6. Secuencia ordenada de las 102 celdas de acuerdo a la solución de prioridades más óptima posible a fin de abarcar el mayor número de especies cada vez que se adquiere una celda. (Total= número de especies de la celda; N= novedades que incorpora al conjunto precedente; Ni= número de especies que aparecen una única vez en el conjunto de celdas; Na= suma acumulada de todas las novedades, es decir el total de especies abarcadas hasta el momento; %Na= porcentaje de especies abarcadas con respecto del total; R= cantidad de especies redundantes con respecto a las celdas precedentes; Rma= redundancia media acumulada; %Isla: porcentaje de la superficie insular que comprende las celdas incorporadas hasta el momento).

Flexibilidad y eficacia

Todos los lugares cuentan con alguna especie que no se conoce en las demás celdas prioritarias ni en el conjunto de celdas de partida (=novedad irrepitable), de modo que la exclusión de uno solo de estos lugares significa siempre una pérdida de eficacia, siempre que no se sustituya por otro nuevo no considerado inicialmente como prioritario, donde también viva la especie ausente. La cantidad de alternativas existentes define el margen de flexibilidad en la toma de decisiones (VANE-WRIGHT, 1996).

La flexibilidad depende de cuántas novedades irrepitibles (N_i , en la figura 6) tiene la celda en cuestión, pues es inversamente proporcional a la posibilidad de encontrar opciones alternativas, salvo en los casos de endemismos locales circunscritos a una sola celda, donde no hay alternativa posible. Por ejemplo, 51 de las 102 celdas prioritarias tienen una única novedad irrepitable, de modo que si se excluye dicha celda se pierde siempre al menos una especie. Las 51 especies se reparten como sigue: 3 son endemismos locales, otras 28 son endemismos de Tenerife que aparecen de media en 14 celdas y las restantes 20 son endemismos canarios presentes en alguna otra isla, además de Tenerife, y en esta isla aparecen en 9 celdas





de media. Estas otras celdas son opciones válidas a la hora de buscar alternativas a las celdas inicialmente seleccionadas que no alteran significativamente la eficacia de la serie optimizada.

En el caso de las veintiún celdas que aportan, cada una, dos novedades irrepetibles ($N_i=2$), la alternativa es un poco más difícil, pues deberá ser otra celda donde estén representadas simultáneamente las dos especies o, en su defecto, deberán abarcarse dos celdas nuevas, una por cada especie, suponiendo que no sean endemismos locales circunscritos a la celda inicial. Si la alternativa es escoger dos celdas a cambio de la descartada, la flexibilidad aumenta a costa de disminuir la eficacia (las 102 celdas deberían convertirse, al menos, en 103). Cuantas más novedades irrepetibles haya en una celda, más difícil será encontrar una alternativa que no entrañe una pérdida de la eficacia de la serie establecida.

Lamentablemente, las primeras prioridades de la serie son las que albergan mayor cantidad de novedades irrepetibles, por lo que la posibilidad de alternativas sustitutas a las celdas preestablecidas son muy escasas sin aumentar la cantidad de celdas implicadas, pero así y todo, hay 6 celdas (indicadas con un asterisco en la Figura 6), insustituibles por poseer endemismos locales desconocidos de otros lugares (PRESSEY *et al.*, 1994), que siempre aparecerán en cualquier combinación que se haga. Otras 5 celdas (indicadas con un doble asterisco en la Figura 6) poseen especies que son endemismos locales algo menos restringidos pues se encuentran sólo en dos celdas contiguas, por lo que la celda seleccionada tiene un 50% de probabilidad de aparecer en cualquier combinación que se haga. Podemos concluir que cuanto más restringida esté la repartición de una especie, más probable será que ésta aparezca en todas las posibles combinaciones que se hagan, de modo que la rareza distribucional de las especies resta flexibilidad a la serie prioritaria.

7.3. *Discusión*

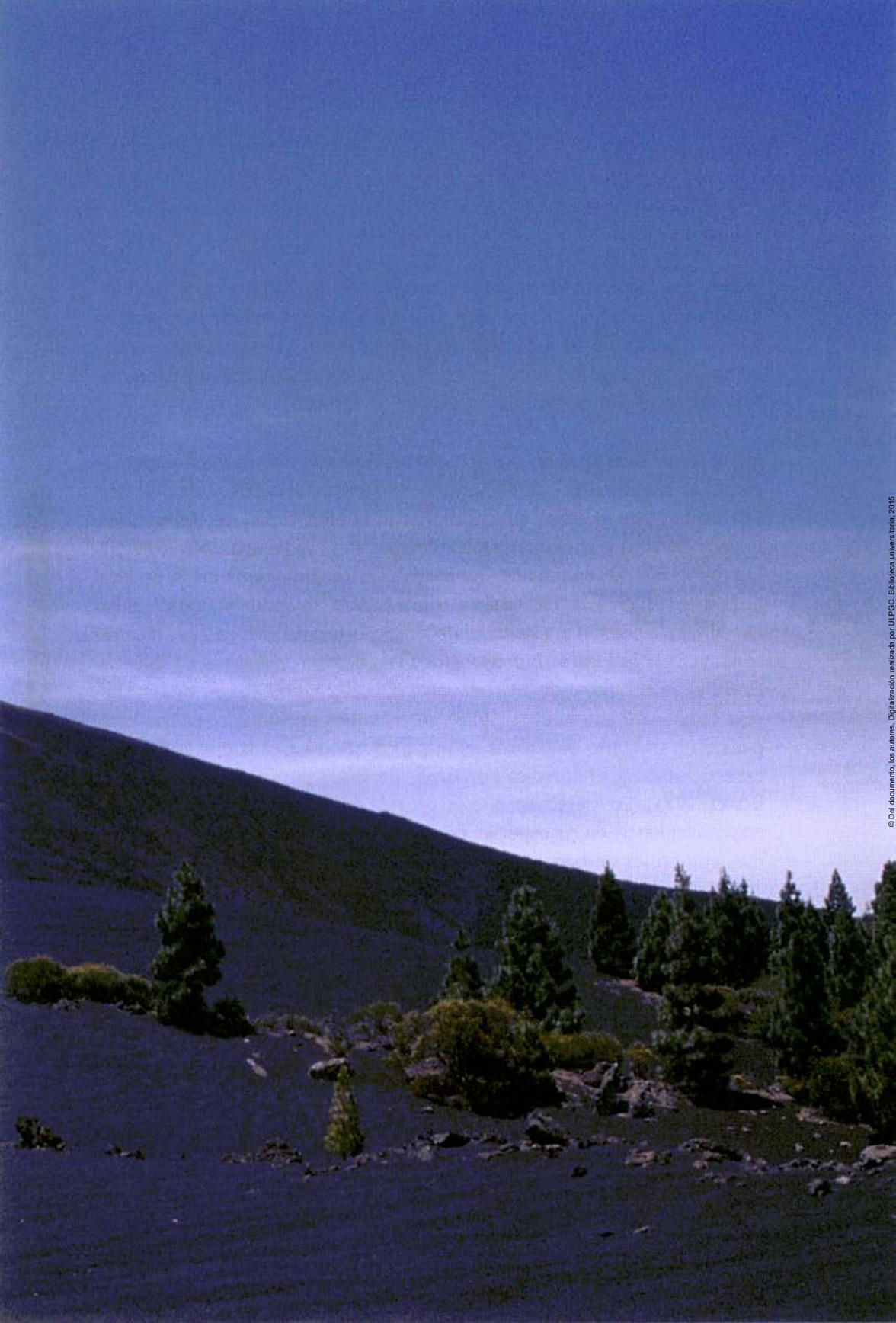
De la selección de áreas complementarias resulta una nube de lugares dispersos, salpicando todo el territorio insular que, con frecuencia, no coinciden con los principales centros de biodiversidad de la isla. Esto, que es común en los análisis a escalas de grano fino (VANE-WRIGHT, 1996), es una de las principales diferencias frente al método de selección identificando puntos calientes, del cual suelen resultar lugares más agregados, aunque también más solapados en cuando a su composición. Una desventaja añadida de disponer de una nube de puntos dispersos es la cantidad de borde implícita a todos ellos (POSSINGHAM *et al.*, 2000) que está directamente correlacionada con el grado de dispersión.

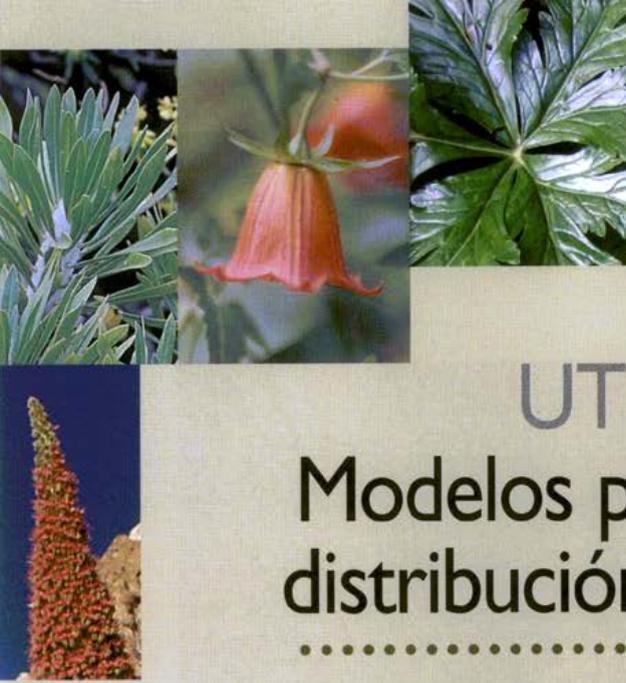
De nuestro análisis han resultado 90 agrupaciones, casi todas de una sola celda, y la mayor de todas con tan sólo tres celdas. Algunas de estas agrupaciones se encuentran próximas entre sí y si definimos a todas las que están a menos de 1,5 km de distancia como pertenecientes a un mismo grupo, resultan 60 grupos.

A pesar de estos inconvenientes, si en vez de haber seleccionado áreas prioritarias buscando lugares complementarios, hubiéramos recurrido a identificar los puntos calientes, el resultado hubiera sido mucho menos óptimo, desde el punto de vista de la superficie implicada. Veamos una muestra de lo que ocurriría analizando sólo las especies faunísticas (moluscos y artrópodos). De la selección de todas las celdas con más de 200 especies cada una, que se ubican fuera de la superficie pública inicial, resultan 179 celdas distribuidas en 11 grupos cuya localización suele coincidir con zonas sobremuestreadas, muchas de ellas en zonas urbanas que antes de su transformación eran áreas típicas de recolecta. Las 1.308 celdas de partida y las 179 de estos 11 grupos abarcan sólo el 80% de la fauna endémica conocida en Tenerife, de modo que incluso con una mayor superficie que la resultante, con método de las áreas complementarias, la represen-

tatividad de especies es menor. POSSINGHAM *et al.* (2000) propusieron un método de selección que permite graduar la importancia de la superficie y la cantidad de borde a fin de buscar una solución de compromiso, entre ambos parámetros, sin embargo, es un método difícil de aplicar cuando se trata con abundantes datos, complicados de agregar.

Incrementar el área tiene otro problema: si proliferan los usos —especialmente si son urbanos—, la adquisición de territorios amplios deja de ser una opción por el coste que ocasionarían la eliminación de dichos usos (indemnización) y la restauración subsiguiente (MARTINEZ-LABIANO, 1999). De modo que, en una matriz dominada por los usos humanos, la política de microrreservas es más realista, sobre todo si se combina con medidas que alivien la presión proveniente del entorno. Dicha práctica ya se ha aplicado en algunos lugares, por ejemplo, la red de microrreservas de Valencia (España) se compone de 141 pequeñas parcelas de menos de dos hectáreas cada una (LAGUNA *et al.*, 1998); en el Fynbos de Sudáfrica se han propuesto un conjunto de lugares de menos de 1-15 ha, cada uno, para mantener su diversidad florística por largos períodos de tiempo (COWLING & BOND, 1991). Lo cierto es que la protección de grandes lugares tiene mayor incidencia en las especies de alta vagilidad, como muchos vertebrados, que en las de baja vagilidad como la mayoría de las plantas (PAVLIK, 1996), y en los paisajes más fragmentados el énfasis puntual de conservación es casi siempre la única opción. Con esto no queremos generalizar sobre la preferencia de la protección de microrreservas frente a grandes reservas, sino únicamente señalar como en el mundo real de la conservación las microrreservas pueden constituir la última oportunidad para conservar la biodiversidad. Parafraseando a MARK W. SCHWARTZ (1999), en algunos casos, deberíamos preferir la situación de riesgo derivada de la posibilidad de perder biodiversidad en pequeñas reservas a la situación de desaparición segura de biodiversidad por negligencia.





UTILIDADES VI

Modelos predictivos de distribución de especies

EL OBJETIVO FUNDAMENTAL de los modelos predictivos es describir estadísticamente la distribución geográfica de especies o comunidades, mediante el análisis de la relación que existe entre su corología y determinados parámetros ambientales. Partiendo de la distribución conocida de un taxón o una comunidad, se analiza el valor de las variables ambientales que la caracterizan y se predice en términos probabilísticos cuál sería el valor del atributo biológico estudiado en otras zonas con características ambientales conocidas.

Estos modelos son estáticos, en la medida que relacionan la distribución de las especies con las características ambientales en un tiempo dado. Los modelos estáticos tienen la ventaja de que son fáciles de interpretar, no en vano la respuesta de las especies a cambios ambientales se conoce sólo en casos concretos y poco se sabe aún de patrones válidos universalmente (GUISAN & ZIMMERMAN, 2000).

Los modelos predictivos de distribución se utilizan en diversas áreas de conocimiento, principalmente en las ciencias de la ecología y la biogeografía. En el primer caso, por ejemplo, permiten cuantificar las relaciones exis-



tentes entre las especies y el medio, y avanzar en el conocimiento de su autoecología; en el segundo, contribuyen a mejorar los atlas de distribución de la biota, ayudando a interpretar los patrones de distribución de los taxones y las comunidades.

Los modelos predictivos son particularmente útiles en el campo de la biología de la conservación. Predecir la corología de especies, determinar patrones de distribución de la biodiversidad e identificar áreas de importancia desde este punto de vista, son algunas de las facetas que mayor aplicación han tenido en el campo de los modelos predictivos. Además, constituyen una herramienta excepcional en la gestión eficaz de los recursos



naturales y de los usos en el territorio, facilitando, por ejemplo, la valoración de los impactos derivados de determinadas actividades humanas y el análisis de alternativas de gestión.

8.1. **Consideraciones acerca de la metodología**

Con frecuencia, la información disponible sobre la distribución de las especies está sesgada y es incompleta. Así ocurre casi siempre cuando los datos de partida proceden de colecciones animales y herbarios o de citas registradas en la bibliografía científica. De todos es sabido que los taxónomos acostumbran a repetir sus cazaderos y sus lugares de prospección, que determinadas zonas (por su accesibilidad, valor natural, singularidad, etc.) llaman más la atención de los especialistas que otras, y que el esfuerzo de investigación es desigual de unos grupos taxonómicos a otros. El resultado es que determinados ámbitos están sobreestudiados, mientras que en otros hay importantes lagunas de información.

En la bibliografía al uso raramente se registran las ausencias (y obviamente tampoco en las colecciones y herbarios) pues no es un objetivo de este tipo de investigaciones, por lo que se dispone sólo de datos de presencia. Por otro lado, en la información registrada en este tipo de *Banco de Datos* existe un desequilibrio respecto al escenario natural en la proporción de especies raras y especies comunes, pues las primeras son más difíciles de detectar. Como apuntan HORTAL & LOBO (2002), no considerar estas especies raras significa subestimar las diferencias reales entre localidades, disminuyendo la utilidad de los modelos predictivos de distribución.

En este sentido, ZANIEWSKI *et al.* (2002) reconocen tres limitaciones en los modelos predictivos basados en datos de presencia:

- 1) la no consideración de la información que aportan las ausencias.
- 2) el desconocimiento del error que se deriva del hecho de que los muestreos no se hayan realizado de forma sistemática.
- 3) el desconocimiento del error derivado del sesgo en los muestreos de las especies raras *versus* especies comunes.

Se pueden utilizar diferentes métodos para modelizar la distribución de los organismos según el tipo de datos disponibles: a partir de datos binomiales (presencia/ausencia) o a partir de variables continuas (HORTAL & LOBO, 2002).





Para la modelización a partir de datos de presencia se han propuesto diversos métodos basados en la delimitación de los “envolventes ambientales”, es decir, del espacio multidimensional que definen las características ambientales seleccionadas por la especie en virtud de su distribución espacial. Otra aproximación heurística interesante es el “análisis factorial de nicho ecológico” (ENFA), una técnica multivariante propuesta por HIRZEL *et al.* (2002) basada en la teoría del nicho ecológico de HUTCHINSON y que será desarrollada en el ejemplo expuesto más adelante. Algunos de estos métodos se desarrollan mediante aplicaciones informáticas específicas que incluso generan los mapas resultantes de la modelización (*Diva Gis*, *Domain*, *Biomapper*, etc.). GUISAN & ZIMMERMAN (2000) hacen una exhaustiva recopilación de estas técnicas, describiendo las particularidades y características de cada una.

Para la modelización de la distribución espacial de taxones a partir de datos de presencia/ausencia se han propuesto métodos muy diversos: análisis discriminante, regresiones logísticas (modelos lineares generalizados y



modelos lineares generalizados aditivos), árboles de clasificación y regresión, o redes neuronales y algoritmos genéticos (GUISAN & ZIMMERMAN, 2002; HORTAL & LOBO, 2002).

El objetivo en estos casos es definir una función en la que el valor del atributo a modelizar viene determinado por los valores de varias variables predictivas. No es necesario que exista una relación causal entre ambos tipos de variables, lo que resulta interesante, pues permite utilizar variables independientes que, no estando relacionadas funcionalmente con el atributo modelizado, pueden mejorar la capacidad predictiva del modelo (HORTAL & LOBO, 2002).

Los modelos de regresión son los más extendidos, y entre ellos los modelos lineares generalizados, dada su capacidad para trabajar con diferentes tipos de distribución de variables, ya sea Gaussiana, Binomial, de Poisson o Gamma (GUISAN & ZIMMERMAN, 2000); además, permiten la incorporación

de variables categóricas y analizan las relaciones no lineales entre las variables, tan habituales en la naturaleza.

El presente capítulo se centra en la aplicación de los modelos predictivos de distribución utilizando la información registrada en el *Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias*. Se orienta en dos campos concretos: por un lado, en la modelización de atributos de biodiversidad, y por otro, en la modelización de la distribución de especies, particularmente de especies amenazadas.





8.2. *Modelización de la distribución espacial de atributos de biodiversidad*

Conocer la distribución espacial de la diversidad biológica es fundamental en el diseño de estrategias de conservación y gestión. Sin embargo, a menudo la información disponible es sesgada e incompleta. De ahí la importancia y conveniencia de los modelos predictivos, que vienen a pronosticar el valor de la biodiversidad en lugares donde la información biológica es escasa o inexistente.

Atributos de la diversidad biológica como la riqueza en especies y en endemismos, la diversidad tóxica, la rareza o la cantidad de especies amenazadas, son susceptibles de ser modelizados a partir de inventarios exhaustivos de especies. Además, disponer de mapas de la distribución potencial de estos parámetros en un territorio dado constituye una herramienta muy útil para la gestión eficaz de la biodiversidad en ese territorio.

La modelización de atributos de la diversidad biológica puede hacerse a partir de la suma de las distribuciones individuales predichas de todas las especies. Sin embargo, esta aproximación supone un trabajo arduo y plantea diversos problemas (HORTAL & LOBO, 2002; LOBO & HORTAL, 2003). Por un lado, se excluyen numerosas especies que son raras y que por ello no aparecen en los inventarios, subestimando la diversidad biológica de territorios con mayor concentración de especies raras; por otro lado, en los modelos predictivos de especies, a menudo se obtienen áreas potencialmente válidas para la especie en las que sin embargo ésta no está presente (por razones históricas, por ser áreas de reducido tamaño, etc.), lo que provoca una sobreestimación de los atributos de biodiversidad analizados en dichas áreas; y, finalmente, se multiplica el error de los modelos predictivos individuales cuando éstos se suman para obtener una modelización global.

La alternativa es modelizar directamente los atributos de diversidad biológica que se pretende analizar, del mismo modo en que se hace la predicción de las especies o de las variables ambientales. Para ello, es necesario contar con catálogos exhaustivos o razonablemente exhaustivos de las unidades territoriales, de forma que las ausencias se puedan considerar ausencias verdaderas. El primer paso es por tanto realizar un análisis previo de la calidad de los inventarios de cada una de las unidades territoriales, para poder seleccionar un grupo de ellas con buenos inventarios y que son las que se utilizarán para la modelización (SOBERÓN *et al.*, 2000). A partir de estas unidades territoriales seleccionadas, se extrapola al resto y se predice, para todas ellas, el valor del atributo objeto de análisis. Al trabajar exclusivamente con unidades territoriales bien muestreadas son aplicables técnicas de modelización potentes, como los modelos lineares generalizados o los modelos aditivos generalizados.





8.3. **Modelización de la distribución espacial de taxones**

La modelización del hábitat potencial de especies aporta datos especialmente útiles para la biología de la conservación de especies amenazadas, en aspectos como la reintroducción y traslocación de especies, la búsqueda de nuevas poblaciones, etc.

El Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias constituye una herramienta fundamental para este tipo de análisis, ya que en él se almacena toda la información corológica de las especies de flora y fauna recogida en la bibliografía. Sin embargo, dado que sólo se registran presencias constatadas, para modelizar la distribución espacial de estos taxones sólo es factible utilizar métodos basados en datos binomiales.

Caso práctico. Modelización de la distribución espacial de *Sideroxylon mirmulano* en Tenerife

El marmulán, *S. mirmulano*, es una especie propia del dominio potencial del bosque termófilo, aunque de forma marginal se distribuye también en el límite superior del cardonal-tabaibal y en el monteverde seco. Dado el intenso grado de degradación y antropización que ha sufrido su área potencial de distribución, esta especie ha quedado relegada mayoritariamente a escarpes y paredones rocosos inaccesibles. En Tenerife se distribuye de forma dispersa en numerosos núcleos de población, todos ellos formados por un número escaso de individuos.

A partir de la información existente en *el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias* se modelizó su distribución potencial. Para ello, se extrajo la información corológica registrada como datos “seguros” (nivel de confianza) y con nivel de precisión alto (niveles “1” y “2”). La distribución conocida se representa en la Figura 1.



Figura 1. Distribución de *Sideroxylon mirmulano* en Tenerife, según la información registrada en el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias con nivel de precisión "1" y "2" y nivel de confianza "seguro".

Para obtener el modelo se utilizó la técnica del análisis factorial de nicho ecológico (ENFA), desarrollada mediante la aplicación informática *Biomapper* (HIRZEL *et al.*, 2002). De forma similar a un análisis de componentes principales (ACP), se extraen los factores que mejor explican la distribución de las especies, pero con la diferencia de que, en este caso, éstos tienen un significado biológico: en su selección no se busca maximizar la varianza de la distribución como en un ACP, sino que el primer factor extraído maximiza la marginalidad (definida como la distancia ecológica entre el óptimo de la especie y el hábitat), y el resto de los factores maximizan la especialización (definida como la relación entre la varianza ecológica del ámbito estudiado y la de la especie focal).

Las variables ecogeográficas utilizadas fueron: altitud, rango de altitudes, distancia a la costa, orientación, diversidad de orientaciones, pendiente, diversidad de pendientes, precipitación media anual, del estío y del período lluvioso, y temperaturas media, mínima y máxima anual.



En función de estos factores, se elaboró el mapa de distribución pronosticada que muestra la Figura 2. El modelo obtenido explica un 82'6% de la variabilidad, valor que puede considerarse elevado para un número tan alto de variables ambientales. Según los valores de marginalidad y especialización obtenidos, se deduce que el hábitat óptimo de *S. mirmulano* se aleja mucho de las condiciones ambientales medias de Tenerife, y que la especie es bastante restrictiva en sus preferencias ambientales.

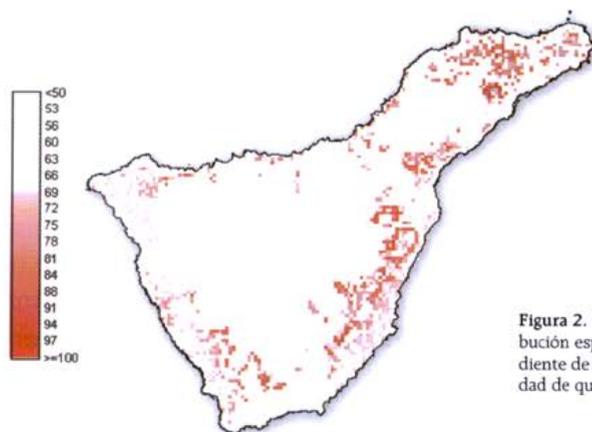


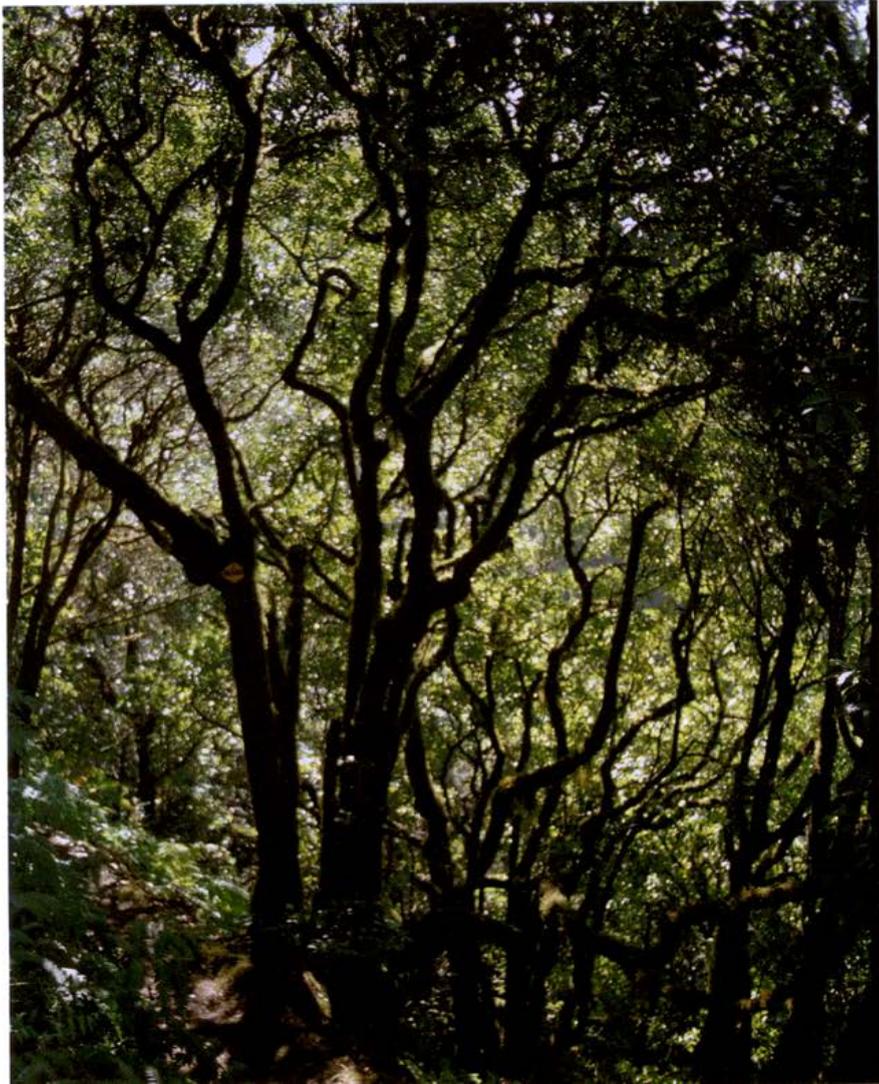
Figura 2. Modelo predictivo de la distribución espacial de *S. mirmulano*. El gradiente de color representa la probabilidad de que la especie esté presente.

Los valores de marginalidad muestran que las variables fisiográficas (rango de altitudes, pendiente y diversidad de pendientes) tiene un gran peso en la distribución del marmulán (factor 1), mientras que la especialización viene definida fundamentalmente por la temperaturas mínima y media anual, y por la altitud, variable indirecta que resume las condiciones climáticas (factor 2 y 3). Por el contrario, la orientación y el régimen de precipitaciones tienen menor importancia.

En conclusión, la especie se distribuye potencialmente en escarpes y laderas de barrancos de la franja altitudinal de las medianías, y en ambas ver-

tientes, con independencia de la orientación. En la vertiente septentrional su franja de distribución es más estrecha, lo que está en sintonía con el dominio potencial del bosque termoesclerófilo de transición.

Sin embargo, no debe interpretarse el mapa resultante de la modelización como el área de distribución potencial de *S. mirmulano*, pues es un mapa





predictivo basado en los datos de distribución actual de la especie, la cual previsiblemente no abarca toda la representación de su hábitat idóneo; en la actualidad, el marmulán aparece relegado en gran medida a escarpes inaccesibles por razones antrópicas, pero es muy posible que en condiciones naturales su distribución fuera más extensa y comprendiera también áreas de menor pendiente. Por ello, este modelo predictivo debe entenderse como un mapa de mínimos; dicho de otra manera, en las zonas señaladas la especie puede estar presente, pero también en otras.

Otro aspecto a tener en cuenta es que las variables ambientales consideradas son atemporales, y por tanto no tienen ninguna relación con actividades humanas. Por ello, es posible que determinadas zonas potencialmente buenas no reúnan actualmente las condiciones idóneas para la especie, de manera que es necesario un trabajo *a posteriori* de eliminación de estas zonas del mapa de distribución potencial, por ejemplo, mediante la superposición de mapas temáticos de infraestructuras, de zonas urbanizadas y de otros usos transformadores del suelo.



Referencias bibliográficas



ANGERMEIER, P. L. 1994. Does biodiversity include artificial diversity?. *Conservation Biology*, 8 (2): 600-602.

BISHOP, R. C. 1982. Option value: an exposition and extension. *Land Economics*, 58 (1): 1-15.

COWLING, R. M. & W. J. BOND. 1991. How small can reserves be?. An empirical approach in Cape Fynbos, South Africa. *Biological Conservation*, 58: 243-256.

DONÁZAR, J. A., C. J. PALACIOS, L. GANGOSO, J. J. NEGRO, F. HIRALDO & M. DE RIVA. 2001. *Bases ecológicas para la conservación del guirre (Neophron percnopterus majorensis) en Fuerteventura (Islas Canarias)*. Estación Biológica de Doñana. Informe inédito. 105 pp.

FAITH, D. P & P. A. WALKER. 1996. How do indicator groups provide information about the relative biodiversity of different sets of areas?: on hotspots, complementarity and pattern-based approaches. *Biodiversity Letters*, 3: 18-25.

GÁMEZ LOBO, R. 1999. *De biodiversidad, gentes y utopías*. Instituto Nacional de Biodiversidad InBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 150 pp.

GASTON, K. J., 1996. Species richness; measure and measurement. En: *Biodiversity, A biology of numbers and differences*. Blackwell Science, pp. 77-113.

GUISAN, A. & N. E. ZIMMERMANN. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135: 147-186.

HILBORN, R. 1987. Living with the uncertainty in resource management. *North American Journal of Fisheries Management*, 7: 1-5.

HIRZEL, A. H., J. HAUSSER, D. CHESSEL & N. PERRIN. 2002. Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data?. *Ecology*, 83 (7): 2.027-2.036.

HORTAL, J. & J. M. LOBO. 2002. Una metodología para predecir la distribución espacial de la diversidad biológica. *Ecología*, 16: 405-432.

IZQUIERDO, I., J. L. MARTÍN, N. ZURITA & M. ARECHAVALTA (eds.). 2001. *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres) 2001*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente, Gobierno de Canarias. 437 pp.

JACOB MC. O., R. T. THEO STEPHEN, J. R. LEATHWICK & A. LEHMANN. 2002. Information pyramids for informed biodiversity conservation. *Biodiversity and Conservation*, 11: 2.093-2.116.

KERR, J.T. 1997. Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. *Conservation Biology*, 11(5): 1.094-1.100.

LAGUNA, E., G. BALLESTER, C. FABREGAT, A. OLIVARES, L. SERRA, V. DELTORO, J. PÉREZ-BOTELLA, P. PÉREZ-ROVIRA & J. RANZ. 2001. Plant micro-reserves: a new model of micro protected areas, Spain. *Re-Introduction News* 20: 19-21. IUCN RSG. Abu Dhabi, UAE.

LOBO, J. M. & J. HORTAL. 2003. Modelos predictivos: un atajo para describir la distribución de la diversidad biológica. *Ecosistemas*. 2003/1.

MACE, G. M. 2000a. Antecedentes del sistema de clasificación de especies amenazadas de la UICN. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestres.

MACE, G. M. 2000b. It's time to work together and stop duplicating conservation efforts. *Nature*, 405: 393-394.

MAIN, M. B., F. M. ROKA & R. F. NOSS. 1998. Evaluating cost of conservation. *Conservation Biology*, 13 (6): 1.262-1.272.

MARGULES, C. R., A. O. NICHOLLS & R. L. PRESSEY. 1988. Selecting networks of reserves to maximise biological diversity. *Biological Conservation*, 43: 63-76.

MARGULES, C. R., I. D. CRESSWELL & A. O. NICHOLLS. 1994. A scientific basis for establishing networks of protected areas. En: P. L. Forey, C. J. Humphries & R. I. Vane-Wright (eds.). *Systematic and conservation evaluation*. Clarendon Press, Oxford, pp. 327-350.

MARTÍN, J. L., M.A. VERA & M. ARECHAULETA. 1999. Biodiversidad taxonómica y análisis de prioridad para el establecimiento de áreas protegidas. *Vieraea*, 27: 245-453.

MARTÍN-ESQUIVEL, J. L. & J. M. FERNÁNDEZ-PALACIOS. 2001. Conservación y desarrollo. El difícil equilibrio. En: J. M. Fernández-Palacios y J. L. Martín-Esquivel (eds.). *Canarias: Naturaleza y Conservación*. Ed. Turquesa, pp. 423-428.

MARTÍNEZ LABIANO, J. M. 1999. The price of conservation and the agony of choice. A case study of british birds. *Research Papers in Environmental and Spatial Analysis*, 55. 24 pp.

MCCOY, E. D. 1995. The costs of ignorance. *Conservation Biology*, 9 (3): 473-474.

MORO, L., J.L. MARTÍN, M. J. GARRIDO & I. IZQUIERDO (eds). 2003. *Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales) 2003*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. 250 pp.

MYERS, N. 1989. Threatened biotas: "hotspots" in tropical forests. *Environmentalist*, 8: 1-12.

MYERS, N. 1990. The biodiversity challenge: expanded hotspots analysis. *Environmentalist*, 10: 243-256.

NICHOLLS, A. O. & C. R. MARGULES. 1993. An upgraded reserve selection algorithm. *Biological Conservation*, 64: 165-169.

PALACIOS, C. J. 2000. Decline of Egyptian Vulture (*Neophron percnopterus*) in the Canary Islands. *J. Raptor Res.*, 34 (1): 118.

PAVLIK, B. M. 1996. Conserving plant species diversity: the challenge of recovery. En: R. C. Szaro & D. W. Johnston (eds.). *Biodiversity in managed landscapes*. Oxford University Press, pp 359-376.

PIMM, S. L. & P. RAVEN. 2000. Extinction by numbers. *Nature*, 403: 843-845.

POSSINGHAM, H., I. BALL & S. ANDELMAN. 2000. Mathematical methods for identifying representative reserves networks. In S. Ferson & M. Burgman (eds.). *Quantitative methods for conservation biology*. Springer-Verlag, New York.

PRENDERGAST, J. R. 1997. Species richness covariance in higher taxa: empirical test of the biodiversity indicator concept. *Ecogeography*, 20: 210-216.

PRENDERGAST, J. R., S. N. WOOD, J. H. LAWTON & B. C. EVERS HAM. 1993a. Correcting for variation in recording effort in analyses of diversity hotspots. *Biodiversity Letters*, 1: 39-53.

PRENDERGAST, J. R., R. M. QUINN, J. H. LAWTON, B. C. EVERS HAM & D. W. GIBBONS. 1993b. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature*, 365: 335-337.

PRESSEY, R. L. & A. O. NICHOLLS. 1989. Efficiency in conservation: scoring versus iterative approaches. *Biological Conservation*, 50: 662-668.

PRESSEY, R. L., C. J. HUMPHRIES, C. R. MARGULES, R. I. VANE-WRIGHT & P. H. WILLIAMS. 1993. Beyond opportunism: key principles for systematics reserve selection. *Tree*, 8 (4): 124-128.

PRESSEY, R. L., H. P. POSSINGHAM, V. S. LOGAN, J. R. DAY & P. H. WILLIAMS. 1999. Effects of data characteristic on the results of reserve selection algorithms. *Journal of biogeography*, 26 (1): 179-191.

PRESSEY, R. L., I. R. JOHNSON & P. D. WILSON. 1994. Shades of irreplaceability: towards a measure of the contribution of sites to a reservation goal. *Biodiversity Conservation*, 3: 242-262.

REGAN, H. M. 2002. A taxonomy and treatment of uncertainty for ecology and conservation biology. *Ecological applications*, 12 (2): 618-628.

REID, W. V. 1998. Biodiversity hotspots. *Tree*, 13 (7): 275-280.

SAETERSDAL, M., J. M. LINE & H. J. B. BIRKS. 1993. How to maximize biological diversity in nature reserve selection: vascular plants and breeding birds in deciduous woodlands, western Norway. *Biological Conservation*, 66: 131-138.

SCHMIDA, A. & M. V. WILSON. 1985. Biological determinants of species diversity. *Journal of biogeography*, 12: 1-20.

SCHWARTZ, M. W. 1999. Choosing the appropriate scale of reserves for conservation. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 30: 83-108.

SOBERÓN, J. M., J. B. LLORENTE & L. OÑATE. 2000. The use of specimen label databases for conservation purposes: an example using Mexican Papilionid and Pierid butterflies. *Biodiversity and Conservation*, 9: 1.441-1.466.

SUÁREZ RODRÍGUEZ, C. 1994. *Informe relativo al vertido de escombros en el araje natural de Jinámar*. Consejería de Política Territorial de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. Informe Inédito. 6 pp.

UNDERHILL, L. G. 1994. Optimal and suboptimal reserve selection algorithms. *Biological conservation*, 70: 85-87.

VANE-WRIGHT, R. I. 1996. Identifying priorities for the conservation of biodiversity: systematic biological criteria within a socio-political framework. En: K. J. Gaston (ed.) *Biodiversity. A biology of numbers and difference*. Blackwell Science, pp: 309-344.

VANE-WRIGHT, R. I., C. J. HUMPHRIES & P. H. WILLIAMS. 1991. What to protect? Systematic and the agony of choice. *Biological Conservation*, 55: 235-254.

VARIOS AUTORES. 2003. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. IUCN SSC Red List Programme Committee.

VIADA, C. (ed.). 1998. *Áreas importantes para las aves en España*. 2º edición revisada y ampliada. Monografía nº5. SEO/BirdLife. Madrid.

VOGGENREITER, V. 1996. *Contribuciones al Atlas Fitocorológico UTM 5 km de Gran Canaria - un prodomus (Puntos de repartición para cuadrados de 25 km²)*. Informe inédito. 128 pp.

WILCOVE, D. S. & L. Y. CHEN. 1998. Management costs for endangered species. *Conservation Biology*, 12(6): 1.405-1.407.

WILLIAMS, P. & C. J. HUMPHRIES. 1994. Biodiversity, taxonomic relatedness, and endemism in conservation. En: P. L. Forey, C. J. Humphries & R. I. Vane-Wright (eds.) *Systematic and conservation evaluation*. Systematics Association, Clarendon Press, Oxford, special volume, 50: 269-287.

WILLIAMS, P. D. GIBBONS, C. MARGULES, A. REBELO, C. HUMPHRIES & R. PRESSEY. 1996. A comparison of richness hotspots, rarity hotspots, and complementary areas for conserving diversity of British birds. *Conservation Biology*, 10: 155-174.

WILLIAMS, P. H. 1999. Key sites for conservation: area-selection methods for biodiversity. In G. M. Mace, A. Balmford & J. R. Ginsberg (eds). *Conservation in a Changing World*. Cambridge University Press, pp: 211-249.

WILLIS, C. K., A. T. LOMBARD, R. M. COWLING, B. J. HEYDENRYCH, & C. J. BURGERS. 1996. Reserve systems for limestone endemic flora of the Cape lowland fynbos: iterative versus linear programming techniques. *Biological Conservation*, 77: 53-62.

ZANIEWSKI, A. E., A. LEHMANN & J. MC. OVERTON, 2002. Predicting species spatial distributions using presence-only data: a case study of native New Zealand ferns. *Ecological Modelling*. 157: 261-280.

*Impreso en Tenerife
Islas Canarias. España
Mayo de 2005*



© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC - Biblioteca Universitaria, 2015

