

La diversidad filogenética de la flora endémica terrestre de la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria: primeros resultados, perspectivas de futuro

The phylogenetic diversity of the terrestrial endemic flora in the Biosphere Reserve of Gran Canaria: first results, future prospects

Juli Caujapé-Castells

2nd MEETING OF THE WORLD NETWORK OF ISLAND AND COASTAL BIOSPHERE RESERVES
PUBLIC OF BEST PRACTICES OF ISLAND AND COASTAL BIOSPHERE RESERVE

La diversidad filogenética de la flora endémica terrestre de la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria: primeros resultados, perspectivas de futuro

The phylogenetic diversity of the terrestrial endemic flora in the Biosphere Reserve of Gran Canaria: first results, future prospects



Juli Caujapé-Castells

Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo"-
Unidad Asociada CSIC, Cabildo de Gran
Canaria.

Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo"-
Unidad Asociada CSIC, Cabildo de Gran
Canaria.

El Cabildo de Gran Canaria gestiona la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria, cuya parte terrestre abarca aproximadamente el 46% del área de la isla (ver mapa en la **Figura 1**). Cerca de 18.000 personas habitan este territorio, y al menos 228 angiospermas endémicas canarias se han descrito en él. Ciertamente, la convergencia de numerosos factores políticos, económicos y sociales son de suma importancia para la gestión de unos espacios tan diversos como las Reservas de la Biosfera. Sin embargo, la información más importante para gestionar la biodiversidad de estos y otros territorios debe basarse en la investigación multidisciplinaria.

The Cabildo de Gran Canaria manages the Biosphere Reserve of Gran Canaria, whose terrestrial part encompasses about 46% of the island's area (see map in **Figure 1**). About 18,000 people live in this territory, and at least 228 Canarian endemic angiosperms have been described on it. Admittedly, many important political, economic and social factors converge in the management of such diverse spaces as Biosphere Reserves. However, the most important information to manage the biodiversity of these and other territories should derive from multidisciplinary research.

The Macaronesian archipelagos

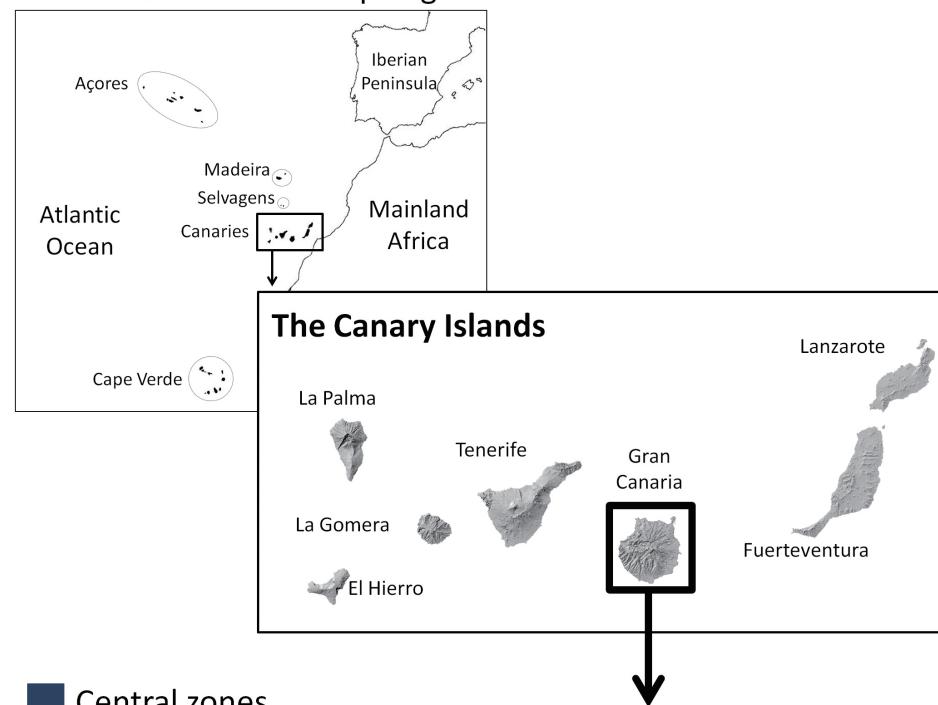


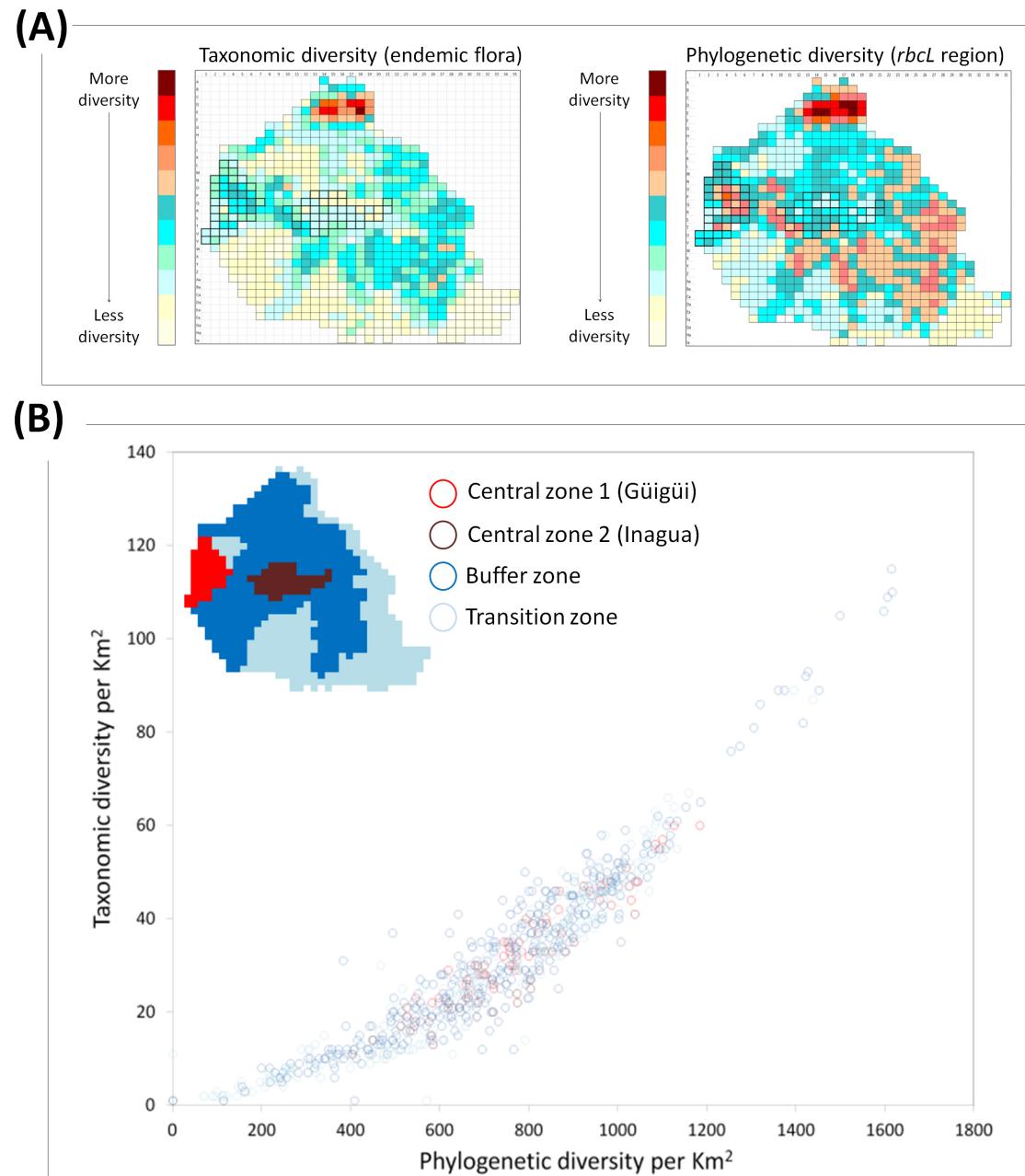
Figura 1. Contexto geográfico Macaronésico y situación de la Reserva de la Biosfera de la isla de Gran Canaria. La cuadrícula en la parte inferior izquierda es la compartmentación territorial realizada para asignar los estimadores de diversidad filogenética y taxonómica a cada km^2 .

Figure 1. Geographic context of the Macaronesian region, and situation of the Biosphere Reserve of Gran Canaria island. The grid of squares at the bottom left is the territorial compartmentation made to assign phylogenetic and taxonomic diversity estimates to each km^2 .

Gran Canaria Biosphere Reserve

El Cabildo de Gran Canaria está desarrollando el Proyecto "Desarrollo de un código de barras molecular para la flora de la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria", cofinanciado por el propio Cabildo y por el Gobierno español (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente). Dirigida por el Departamento de Biodiversidad Molecular y el Banco de ADN de la Flora Canaria del Jardín Botánico Canario "Viera y Clavijo" - Unidad Asociada CSIC del Cabildo de Gran Canaria (JBCVCSIC de aquí en adelante), esta iniciativa de investigación utiliza las secuencias de las dos regiones de ADN cloroplástico "código de barras" para plantas, *rbcL* y *matK* (Hollingsworth et al. 2009) para obtener un valor de "riqueza genética" por kilómetro cuadrado del territorio (Diversidad Filogenética, PD de aquí en adelante, ver Faith 1992).

Por supuesto, las estimaciones cuantitativas como la PD son susceptibles de estar sesgadas, porque pueden existir especies crípticas de plantas en la Reserva de la Biosfera, o porque nuestro conocimiento de este complejo territorio no es perfecto. Al igual que en la mayoría de otras islas oceánicas, la geografía natural tan fragmentada de Gran Canaria ha dado lugar a una muy elevada biodiversidad exclusiva, pero a menudo lo accidentado del terreno crea lugares de muy difícil acceso, lo cual impide una exploración botánica concienzuda.



Vista del Roque Bentaiga desde la Mesa del Junquillo.
Reserva de la Biosfera de Gran Canaria.

View of the Roque Bentaiga from the Mesa del Junquillo. Gran Canaria Biosphere Reserve.



Figura 2. [A] Representación de la diversidad Taxonómica (izquierda) y Filogenética (derecha) de la flora endémica terrestre de la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria por cada Km² de territorio. [B] Gráfico de dispersión de estos valores (se han asignado diferentes colores a las dos zonas núcleo para aumentar el detalle de la representación). Puesto que los valores más elevados en el gráfico (zona superior derecha) no se corresponden con las zonas núcleo de la Reserva y las diferencias son significativas (tests de Kruskal-Wallis, no mostrados), estos datos pueden tener importantes implicaciones transversales para el manejo de la Reserva y la conservación de su flora terrestre endémica (ver texto).

Figure 2. [A] Representation of the Taxonomic (left) and Phylogenetic (right) diversities of the terrestrial endemic flora of Gran Canaria's Biosphere Reserve per square Km of the territory. [B] Scatter-plot of these values (the central zones have been given different colours for higher precision). Since the highest values in the scatter-plot (top right) do not always correspond with the Reserve's central zones and the differences are significant (Kruskal-Wallis tests, not shown), these data may have important transversal implications for the management of the Reserve and the conservation of its terrestrial endemic plant diversity (see text).

The Cabildo de Gran Canaria is developing the Project “Development of a molecular barcode for the flora in the Biosphere Reserve of Gran Canaria”, co-funded by the Cabildo itself and by the Spanish Government (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente). Directed by the Department of Molecular Biodiversity and DNA Bank of the Canarian Flora at the Jardín Botánico Canario “Viera y Clavijo”-Unidad Asociada CSIC of the Cabildo de Gran Canaria (JBCVCSIC hencefrom), this research initiative is aimed at obtaining a value of “genetic richness” per square kilometer of the Reserve’s territory (Phylogenetic diversity, PD henceforth, see Faith 1992) using the two plant DNA barcode regions rbcL and matK (Hollingsworth et al. 2009).

Of course, quantitative estimates like PD are liable to be biased because cryptic plant species may exist in the Biosphere Reserve, or because our knowledge of this complex territory is not perfect. As in most other oceanic islands, the naturally and severely fragmented geography of Gran Canaria has given rise to a very rich island-exclusive diversity, but often the ruggedness of the terrain creates hardly accessible places, thereby impeding thorough botanical exploration.

Sin embargo, la información taxonómica recopilada para el proyecto se basa en el conocimiento actualizado y los censos de este territorio (la base de datos Atlantis 3.0., <http://www.biodiversidadcanarias.es/atlantis/>), y su integración con los datos moleculares (ver **Figura 2**) representa la primera fase de una estrategia científica para contribuir a la gestión de la biodiversidad del territorio.

Todos los objetivos del proyecto se basan en los principios básicos sobre conservación de floras oceánicas insulares que se consensuaron en un anterior esfuerzo de investigación internacional (Cajupé-Castells et al. 2010), y también contribuirán a lograr los objetivos principales de la reformulada Estrategia Mundial para la Conservación de Plantas (GSPC 2011-2020), sobre todo incrementando el conocimiento sobre las especies y su distribución, garantizando la conservación ex situ (en especial de las especies endémicas más amenazadas), y mejorando el acceso "online" a información relevante para la conservación.

Según la definición original de Faith (1992), la PD es "la longitud total mínima de todas las ramas requeridas para abarcar un conjunto dado de taxones en el árbol filogenético". Nuestro uso de este concepto tiene por objeto medir la complejidad evolutiva de la flora endémica Canaria

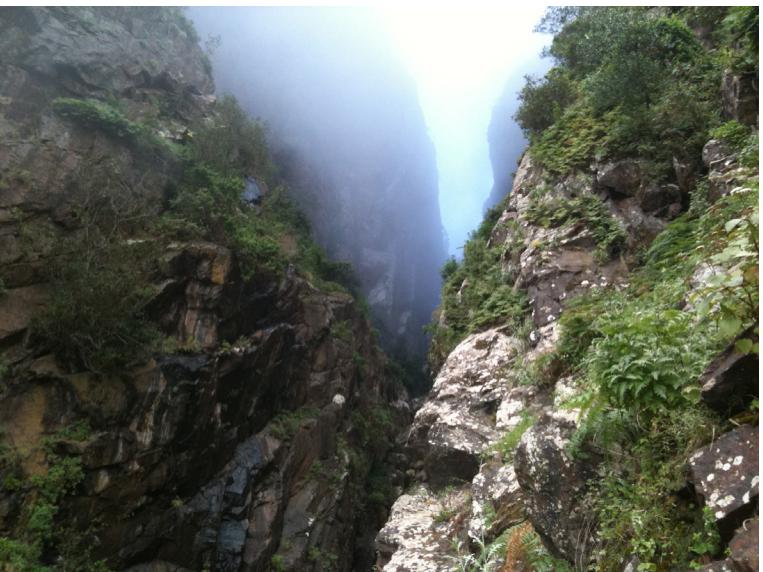
conocida en cada Km² de la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria (**Figura 1**). La comparación con la diversidad taxonómica (**Figura 2**) proporcionará los primeros elementos básicos de un sistema de gestión científica de la biodiversidad para diseñar planes de conservación para los grupos de interés económico, detectar posibles "santuarios de biodiversidad" crípticos al análisis morfológico, planificar mejor la protección de hábitats y las reintroducciones, sugerir futuros estudios y prioridades de financiación, o poner de manifiesto afinidades genéticas espaciales insospechadas.

Nuestra información de base para estimar la PD consiste en una supermatriz que contiene secuencias de *rbcL* y *matK* (ADN cloroplástico) para todas las especies endémicas canarias en el territorio de la Reserva de Canarias (sólo se muestran los resultados obtenidos para *rbcL* en la **Figura 2**). Además de las estimaciones de PD, esta supermatriz nos proporciona (i) una herramienta para el diagnóstico rápido y fiable de muestras de plantas que habitan en la Reserva de la Biosfera (o de partes de especímenes que es difícil identificar morfológicamente), (ii) una base para obtener hipótesis filogenéticas sobre cualquier linaje vegetal de la reserva, y (iii) una base de datos estandarizada para un futuro Atlas Molecular de la Flora de Canarias.



Vista de la parte centro-oeste de Gran Canaria desde el pinar de Tamadaba. Reserva de la Biosfera de Gran Canaria.

View of the central-western side of Gran Canaria from the Tamadaba pine forest. Gran Canaria Biosphere Reserve.



Grieta en los altos del barranco de Guayedra. Reserva de la Biosfera de Gran Canaria.

Crevice in the heights of Guayedra's ravine. Gran Canaria Biosphere Reserve.

However, the taxonomic information collated for the project is based on the most updated census of the Canarian Flora (the Atlantis 3.0 database, <http://www.biodiversidadcanarias.es/atlantis/>), and its integration with molecular data (see Figure 2) represents a first stage of a scientific strategy to assist biodiversity management in the territory of Gran Canaria's Biosphere Reserve.

All the project's objectives are based on the basic tenets for the conservation of oceanic insular floras, as concluded in an earlier international research effort (Caujapé-Castells et al. 2010), and they will also contribute to achieve the main targets of the updated Global Strategy of Plant Conservation (GSPC 2011-2020), especially in the subjects of increasing knowledge about species and their distribution, warranting ex situ conservation (esp. of most endangered endemics), and improving online access to information relevant to conservation.

As originally defined by Faith (1992), PD is “the minimum total length of all the branches required to span a given set of taxa on the phylogenetic tree”. We use this concept to measure evolutionary complexity of the Canarian endemic flora

in each square Km of Gran Canaria's Biosphere Reserve (**Figure 1**). The comparison with taxonomic diversity (**Figure 2**) furnishes the baseline data for a science-based management of biodiversity to design conservation plans for groups of economic interest, to detect eventual “biodiversity shrines” cryptic to morphological diagnosis, to plan better habitat protection and other in situ actions, to suggest future studies and funding priorities, or to elicit unsuspected spatial genetic affinities.

Our baseline information to estimate PD consists of a supermatrix containing the rbcL and matK sequences (chloroplastic DNA) for all the Canarian endemic species in the Reserve's territory (only results for rbcL are shown in Figure 2). Apart from PD estimates, this supermatrix furnishes us with (i) a tool for the rapid and reliable diagnosis of any plant specimens or parts of specimens that occur in the Biosphere Reserve and are elusive to morphological ID, (ii) a basis to derive phylogenetic hypotheses for any plant lineage with representatives in the biosphere reserve, and (iii) a standardized database for a Molecular Atlas of the Canarian Flora.

Todas las matrices de secuencias de ADN y otros datos en el proyecto serán depositados en el sistema de información Demiurge (<http://www.demiurge-project.org/>), una herramienta de análisis y archivo de datos estandarizados creado a través de la colaboración entre el JBCVCSIC y el Instituto Tecnológico de Canarias. Este sistema permite al usuario (i) utilizar el software T4 para transformar cualquier número de matrices de genotipos en los formatos de entrada de los software de genética de poblaciones más comúnmente utilizados, y (ii) publicar "compendios de diversidad genética" en el sistema de información Demiurge.

Estos datos, además, puede ayudar a satisfacer las importantes necesidades de conectividad subyacentes a la aplicación de estrategias globales y nacionales para la conservación de la biodiversidad. Por ejemplo, los dos primeros objetivos de la Estrategia Global de Conservación de Plantas 2011-2020 (una flora online de todas las plantas conocidas, y una evaluación del estado de conservación de todas las especies vegetales conocidas) se beneficiarían enormemente de la información genética estandarizada residente en Demiurge. En efecto, el estándar proporcionado por el software T4 permite la evaluación comparativa de datos de diversidad genética en diferentes territorios. Creemos que pronto será factible y oportuno disponer de un meta-análisis de todas las reservas insulares y costeras que dispongan de datos de diversidad genética, que podría integrarse tanto en los objetivos de la Red Mundial de Reservas de la Biosfera Insulares y Costeras, como en los de la Red Mundial para la

Conservación de las Islas (<http://www.bgci.org/ourwork/islands/>), creada en 2010 para fomentar la colaboración entre los conservacionistas de plantas insulares de diferentes regiones del mundo. Por lo tanto, alentamos a todos las reservas de la biosfera a adoptar el sistema de información para el Demiurge para almacenar y difundir cualquier información sobre la diversidad genética de la biodiversidad de sus territorios.

Nuestros primeros resultados sobre la diversidad filogenética de la flora endémica de la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria indican que, en general, la diversidad taxonómica (TD) es una buena aproximación para estimar la PD, aunque la PD posee una estructura mucho más compleja y resuelve con mayor precisión la riqueza de la biodiversidad vegetal terrestre de este territorio (**Figura 2A**). Dado que una mayor diversidad aumenta las posibilidades de supervivencia frente a la incertidumbre de los cambios globales, estos primeros datos proporcionan información fundamental para la gestión de la biodiversidad vegetal endémica dentro de la Reserva, identificando los territorios que deberían merecer la máxima protección (áreas rojas en la **Figura 2A**). Es importante resaltar que los valores más elevados de PD y TD no se dan en las zonas núcleo de la Reserva (**Figura 2B**); muchas de las zonas genética y taxonómicamente más diversas corresponden a zonas de amortiguación o de transición, y encontrar la mejor estrategia de gestión requerirá discusión y consenso con otros actores importantes en la Reserva.



Especimen del endemismo de Gran Canarian *Ruta oreojasme* (Rutaceae) en el Barranco del Cañizo. Reserva de la Biosfera de Gran Canaria.

A specimen of the Gran Canarian endemic *Ruta oreojasme* (Rutaceae) in the Barranco del Canizo. Gran Canaria Biosphere Reserve.



Ejemplar del endemismo Canario *Neochamaelea pulverulenta* (Cneoraceae) en la Montaña del Cedro. Reserva de la Biosfera de Gran Canaria.

A specimen of the Canarian endemic *Neochamaelea pulverulenta* (Cneoraceae) from the Montaña del Cedro. Gran Canaria Biosphere Reserve.

All the DNA sequence matrices and other data in the project will be deposited in the Demiurge information system (Caujapé-Castells et al. 2013), a standardized data analysis and archival tool created by a collaboration between the JBCVCSIC and the Instituto Tecnológico de Canarias that allows the user (i) to use the T4 software to transform any number of genotype matrices into the input formats of the most commonly used population genetic software, and (ii) to publish peer-reviewed “Genetic Diversity Digests” in the Demiurge information system (<http://www.demiurge-project.org/>).

These data may additionally help fulfill important networking needs underlying the application of global and national strategies to biodiversity conservation. For instance, the two first targets of the updated GSPC 2011-2020 (an online flora of all known plants, and an assessment of the conservation status of all known plant species) would greatly benefit from standardized genetic information resident in the Demiurge system. The standard furnished by the T4 software allows the comparative assessment of genetic diversity data in different territories. We believe that a meta-analysis of all insular and coastal biosphere reserves where genetic diversity data are available will soon be feasible and timely, and it could be integrated both in the objectives of the Global Network of Insular and Coastal Biosphere Preserves, and of the Global

Island Conservation Network, (<http://www.bgci.org/ourwork/islands/>) created in 2010 to foster collaboration among island plant conservationists from different regions of the world. We thus encourage all Biosphere Reserves to adopt the Demiurge information system for the safe storage and public dissemination of any genetic diversity data about the biodiversity in their territories.

Our first results on the phylogenetic diversity of the endemic flora in the Biosphere preserve of Gran Canaria indicate that, overall, Taxonomic Diversity (TD) is a good surrogate estimator of PD, though PD has a more complex structure, and resolves much more precisely the richness of the terrestrial endemic plant biodiversity in this territory (Figure 2A). Given that a higher diversity increases survival chances in the face of uncertainty set forth by global climate changes, these first data provide instrumental information for the management of terrestrial endemic plant biodiversity within the Reserve, pinpointing the territories that should deserve maximum protection (red areas in Figure 2A). Notably, the highest PD and TD diversities do not correspond to the two Reserve’s central zones (Figure 2B); many of the genetically and taxonomically most diverse areas correspond to buffer or transition zones, and finding the best management strategy will require discussion and consensus with other important actors in the Reserve.

Así mismo, estos resultados nos permiten establecer algunas prioridades básicas para futuras investigaciones con otros proyectos. En primer lugar, como se destaca anteriormente, la protección de las áreas con mayores valores de PD es la mejor estrategia de conservación de la biodiversidad. Sin embargo, es muy necesario establecer planes de conservación de las especies basados en datos empíricos, y estamos seleccionando algunos casos de estudio para estimar la diversidad genética y conectividad (utilizando microsatélites nucleares y secuencias de ADN), y fundamentar mejores prácticas sobre posibles translocaciones y/o reforzamientos a través de la identificación de las "fuentes genéticas" más apropiadas para estas acciones. Además, será necesario tanto (1) fomentar la exploración y monitoreo para llenar los vacíos evidentes del conocimiento de territorio detectados a través del examen de la base de datos Atlantis 3.0, como (2) aumentar la resolución de las estimaciones de PD actuales, utilizando cuadrantes de 0.5x0.5 km para toda la isla de Gran Canaria.

La protección general de los hábitats y las acciones *in situ* señaladas anteriormente se centran especialmente en taxones moderada o ampliamente distribuidos. De forma paralela, las futuras acciones en el territorio de la Reserva tienen que garantizar la conservación *ex situ* de los taxones en mayor peligro de extinción en los bancos

biológicos del JBCVCSIC (banco de semillas, banco de ADN, herbario), y su cultivo en el Jardín Botánico para estudios posteriores, su exposición y educación.

Todas estas fuentes de conocimiento se integrarán en un proyecto de Atlas Molecular de la Reserva de la Biosfera (y más tarde de la Flora Canaria), del cual el sistema de información Demiurge y las capacidades de supercomputación del ITC serán parte instrumental. Estos resultados ya están siendo difundidos a la sociedad a través de la plataforma informativa Greentank (<http://www.greentank.es>), puesta en marcha para explicar las acciones de gestión e investigación en nuestra reserva de la biosfera, o en otras reservas y territorios insulares/costeros. Por lo tanto, todos los miembros de la Red están invitados a presentar sus contribuciones a esta plataforma (se aceptan contribuciones en Inglés y Portugués, aparte de Español).

Es factible que utilicemos los resultados de nuestros proyectos y otras fuentes de datos para crear herramientas multimedia educativas y recreativas mediante las cuales personas no especializadas puedan interiorizar el alcance y el valor de la biodiversidad de la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria, y el papel crucial de la investigación científica para la gestión y conservación de la misma.



Detalle de uno de los laboratorios del Departamento de Biodiversidad Molecular y Banco de ADN del JBCVCSIC (Cabildo de Gran Canaria).

Detail of one of the laboratories at the Department of Molecular Biodiversity and DNA Bank of the JBCVCSIC (Cabildo de Gran Canaria).



These results also allow us to set forth some basic priorities for future research to be undertaken by future projects. First, as undertaken above, protecting the areas with highest PD values is the best biodiversity conservation strategy. However, plans based on empirical data are still much needed for specific taxa, and we are selecting several study cases to estimate genetic diversity and connectivity (using nuclear microsatellites and DNA sequences), and to substantiate best practices on eventual translocations and reinforcements through the identification of most appropriate “genetic sources” for these actions. Furthermore, it will be necessary both (1) to foster exploration and monitoring to fill floristic knowledge gaps of the territory detected through the examination of the Atlantis 3.0 database, and (2) to increase the resolution of the presently developed PD estimates, using quadrats of 0.5x0.5 Km for the whole Gran Canaria island.

The overall habitat protection and the in situ actions highlighted above are namely focused on moderately to widely distributed taxa. In parallel, future actions in the Reserve’s territory have to ensure the ex situ conservation of the most endangered taxa in the biological banks at the JBCVCSIC (seed bank, DNA

bank, herbarium), and their cultivation in the Botanic Garden for further study, exhibition and education.

All these sources of knowledge will be integrated into a projected Molecular Atlas of the Biosphere preserve (and later of the Canarian Flora), of which the Demiurge information system and the supercomputing capabilities of the ITC will be an instrumental part. These results are already being disseminated to the society through the information platform Greentank (<http://www.greentank.es>), launched to explain management and research actions in Gran Canaria’s Biosphere Reserve, and other insular/coastal biosphere reserves and territories. Therefore, all members of the Network are welcome to submit contributions to this platform (English and Portuguese are accepted languages, together with Spanish).

It is feasible that we will also use the results of our projects and other sources of data to create multimedia educational-recreational tools with which non-specialists will be able to internalize the extent and worth of biodiversity in Gran Canaria’s Biosphere Reserve, and the crucial role of scientific research for managing and preserving it.



AGRADECIMIENTOS

Doy las gracias al Cabildo de Gran Canaria por el constante estímulo y apoyo en el desarrollo de este proyecto, sobre todo a la Consejera de Medio Ambiente y Emergencias (María del Mar Arévalo Araya) y a algunos miembros su equipo de la Consejería (Santiago Caro Quintana, Carlos Canellas, Clemente Rodríguez y Dácil García Suárez). También estoy en deuda con el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente por su co-financiación, y con todo el equipo científico-técnico del JBCVCSIC, especialmente con las personas que ayudaron a generar los datos moleculares (Ruth Jaén-Molina, Carlos García-Verdugo, Magui Olangua y Miguel Ángel González). También doy las gracias a los siguientes colaboradores: Salvador de la Cruz, Jesús Díaz de Castro, Pedro Artiles, y a los equipos humanos de la Fundación Canaria Amurga Maspalomas, Faromedia y Greentank. Por último, agradezco a los gerentes de la Reserva de la Biosfera de Jeju, y a los representantes de las otras Reservas de la Biosfera Insulares y Costeras su significativa interacción. Esta contribución fue también apoyada por la Cátedra UNESCO para la conservación de la biodiversidad vegetal en Macaronesia y el Oeste de África, liderada por el Cabildo de Gran Canaria.

LITERATURA CITADA

- Caujapé-Castells J, Beaver K, Crawford D, Florens V, Gómes I, Jardim R, Lobin W, Moura M, Sakai A, Santos-Guerra A, Tye A. 2010. Conservation of island floras: present assets and future global challenges. *Perspectives in Plant Evolution, Ecology and Systematics* 12: 107-129.
- Caujapé-Castells J, Castellano JJ, Ramos R, Henríquez V, Sabbagh I, Quintana-Trujillo FM, Rodríguez JF (2013) Transformer-4 version 2.0.1, a free multi-platform software to quickly reformat genotype matrices of any marker type, and archive them in the Demiurge information system. *Molecular Ecology Resources* (in press, DOI: 10.1111/1755-0998.12084).
- Faith DP. 1992. Conservation evaluation and phylogenetic diversity. *Biological Conservation* 61: 1-10.
- Hollingsworth P, et al. (2009) A DNA barcode for land plants. *Proc Nat Acad Sci USA* 106: 12794-12797.



ACKNOWLEDGEMENTS

I thank the Cabildo de Gran Canaria for constant encouragement and support in the development of this project, most especially the Consejera de Medio Ambiente y Emergencias (María del Mar Arévalo Araya) and some members of her team at the Consejería (Santiago Caro Quintana, Carlos Canellas, Clemente Rodríguez and Dácil García Suárez). I am also indebted to the Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente for co-funding this Project, and to all the scientific-technical team at the JBCVCSIC, especially those who participated in the sampling and generation of the molecular data (Ruth Jaén-Molina, Carlos García-Verdugo, Magui Olangua, Miguel Ángel González). I also thank the following collaborators: Salvador de la Cruz, Jesús Díaz de Castro, Pedro Artiles, and the work teams at the Fundación Canaria Amurga Maspalomas, Faromedia and Greentank. The managers of the Jeju Biosphere Reserve, and the representatives of the other Insular and Coastal Biosphere Reserves in the Global Network are acknowledged for meaningful interaction. This contribution was also supported by the UNESCO chair for the Conservation of plant biodiversity in Macaronesia and the West of Africa, led by the Cabildo de Gran Canaria.

LITERATURE CITED

- Caujapé-Castells J, Beaver K, Crawford D, Florens V, Gómes I, Jardim R, Lobin W, Moura M, Sakai A, Santos-Guerra A, Tye A. 2010. Conservation of island floras: present assets and future global challenges. *Perspectives in Plant Evolution, Ecology and Systematics* 12: 107-129.
- Caujapé-Castells J, Castellano JJ, Ramos R, Henríquez V, Sabbagh I, Quintana-Trujillo FM, Rodríguez JF (2013) Transformer-4 version 2.0.1, a free multi-platform software to quickly reformat genotype matrices of any marker type, and archive them in the Demiurge information system. *Molecular Ecology Resources* (in press, DOI: 10.1111/1755-0998.12084).
- Faith DP. 1992. Conservation evaluation and phylogenetic diversity. *Biological Conservation* 61: 1-10.
- Hollingsworth P, et al. (2009) A DNA barcode for land plants. *Proc Nat Acad Sci USA* 106: 12794-12797.