

**BIODIVERSIDAD DE ENDEMISMOS CANARIOS: RECOLECCION,
CONSERVACION Y EVALUACION**

Equipo Investigador:

Arnoldo Santos Guerra (Dr. C.B.)
Manuel Fernández Galván (L.B.)
Francisco Javier Francisco Ortega (Dr. I.A.)
Pilar Méndez Pérez (L.B.)
Ana Calero Hernández (L.B.)

Equivalente de jornada completa: 2,60

Centro de Investigación:

Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. (ICIA). Canarias.

Duración:

Enero 1994 - Diciembre 1997

Coste:

Miles de pesetas: 7.898
Financiación INIA 100%

PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS

Dentro de los objetivos generales del proyecto y la posibilidad de llevarlos a cabo hay que destacar la no incorporación del Dr. Francisco-Ortega, como personal contratado del ICIA, al mismo. Por tal motivo quedaron limitadas las posibilidades de instalar y desarrollar, como estaba previsto, las técnicas de estudios isoenzimáticas en las instalaciones del Jardín de Aclimatación de la Orotava (ICIA). Esto hizo necesario, además, alterar algunos de los objetivos propuestos y dirigirlos a la obtención de resultados derivados de una colaboración más fuerte con el Departamento de Botánica de la Universidad de Austin (Texas), en la cual hemos estado desarrollando intensamente en los últimos años, así como con las universidades del estado de Ohio (Columbus) y del estado de Washington (Pullman) en los Estados Unidos. Los resultados de esta interesante colaboración, que aún sigue vigente, han quedado plasmados en un significativo número de artículos científicos ya publicados y otros en prensa o revisión, tal y como se puede ver en el apartado correspondiente y en las separatas adjuntas.

Respecto a los objetivos iniciales hay que reseñar los siguientes aspectos:

El objetivo primero expuesto se dejó sin llevar a cabo a la vista del anuncio, efectuado por D. Bramwell (Director del Jardín Botánico Viera y Clavijo de Gran Canaria), relativo a la realización de dicha revisión, aunque no ha llegado a publicarse.

Respecto al punto dos (de los objetivos originales), se han llevado a cabo estudios en diversos endemismos. La mayor parte de la información, relativa a unas 118 especies, ha sido publicado (1998) en el Libro Rojo de las especies amenazadas de Canarias (40% de las contenidas), publicado por la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias, siendo editor el Prof. C. Gómez-Campo (ETSI Agrónomos-Madrid). Así mismo, en estos objetivos, se ha colaborado en el documento interno, elaborado para dicha Viceconsejería, aportando información, datos y localización de los endemismos más amenazados de las islas de La Palma, Hierro y Gomera.

La recolección de germoplasma se ha visto limitada por el personal y espacio disponible en el Jardín de Aclimatación de la Orotava (ICIA), de forma que la mayor parte del material recogido (30 especies endémicas, en el periodo correspondiente al desarrollo del proyecto), ha sido enviado al Banco de Germoplasma de la ETSIA-Madrid, dirigido por el Prof. C. Gómez-Campo. Los trabajos que están culminando en el Jardín de Aclimatación para la instalación, en condiciones adecuadas, de un Banco de Germoplasma, permitirán la incorporación, en un futuro próximo, de duplicados de las recolecciones enviadas a Madrid durante este tiempo y en años anteriores (Proyecto Artemis). Las colecciones de semillas, conservadas en el Jardín de Aclimatación, se han limitado por tanto a pequeñas cantidades de especies relacionadas con los trabajos moleculares realizados o en vías de desarrollo.

Los estudios de campo y los morfológicos, junto a los estudios moleculares llevados a cabo han permitido corroborar la existencia de una nueva especie en el género *Cheirolophus* (*C. anagaensis*), *Crambe* (*C. feuillei*) y *Tolpis*. Están pendientes de confirmar comparaciones semejantes, morfológico-moleculares, en los géneros *Aeonium*, *Aichryson*, *Argyranthemum*, *Asteriscus*, *Pericallis*, *Prenanthes*, *Sideritis*, *Silene*, *Sonchus* y *Tolpis* que permitan resolver diversos problemas taxónomicos detectados tanto a nivel de especies como de secciones y géneros.

Derivado de los diversos estudios moleculares, que se están llevando a cabo en los últimos años, relativos en diversos endemismos canarios, se hace necesario elaborar estrategias especiales de cara a la conservación de plantas amenazadas, tal y como se han expuesto en dos trabajos remitidos para publicación. Para llevar a cabo futuros “Planes de rescate genético” de dichas especies, sería totalmente recomendable realizar estudios que detecten donde se halla realmente la diversidad genética que se quiere proteger, evitando la mayor parte de las acciones hasta ahora desarrolladas que, incluso, pueden estar actuando en contra de los fines previstos en dichos planes al multiplicar y reintroducir pocos individuos de poblaciones distintas, de los que se desconoce su variabilidad genética real y donde reside.

RESULTADOS

Dentro de los resultados obtenidos destacan los relativos a la información molecular conseguida, referente a la flora endémica de Canarias, otros archipiélagos atlánticos, noroeste de Africa y región mediterránea.

Esta información comprende:

- Estudios en diversos géneros de las Asteráceas que incluyen:
 - *Argyranthemum*, género macaronésico de origen monofilético en Canarias y Madera, relacionado con *Chrysanthemum* e *Ismelia* (Marruecos y Mediterráneo Occidental)
 - *Asteriscus* canarios y caboverdianos endémicos, su origen y relación con especies continentales.
 - *Cheirolophus*, con gran diversidad de endemismos en Canarias, también presente en Madeira, Noroeste de Africa y Península Ibérica, en estudio.
 - *Pericallis*, género macaronésico con relaciones en América del Norte.
 - *Sonchus* sub. género *Dendrosonchus* y géneros afines con endemismos macaronésicos (*Backcockia*, *Lactucosonchus*, *Prenanthes*, *Sventenia* y *Tackholmia*). Resultan todos monofiléticos e implica la necesidad de realizar diversos cambios taxonómicos.
 - Otros géneros de la tribu Inuleae con representación endémica (*Schizogyne*, *Vieraea*).
- Investigaciones en Brassicáceas que incluyen la totalidad del género *Crambe* por su interés científico y como recurso fitogenético.
- Estudios de las especies endémicas del género *Silene*, su origen europeo y relación con la sección *Siphonomorpha* (Familia *Cariofiláceas*).
- Investigaciones en el género *Sideritis* (*Lamiáceas*) por su gran interés científico y como recurso de aplicación farmacéutica y ornamental.
- Estudios en las Rosáceas endémicas: géneros *Bencomia*, *Dendropoterium* y *Marcetella*, de origen monofilético.
- Estudios, aún en desarrollo, con las crassuláceas macaronésicas y africanas de los géneros *Aeonium*, *Aichryson*, *Greenovia* y *Monanthes*.

INFORMACION CIENTIFICA Y TECNICA PROPORCIONADA POR EL PROYECTO. POSIBLES APLICACIONES

Las revisiones llevadas a cabo en los herbarios de Kew Garden, British Museum (Natural History), Instituto Botánico de Florencia y Museo de Historia Natural de París), han permitido ir completando la información necesaria para la tipificación de numerosos endemismos canarios o macaronésicos. Esta aún pendiente de finalizar la redacción de los artículos científicos derivados de estas investigaciones.

Los trabajos moleculares llevados a cabo durante los años de desarrollo del proyecto han aportado una información valiosa a fin de comprender el origen y la evolución de la flora macaronésica y en particular la flora endémica de Canarias.

Estos resultados están incorporando una excelente información para ir conociendo los procesos evolutivos que han tenido lugar en las islas, los fenómenos de radiación adaptativa, la evolución intra e interinsular, entre los distintos archipiélagos y las relaciones de estos con los continentes próximos.

Igualmente resultan muy interesantes para la interpretación de dichos procesos a nivel mundial (colonización, evolución y conservación de la flora en archipiélagos oceánicos), especialmente teniendo en cuenta la complejidad de los procesos que, debido al número de islas, archipiélagos y continentes implicados, se han desarrollado en Canarias.

De los resultados obtenidos a través de las investigaciones realizadas a lo largo del desarrollo del proyecto y comparando, así mismo, los trabajos efectuados por otros investigadores relacionados con la flora canaria, pueden derivarse, entre otras, las siguientes consideraciones:

a) Respecto al origen de la flora canaria, parece confirmarse la diversidad de distintos orígenes: mediterráneo y africano, principalmente. Sin embargo las investigaciones restan protagonismo a las relaciones florísticas con el Africa Oriental, aunque existen en varios géneros (Canarina, Campylanthus, Phyllis, Solanum,) y confirman mas las relaciones con el mundo mediterráneo occidental. Los resultados obtenidos con el estudio de las rosáceas leñosas endémicas de Canarias (géneros Bencomia, Dendropoterium y Marcetella), ha sido muy clarificador en este sentido, quedando evidente su origen y relación con las rosáceas anuales o vivaces mediterráneas del género Sanguisorba.

b) Otros tópicos aclarados, que han sido discutidos siempre que se han comentado las características de flora canaria, es el carácter ancestral de algunos endemismos (Lavatera phoenica o Plocama ya han sido estudiados y confirmados) apoyado por las leñosidad de muchos de estos endemismos. Sin embargo, el origen herbáceo, relativamente reciente, de muchos de los endemismos considerados como elementos relícticos leñosos (por ej. las ya comentadas rosáceas de los géneros Bencomia, Dendropoterium y Marcetella o las especies leñosas de los géneros Argyranthemum, Sonchus subgen. Dendrosonchus y Echium spp.) ha quedado confirmado a la luz de los resultados moleculares obtenidos.

c) Se han podido establecer vías de migración entre los distintos archipiélagos macaronésicos, así como procesos de radiación adaptativa en algunos grupos e islas. Dichas vías han tenido sentido diverso a lo largo de los últimos millones de años habiéndose

detectado rutas de migración de Madera a Canarias (por ej. en *Argyranthemum*), de Canarias a Madera (*Pericallis*, *Sideritis* o *Sonchus*) o Cabo Verde (*Aeonium*, *Sonchus*) o un caso más extraño de relaciones entre Azores y Canarias en *Pericallis* (*P. malvifolia* de Azores relacionado con *P. webbi* de Gran Canaria).

d) Se confirma para diversos grupos de endemismos su carácter monofilético (*Aeonium* y géneros afines, *Argyranthemum*, *Crambe*, Rosáceas, *Silene*, *Sonchus* y géneros afines,...). De los grupos estudiados, tan solo *Lavatera* (*L. acerifolia* y *L. phoenicea*) se ha confirmado como polifilético, indicando, por las diferencias moleculares tan evidentes, la conveniencia de considerar a *L. phoenicea* como género independiente (*Navae*), tal y como fue descrita en el siglo pasado.

e) Otros ajustes taxonómicos parecen necesarios a raíz de los resultados relativos a *Sonchus* y géneros afines, así como también en *Argyranthemum* y *Sideritis*, todos ellos géneros que han sido más o menos recientemente monografiados.

f) Aunque el origen norteafricano o mediterráneo occidental, es evidente si tenemos en cuenta las floras actuales, se han detectado casos en los que ha existido una recolonización de África a partir de especies que se han formado en Canarias. Esto ha sido observado por Mes & Hart para el género *Aeonium* y también por nosotros en el género *Sonchus* (evolución en Canarias con la formación de la especie *S. pinnatifidus* repartida en las islas orientales - Lanzarote y Fuerteventura- y costas africanas próximas).

Desde el punto de vista conservacionista, la información molecular que se ha podido obtener proporciona una serie de datos importantes a la hora de llevar a cabo programas de prioridades en la conservación de endemismos. Las variaciones obtenidas en los datos moleculares parecen indicar unos valores de diversidad genética altos, superiores a los que les correspondería en comparación con otros archipiélagos oceánicos. Por otra parte las relaciones filogenéticas obtenidas para diversos grupos, también aportan información a la hora de seleccionar medidas de conservación (recolección y propagación de endemismos) o áreas donde se concentre la mayor diversidad genética.

De modo general, las relaciones taxonómicas, que se observan a la luz de los resultados moleculares indican la necesidad de llevar a cabo investigaciones específicas relativas a las distintas poblaciones conocidas, de los endemismos amenazados, sometidos a programas de multiplicación y reintroducción, recomendándose la máxima precaución a la hora de intentar llevar a cabo programas de reintroducciones masivas, tal y como hasta ahora se han efectuado en distintos lugares, islas u otros lugares del territorio español.

Teniendo en cuenta el interés comercial ornamental (*Aeonium*, *Argyranthemum*, *Greenovia*, *Pericallis*,) o industrial (*Crambe*) de algunas de las especies y géneros estudiados, los datos moleculares obtenidos podrían contribuir a programas futuros de mejora y selección, producción de nuevos híbridos,... y en general a la conservación y aplicación de los recursos fitogenéticos de la comunidad europea.

Los datos moleculares son igualmente interesantes en el futuro desarrollo o incorporación de plantas ornamentales al mercado, como esta comenzando a ocurrir con las especies de *Asteriscus* o como pueden serlo diferentes especies de *Cheirolophus*, *Sonchus*, *Sideritis*, ...

PUBLICACIONES

Artículos científicos

Francisco-Ortega, F.J., Crawford, D.J., Santos-Guerra, A., Carvalho, J.A. 1996. Isozyme differentiation in the genus *Argyranthemum* (Asteraceae-Anthemideae) in the macaronesian islands. *Pl. Syst. Evol.*, 202. 137-152.

Santos, A. 1996. Notas corológicas III: Adiciones florísticas y nuevas localidades para la flora canaria. *Anal. Jard. Bot. Madrid*, 54. 445-448.

Santos, A. 1997. Crassulaceae (Aeonium-Aichryson). *Flora Ibérica*, V. 116-121.

Francisco-Ortega, F.J., Jansen, R.K., Santos-Guerra, A. 1996. Chloroplast DNA evidence of colonization, adaptive radiation, and hybridization in the evolution of the Macaronesian flora. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 93. 4085-4090.

Seung-Chul, K., Crawford, D.J., Francisco-Ortega, F.J., Santos-Guerra, A. 1996. A common origin for the woody *Sonchus* and five related genera in the Macaronesian islands: Molecular evidence for extensive radiation. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.*, 93. 7743-7748.

Libros

Francisco-Ortega, F.J., Crawford, D.J., Santos-Guerra, A., Jansen, R.K. 1997. Origin and evolution of *Argyranthemum* in Macaronesia. *Cap. Libro: Molecular Evolution and Adaptive Radiation*. 407-431.

Barreno, E., Fos, A., Santos, A., Pérez-Rovira, P., Vives, C., Cebrian, E., Tormo, J.C. 1996. Caracterización y tipificación de daños en vegetales para el establecimiento de una red biológica de calidad ambiental en los pinares de Tenerife (Islas Canarias). *Jardí Botànic de València*. Universitat de València.

Trabajos presentados a congresos, reuniones o simposios

Seung-Chul, K., Crawford, D.J., Francisco-Ortega, F.J., Santos-Guerra, A., Min-Jun, K. Adaptive radiation and genetic differentiation in the woody *Sonchus* alliance in the Canary Islands. *Botanical Society of America*. Montreal (Canada). Agosto, 1997.

Helfogtt, M., Francisco-Ortega, F.J., Santos-Guerra, A., Jansen, R.K., Simpson, B.B. Origin of the woody *Sanguisorbae* alliance (Rosaceae) in Macaronesia based on ITS sequence data. *Botanical Society of America*. Montreal (Canada). Agosto, 1997.

Clement, J., Francisco-Ortega, F.J., Santos-Guerra, A., Jansen, R.K. Relationships of the Canary Islands endemic species of *Silene* (Caryophyllaceae) based on nuclear ribosomal transcribed spacer sequences. *Botanical Society of America*. Montreal (Canada). Agosto, 1997.

Francisco-Ortega, F.J., Santos-Guerra, A., Jansen, R.K. A mediterranean origin of the Macaronesian endemic genus *Argyranthemum* (Asteraceae): evidence from molecular data. *Botanical Society of America*. Montreal (Canada). Agosto, 1997.

Francisco-Ortega, F.J., Santos-Guerra, A., Fuertes-Aguilar, J., Seung-Chul, K., Crawford, D.J., Jansen, R.K. Molecular evidence for the evolution of *Crambe* sect. *Dendrocambre* (Brassicaceae) in the Macaronesian islands. *Botanical Society of America*. Montreal (Canada). Agosto, 1997.

Otros trabajos de difusión de resultados

Se han impartido numerosas conferencias de temática variada relativas a la flora y vegetación de Canarias, expuestas en diferentes centros de las islas Canarias, Península (Madrid y Valencia) y extranjero (Estados Unidos, Italia), que incluyen:

- Flora autóctona e introducida en Canarias
- Recursos forrajeros de Canarias
- Interés y uso de la flora ornamental de las Islas Canarias
- Evolución de la laurisilva canaria
 - Vegetación de las Islas Canarias
 - Origen y evolución de la flora canaria

Destacan las conferencias desarrolladas en las universidades de Austin (Texas), Hawai y Sassari (Cerdeña) por su relación con la información y objetivos contemplados en el proyecto.