

## Panorama actual de la cartografía de la vegetación de las Islas Canarias

Pedro Luis Pérez de Paz (\*)

**Resumen:** Pérez de Paz, P. L. *Panorama actual de la cartografía de la vegetación en las Islas Canarias. Lazaron 25: 51-62 (2004).*

Se hace un breve recorrido histórico por la cartografía de la vegetación canaria durante los últimos 50 años. Se incide en la situación actual, la metodología de trabajo utilizada, resultados, y aplicaciones más relevantes. Además se incluyen unas reflexiones personales relacionadas con «Los Rivas» y la Botánica, motivo alegórico del Seminario.

**Abstract:** Pérez de Paz, P. L. *Canary vegetation mapping. Lazaron 25: 51-62 (2004).*

The fifty last years of the Canary vegetation mapping are briefly reviewed. A special attention is paid on the current status, methodology, results, and more relevant uses of this cartography. Furthermore some own thoughts about «Los Rivas» and the Botany, which are the leitmotiv of this Seminar, are included.

### PREÁMBULO

La presente comunicación pretende reflejar en líneas generales el contenido de nuestra breve intervención en el *Seminario Internacional Complutense*, celebrado los días 29 y 30 de mayo de 2003, en la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid, en el marco de las celebraciones organizadas con motivo de cumplirse «un siglo de Botánica» en dicha Facultad, protagonizado por la tutela docente e investigadora de «Los Rivas», epíteto familiar utilizado para agrupar a los tres eminentes profesores: Marcelo Rivas Mateos, Salvador Rivas Goday y Salvador Rivas Martínez.

Fueron unas jornadas intensas, científicamente densas y sentimentalmente muy emotivas. Cualidades comprensibles cuando desde la perspectiva histórica se valora la trayectoria humana y profesional de los homenajeados, destacada sin excepción por todos los participantes en el Seminario y entre los que se encontraban tanto personalidades de la botánica internacional como discípulos directos, que aprovecharon la oportunidad para subrayar con rigor la sobresaliente aportación científica de los profesores «Rivas», así como muchas de las vivencias

y anécdotas personales que han rodeado su dilatada actividad docente.

Los dos días se hicieron cortos, tanto que, solidarios con el agobio del Comité Científico organizador, nos vimos forzados a resumir el contenido de nuestra comunicación oral con el fin de posibilitar la intervención de la mayoría de los compañeros participantes. Entonces traté de resaltar más los aspectos humanos que los contenidos técnicos de mi ponencia, que ahora desarrollo con un poco más de sosiego y extensión, tras una breve pincelada emotiva de mi relación con «Los Rivas».

Por razones cronológicas obvias no conocí a don Marcelo; y, por motivos geográficos, apenas a don Salvador padre. A éste me lo presentó tardíamente su discípulo Wolfredo Wildpret, que a la vez ha sido mi maestro, mientras preparaba las oposiciones a Profesor Agregado de Universidad en el recordado «Herbario Blanco» de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense. Fue una entrevista fugaz, marcada por la respetuosa distancia entre el honorable profesor y el alumno todavía bisoño. Sin embargo, el breve encuentro fue suficiente para apreciar las cualidades profesoras y la aureola de autoridad que rodeaban a su persona. El ánimo que me infundió y la familiar acogida

\* Departamento de Biología Vegetal (Botánica), Universidad de La Laguna, E-38271, La Laguna, Tenerife (España).

que me dispensó fue motivo de mi más sincera gratitud.

La relación profesional con el profesor Rivas-Martínez ha sido mucho más directa y dilatada. Se remonta a la misma época evocada anteriormente para el conocimiento de su padre. También nos presentó el profesor Wildpret, y el motivo central de la conversación inicial fue el mismo: «aquí te traigo a otro canario para que se empape de tus enseñanzas y aprenda flora y vegetación peninsular, pues ya le he dicho que sin su conocimiento no tiene nada que hacer en las oposiciones». Mirada cómplice entre ambos, mezcla de ternura y trascendencia, no exenta de cierta teatralidad, e inmediatamente el arranque de vitalidad enérgica de Salvador: ¡mañana al campo, vente con nosotros a Guadarrama!. Fue una excursión relativamente corta, que terminé contento y extenuado, como en tantas otras posteriores. Contento por todo lo que aprendí; y agotado por el ritmo trepidante que Salvador impone a su quehacer cotidiano, a veces difícil de comprender y por lo general imposible de seguir. Fue la primera vez que oí hablar de «series de vegetación» y «sininventarios»; herboricé más de un centenar de especímenes y realicé, para su desesperación al comprobar como me retrasaba, dos rollos de diapositivas. Al día siguiente, preparando el material herborizado en el «cuarto de prensas» con la inestimable ayuda de Demetrio, no pude evitar el comentar con él y con todos los que por allí recalaban mi estado de asombro: ¿Salvador siempre es así? ¿no se cansa?. La respuesta fue siempre la misma, envuelta en el susurro de una sonrisa irónica: no, no se cansa. Todavía hoy, después de casi tres décadas de encuentros frecuentes, sigue despertando mi admiración profesional, a través de una relación en la que siempre ha existido un exquisito respeto mutuo, incluso cuando le he manifestado discrepancias conceptuales o personales, algo que con Salvador, debido a su fuerte personalidad, resulta prácticamente inevitable. Por encima de todo, siempre he procurado ver en él al maestro brillante, competente y generoso, pasionalmente entregado a la Botánica de forma casi obsesiva, rayana con el sacrificio, que además me ha distinguido con su confianza profesional y relación amistosa.

## INTRODUCCIÓN

A continuación, como previamente anuncié, se desarrolla el contenido técnico de la intervención,

centrada sobre la «cartografía de la vegetación canaria» desde la perspectiva metodológica actual y de la «fitosociología integrada». Al respecto, se describen los antecedentes más recientes, el panorama actual, la metodología utilizada y, finalmente, algunos resultados y aplicaciones.

Consciente de que el nivel más reciente de la cartografía de la vegetación en las Islas, es fruto del trabajo en equipo desarrollado por un nutrido grupo de compañeros, internos y externos, del Departamento de Biología Vegetal de la Universidad de La Laguna, resulta obligado reconocer aquí la labor de todos, pues en mayor o menor medida comparten el mérito de lo que a continuación se escribe, aunque las deficiencias textuales las asuma personalmente. En cualquier caso me negué, por ética profesional, a ignorar en la autoría al menos a los dos compañeros más directamente implicados en la redacción de los «aspectos metodológicos», tal como, por generosidad, eran inicialmente sus deseos. Por aceptar tal excepción, derivada de las circunstancias descritas, nuestro agradecimiento al Comité Científico organizador del Seminario.

## ANTECEDENTES RECIENTES

Como nuestro principal objetivo ha sido reflejar la situación actual de la cartografía de la vegetación en Canarias, excusamos hacer un repaso histórico exhaustivo, que en cualquier caso sería bastante pobre si se compara con la multitud de obras o de trabajos sueltos publicados en relación con la flora insular. Las referencias antiguas a la vegetación del Archipiélago Canario son más bien escasas y por lo general ceñidas a descripciones literarias, prácticamente sin otra expresión gráfica que la referida al característico perfil, siempre didáctico e ilustrativo, de la zonación altitudinal de la vegetación en Tenerife.

No obstante, parece pertinente, y resulta justo, recoger al menos algunos de los antecedentes más notables de los últimos 50 años, con el fin de ofrecer una mínima perspectiva histórica, reconocer el esfuerzo científico de las diferentes aportaciones y, por qué no decirlo, apreciar mejor el nivel alcanzado en la actualidad.

Fijamos el inicio de este breve repaso en 1951, año en que se publicó la primera edición de «Vegetación y Flora Forestal de las Canarias Occidentales», obra magistral de la célebre pareja de ingenieros forestales «Ceballos y Ortuño». Al margen de la

descripción de las principales formaciones vegetales, realizada en trazos literarios brillantes, la obra recoge esquemas, mapas (E. 1:200.000) y perfiles muy fidedignos de los principales tipos de vegetación potencial de las Canarias occidentales (Tenerife, Gomera, Hierro y La Palma), cimentando las bases de interpretaciones más actuales.

Transcurre un período de más de 20 años sin que aparezcan contribuciones gráficas notables, hasta que SUNDING (1972) publica su estudio sobre la vegetación de Gran Canaria, fiel a la metodología fitosociológica y en el que realiza un notable esfuerzo para representar la vegetación actual y potencial de la Isla, en dos mapas diferentes a E. 1:200.000. La representación gráfica la fundamenta en los sintaxones, optando por diferentes rangos (asociación, alianza, orden o clase) según el grado de complejidad y extensión de las comunidades vegetales recogidas.

Se destaca la particularidad de que los dos valiosos trabajos anteriores se gestan y, en gran medida, se realizan desde fuera de Canarias, aunque no sería justo ignorar el esfuerzo y tiempo que sus autores invierten durante sus largos períodos de estancia en las Islas.

La creación de la Facultad de Biología de la Universidad de La Laguna a finales de la sexta década del pasado siglo, tiene una repercusión inmediata en el estudio de la vegetación del Archipiélago, lo mismo que en otras facetas de la biología. Pronto se estructura en torno al profesor W. Wildpret, figura clave en el desarrollo reciente de la botánica canaria, un equipo humano que afronta con ilusión el estudio del rico y diverso patrimonio vegetal insular, dedicando desde el primer momento especial atención al estudio de la vegetación según el método fitosociológico braun-blauquetista, disciplina en la que se había formado Wildpret durante sus estudios de farmacia en Madrid, bajo la dirección del profesor S. Rivas-Godoy. Además, la feliz coincidencia de haber compartido el magisterio al lado del hoy profesor S. Rivas-Martínez, compañero de promoción, ha sido también determinante en el progreso científico de los estudios sobre vegetación canaria.

Fruto del conjunto de circunstancias afortunadas que se acaban de describir fue la puesta en marcha de la tesis doctoral de A. Santos, una monografía ejemplar sobre la flora y vegetación vascular de la isla de La Palma, iniciada en el Departamento de Botánica de la Universidad de La Laguna y terminada en el Centro Regional de Investigaciones Agrarias. El trabajo, realizado a lo largo de la dé-

cada de los años setenta, repensado y madurado, no fue publicado hasta el año 1983 bajo el título de «Vegetación y flora de La Palma». En él se presentan sendos mapas de la vegetación actual y potencial de la Isla, reproducidos a E. 1:200.000, aunque en el texto se precisa que la información original fue elaborada a E. 1:5.000 y, posteriormente, traspasada a E. 1:50.000. El resultado final fue muy bueno y refleja el avance de una época en la que se consolidó decisivamente el hacer «botánica desde las islas».

Simultáneamente, desde el Centro Regional de Investigaciones Agrarias, A. Santos y M. Fernández culminan el proyecto cartográfico iniciado en La Palma para el resto del Archipiélago, dando a conocer globalmente los resultados, a E. 1:200.000, en el «Atlas Básico de Canarias» (1980). A pesar de las limitaciones de la escala, muy pequeña para un territorio tan complejo como el canario, la publicación supuso un gran avance en el conocimiento conjunto de la vegetación canaria. En general, sus propuestas siguen esencialmente vigentes, aunque con las lógicas diferencias de interpretación derivadas de la evolución conceptual de la ciencia, del mejor conocimiento del territorio y de los avances tecnológicos que permite aplicar metodologías cartográficas de análisis más fino.

Tras un paréntesis dedicado más al estudio de la taxonomía, a lo largo de los años ochenta se incrementan progresivamente los estudios de vegetación en el seno del Departamento de Botánica de la Universidad de La Laguna, iniciándose una serie de tesis doctorales en diferentes ámbitos del Archipiélago: A. García Gallo (La Laguna); C. Suárez (monteverde en Gran Canaria); O. Rodríguez (Aguche-Güímar); F. Ardévol (Icod de los Vinos); V. Lucía (Los Silos); M. Salas (pinures de Gran Canaria); además de varias tesis, libros (PÉREZ DE PAZ, 1990) y otros trabajos de menor envergadura, que propician la familiarización con las técnicas cartográficas al uso. Todos incluyen información cartográfica más o menos detallada relativa a la vegetación potencial o actual de los respectivos territorios estudiados, reflejada en los manuscritos inéditos o publicada casi siempre de forma fragmentada. Excepcional, entre las tesis citadas, ha sido el caso de SUÁREZ (1994) y GARCÍA-GALLO (1997), publicadas como libros de forma íntegra. Por esta época, el Departamento también se responsabilizó de elaborar para la administración (ICONA, Junta de Canarias y Cabildos) una propuesta cartográfica (E. 1:25.000) de espacios de valor natural, según criterios botáni-

cos, como base previa para la futura delimitación de los «Espacios Naturales Protegidos de Canarias». La «Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España. 1:400.000», publicada por el ICONA (RIVAS-MARTÍNEZ & cols., 1987), supone un notable avance cara a homogeneizar criterios fitosociológicos y fitoclimáticos para todo el Archipiélago, además de cartografiar las principales macroseries de su vegetación.

En el transcurso de los años noventa concurren en el seno del Departamento de Biología Vegetal (Botánica) al menos cuatro circunstancias concretas, que se nos antojan determinantes en el proceso y grado de la madurez alcanzada en la cartografía de la vegetación canaria:

1. Se le adjudica por parte de la Dirección General de Medio Ambiente y Conservación de la Naturaleza (Consejería de Política Territorial, Gobierno de Canarias) el estudio cartográfico de los pinares canarios, cuyo resultado fue publicado en una memoria con mapas a escalas variables (1:100.000, 1:50.000 o 1:25.000), según los casos. Bajo el título genérico de «Atlas Cartográfico de los Pinares Canarios» se publicaron cuatro volúmenes: I. La Gomera y El Hierro (DEL-ARCO & al., 1990); II. Tenerife (DEL-ARCO & al., 1992); III. La Palma (PÉREZ DE PAZ & al., 1994); y IV. Gran Canaria y plantaciones de Fuerteventura y Lanzarote (PÉREZ DE PAZ & al., 1994).

2. La Asociación Española de Fitosociología (AEFA) y la Federación Internacional de Phytosociologie (FIP) encomienda al Departamento la organización del «36 Internacional Simposio de la IAVS», celebrado en abril de 1993. Con tal motivo se lleva a cabo el estudio monográfico de la vegetación de la isla de Tenerife (RIVAS-MARTÍNEZ & al., 1993a), como base previa a la Guía de la Excursión vinculada al evento (RIVAS-MARTÍNEZ & al. 1993b). Aunque la repercusión cartográfica directa fue escasa, los trabajos llevados a cabo fueron determinantes para el mejor conocimiento de la vegetación de Tenerife y para interpretaciones teóricas o cartográficas posteriores en toda Canarias. El número 7 del revista «Itinera Geobotánica», se ha convertido en una herramienta de referencia imprescindible, para cualquier trabajo docente o de investigación posterior.

3. El 28 de diciembre de 1993 se firma el «Convenio de cooperación para la puesta en marcha de la fase de inventariación de hábitats del Anexo I de la Directiva 92/43/CEE», entre la Universidad de La Laguna y el Instituto Nacional para la Conservación

de la Naturaleza (ICONA). El proyecto de ámbito nacional (RIVAS-MARTÍNEZ & al., 1993), fue coordinado en Canarias por uno de nosotros (PÉREZ DE PAZ, 1995) e implicó para el Departamento afrontar el reto de cartografiar a E. 1:50.000 los hábitats de la citada Directiva.

4. Simultáneamente con el anterior, la Viceconsejería de Medio ambiente del Gobierno de Canarias encomienda al Departamento la cartografía (E. 1:25.000) de los Espacios Naturales Protegidos de Tenerife y Gran Canaria, mediante un convenio de colaboración coordinado por otro de nosotros (DEL-ARCO, 1995). Estos últimos proyectos suponen una inyección económica importante, que permitió adquirir infraestructura para el laboratorio de cartografía, así como financiar y formar a colaboradores mediante la realización de tesinas y tesis doctorales.

Durante el tramo final de este periodo, que abre las puertas a la época actual, ha sido muy importante la serie de trabajos publicados sobre bioclimatología y vegetación para las islas de El Hierro, La Palma, Gran Canaria y Tenerife (DEL-ARCO & al., 1996, 1999a, 2002, en prensa, respectivamente). En el mismo panorama hay que situar la importante contribución de la tesis doctoral de J.A. Reyes-Betancort sobre la «Flora y Vegetación de la Isla de Lanzarote (Reserva de la Biosfera)», cuyos resultados sólo han sido parcialmente publicados (REYES-BETANCORT & al., 2001); y las notables aportaciones para Fuerteventura de O. Rodríguez y colaboradores (RODRÍGUEZ & al., 2000; RODRÍGUEZ, en prensa). Todos contribuyen a interpretar la vegetación canaria a la luz de los datos bioclimáticos y establecen las directrices teóricas bajo las que se define la cartografía de la vegetación potencial en la actualidad.

Como resultado de la notable producción cartográfica que ya se acumula sobre la vegetación canaria, surge la preocupación por la gran heterogeneidad en la aplicación de colores y símbolos para la identificación de las unidades cartografiadas, circunstancia que motivó a DEL-ARCO & al. (1999b) a hacer una propuesta para unificar criterios en la representación cartográfica de la vegetación potencial. La idea, válida y útil para el proyecto que la inspiró, tropieza con innumerables problemas cuando se intenta hacer extensiva a la vegetación real, debido a las limitaciones que imponen las diferentes escalas, tramas disponibles, ámbito territorial, objetivos perseguidos, eficacia didáctica, contraste estético, etc., muy difíciles de homogeneizar

dentro de la gran diversidad de mapas o planos que demanda el mercado en la actualidad.

## SITUACIÓN ACTUAL

El apartado anterior desvela como la línea de investigación relacionada con cartografía de vegetación, ha ido ganando progresivamente protagonismo en el seno de nuestro Departamento, que se ha convertido en el principal centro de referencia del Archipiélago en la materia. En ello han intervenido de nuevo dos circunstancias que, aunque de desigual envergadura, se han solapado en el tiempo:

1. El inicio, en 1999, de la elaboración del «Atlas de los Hábitats Naturales y Seminaturales de España a E. 1:50.000 y Atlas y Mapas de la Vegetación Potencial de España a E. 1:400.000» / «Área de Inventariación número IV: Islas Canarias-España (coord. Pérez de Paz)», al amparo de un proyecto dirigido y coordinado a escala nacional desde la Universidad de León por los profesores Rivas-Martínez y Penas Merino, en virtud de un convenio suscrito entre dicha Universidad y la empresa TRAGSA, a instancias del Ministerio de Medio Ambiente.

2. La simultaneidad con el anterior, de dos convenios contiguos suscritos entre la Fundación Empresa Universidad de La Laguna y la empresa Cartográfica de Canarias S.A. (GRAFCAN), ambos dirigidos y coordinados por el profesor Del Arco Aguilar, destinados a culminar los mapas de vegetación actual y potencial (E. 1:25.000) para el conjunto del Archipiélago. La financiación, metodología e innovación tecnológica empleada en el desarrollo de estos proyectos, además de actualizar la infraestructura cartográfica del Departamento, ha permitido formar una nueva generación de profesionales en el uso de las modernas herramientas informáticas (cartografía digital y sistemas de información geográfica) aplicadas a la cartografía y análisis de vegetación. De forma sinérgica con otros compromisos o ayudas sectoriales, el proyecto, que se culmina en la actualidad, ha permitido realizar varias tesinas o tesis de licenciatura (GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, 2001; BERMEJO-DOMÍNGUEZ, 2002; CABRERA-LACALZADA, 2003; GARCÍA-ÁVILA, 2003) y gestar nuevas tesis doctorales, ahora en realización.

Aún siendo determinantes, las dos circunstancias anteriores no hubiesen sido suficientes para llevar a buen fin los compromisos adquiridos, de no mediar la armonía y el entendimiento cordial entre las respectivas direcciones y el nutrido equipo de profesores, investigadores y becarios implicados en los proyectos. Estamos tan satisfechos de los resultados científicos obtenidos, como de la coherencia humana del equipo.

El último proyecto cartográfico vinculado al Departamento es el «Inventario de la flora y vegetación del Parque Nacional del Teide», que se realiza en la actualidad bajo la dirección de los profesores W. Wildpret y V.E. Martín Osorio, fruto de un convenio de colaboración tripartito entre el Organismo Autónomo de Parques Nacionales, TRAGSA y la Fundación Empresa Universidad de La Laguna. De ámbito más reducido que los anteriores, esencialmente se trabaja con metodología similar a la que se describe a continuación.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS<sup>1</sup>

A continuación se resume y esquematiza el proceso metodológico seguido en la actualidad por el Departamento en los estudios de cartografía de vegetación. En particular, ha sido el empleado para generar la capa temática de vegetación (E. 1:25.000) en el Archipiélago, de acuerdo con el convenio suscrito con la empresa GRAFCAN S.A. en el proyecto antes aludido.

## GENERALIDADES

La base cartográfica empleada ha sido la suministrada en soporte informático por GRAFCAN a E. 1:5.000. A partir de ella se generan copias en papel a E. 1:25.000 que, conjuntamente con la fotografía aérea, es el soporte habitual en los trabajos previos de campo y laboratorio. En el proyecto, el soporte informático constituye la expresión final de la cartografía, si bien nuestra pretensión científica es, de acuerdo con las bases convenidas, publicar también una impresión en papel, acompañada de la correspondiente memoria descriptiva.

<sup>1</sup> Con la colaboración de M. V. Cabrera-Lacalzada & M. Del Arco Aguilar.

Se ha trabajado tanto con fotografía aérea convencional de fotogramas en blanco y negro, E. 1:18.000, de los años 1984 (Servicio Geográfico del Ejército) y 1994 (GRAFCAN), como con ortofotograma aéreo en color (píxeles de 1 m<sup>2</sup>) del año 1998, también facilitados en soporte digital por GRAFCAN. Un ortofotograma se obtiene a partir de un par de fotografías aéreas consecutivas, después de corregir el proceso habitual de distorsión que afecta a los fotogramas convencionales, utilizando únicamente la zona útil de cada foto. Para trabajar en el campo, los ortofotogramas son editados en papel a E. 1:18.000.

El resultado del uso de ambos tipos de fotogramas es prácticamente el mismo, aunque cada uno de ellos presenta sus propias peculiaridades. El trabajar sin distorsiones es la principal ventaja de los ortofotogramas, además de que en ellos, al ser en color, se identifican mejor por el tono los diferentes tipos de vegetación. Sin embargo, en ocasiones se plantean ciertos problemas con determinados tipos de vegetación, sobre todo los poco contrastados con el suelo, como los tabaibales en verano, o herbazales, que por su escasa altura o carácter efímero son poco reconocibles. Además, si la resolución de la ortofoto es demasiado baja, el tamaño del «pixelado» impide también la correcta visualización de la vegetación. Esto no sucede al trabajar con fotografía aérea convencional, porque la calidad de la foto suele ser mayor, y la escala de grises proporciona mejor textura y gama de contrastes; sin embargo, obliga a tener siempre presente que no se trabaja con medidas reales y a luchar contra el efecto de la distorsión, mayor cuanto más nos alejemos del centro útil

de la foto. Si es posible, siempre resulta enriquecedor consultar ambas fuentes, pero si se dispone de ortofotogramas de alta resolución en color, éstos son sin duda los mejores para obtener una idea fidedigna de la realidad.

Para la caracterización de la vegetación se ha seguido el método fitosociológico braun-balnquetista de la escuela de Zürich-Montpellier, y por tanto las unidades corresponden a sintaxones de dicha clasificación. La unidad base es la asociación, pero a efectos cartográficos pueden utilizarse otras unidades, tanto de rango superior como inferior. La alianza, por ejemplo, se utiliza para caracterizar «formaciones» constituidas por varias asociaciones muy próximas entre sí. Por otro lado, las subasociaciones, e incluso las facies, permiten matizar ampliamente las situaciones particulares de la cubierta vegetal. La vegetación arbustiva y arbórea se ha cartografiado normalmente a rango de asociación o subasociación, y la herbácea a rango de alianza o, más excepcionalmente, orden.

Se utiliza el concepto de «complejo de vegetación» para la caracterización de los complejos de comunidades permanentes, particularmente destacables sobre las coladas volcánicas recientes o subrecientes, especialmente ricas en briófitos y líquenes.

La delimitación de las «unidades cartográficas» se realiza mediante polígonos. La unidad mínima se corresponde con una superficie de 5.625 m<sup>2</sup>, equivalente a un polígono de 3 mm de lado. Cada polígono se delimita por la unidad de vegetación dominante y, en las situaciones de «mosaico» (parcelas o espacios del territorio en que ninguna de las unida-

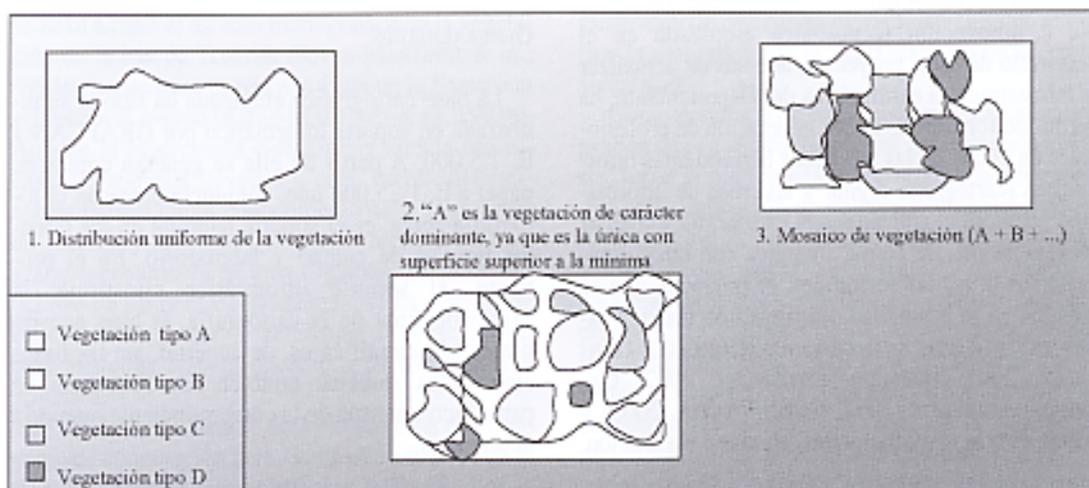


Figura 1.— Caracterización de la vegetación de un polígono sobre el mapa (Cabrera, Licalzada, 2003).

des de vegetación que lo pueblan alcanza la superficie mínima cartografiable), se identifica al polígono mediante el sumatorio de sus unidades más características. Es decir, si un polígono muestra una distribución uniforme de la comunidad dominante (Figura 1.1), ésta lo caracteriza. Si en un territorio existe una mezcla de dos o más tipos de vegetación (Figura 1.2), se da prioridad a la comunidad dominante que muestre parcelas disjuntas de superficie superior a la mínima. Si esto no ocurre porque las comunidades presentes muestran superficies inferiores a la mínima (Figura 1.3), se expresa el polígono como un mosaico de dos ó más unidades, preferiblemente sólo las dos más representativas, con el fin de no hacer proliferar en exceso el número de unidades de la leyenda.

La vegetación real se representa por dígitos identificativos de los polígonos, y mediante colores o tramas que agrupan tipos de vegetación muy próximos. La vegetación potencial se caracteriza mediante color. Para ello se ha elaborado un código alfanumérico identificativo de las comunidades; un catálogo de colores y tramas para la vegetación actual; y un catálogo de colores para la vegetación potencial. Se pretende además incorporar un catálogo de símbolos para la expresión de la fisionomía, de acuerdo con DEL ARCO & al. (1999b), en el que se trabaja actualmente. El resultado es un mapa doble, con la vegetación real y la potencial, ambos superponibles en la versión informática, que a todos los efectos resulta más versátil.

#### LABOR DE CAMPO

A pesar de los grandes avances tecnológicos, las visitas al campo resultan imprescindibles cuando se trabaja en cartografía vegetal. Para aquellos que seguimos pensando que una parte importante de la botánica se desarrolla en el campo, la cuestión no ofrece duda: resulta la mejor forma para observar la vegetación en distintas fases de su ciclo biológico y así poder determinar correctamente sus diferentes unidades tipológicas. Además, cuando el terreno es orográficamente complejo, como ocurre por lo general en Canarias, las visitas son aún más necesarias para desvelar situaciones de sombra en los barrancos, que impiden distinguir desde el laboratorio la vegetación existente.

Análogamente, resulta importante analizar en el campo situaciones de mezcla de vegetación, en las que en un determinado territorio confluyen más de una asociación, lo que sucede con cierta frecuencia

en áreas rurales, más o menos antropizadas. Visitando el campo se aprecian aspectos fenológicos interesantes relacionados con la mayor aparición de las especies durante las épocas de floración (*Aconitum* spp.; *Adenocarpus* spp.; *Argyranthemum* spp.; *Cistus* spp.; *Chamaecytisus* spp.; *Descurainia* spp.; *Echium* spp.; *Ferula linkii*; *Lotus* spp.; *Retana rhodorrhizoides*; *Teline* spp.) o de foliación (*Euphorbia* spp.; *Kleinia neriifolia*; *Periploca laevigata*), cuyo protagonismo resulta imprescindible valorar para caracterizar a las comunidades dominantes.

Aparte del material convencional más usual (mapas, prismáticos, lupa o estereoscopio de bolsillo, vehículo todo-terreno, etc.) la principal herramienta de campo han sido los ortofotogramas (E. 1:18.000), entre otras razones ya comentadas, porque al ser más recientes incorporan los últimos cambios del paisaje, muy notables en áreas urbanas, periurbanas y rurales; además porque como veremos después son más prácticos. Para la delimitación de las distintas unidades de vegetación, se superpone a la ortofoto un acetato, sobre el que se trabaja con un rotulador permanente; este método permite realizar correcciones fácilmente, utilizando una goma especial para este tipo de material.

#### LABOR DE LABORATORIO

Previamente a la salida al campo es muy conveniente repasar en el laboratorio bajo el estereoscopio los fotogramas u ortofotogramas relacionados con el territorio a visitar, para formarse una idea aproximada de la tipología de la vegetación presente y, sobre todo, anotar dudas, determinar zonas de sombra, itinerario más apropiado, etc. Esta labor previa permite ahorrar tiempo y rentabilizar mejor la estancia en el campo.

Tras la visita al campo, conviene de nuevo repasar los fotogramas u ortofotogramas en el laboratorio al objeto de verificar y pulir la información, cerrar polígonos, definir contigüidades entre diferentes fotos, etc., e iniciar el proceso, siempre laborioso, de transferencia de la información anotada en los fotogramas u ortofotogramas para la elaboración del mapa.

Si partimos de fotografía aérea convencional, este paso es el que más tiempo consume, pues la información se traslada manualmente o con ayuda del «Stereo Zoom Transfer Scope». Éste es un instrumento que se utiliza para transferir información gráfica de una fuente temática plana (mapa, fotografía,

transparencia, etc.) a otra receptora distinta. Las fuentes pueden estar a distinta escala, y el aparato permite la deformación de la imagen de la fuente de partida, mediante un complejo sistema de rotación y prismas, para lograr un ajuste más o menos proyectable en su destino. Permite comparar las dos fuentes de información (la fotografía aérea y el mapa) con un margen de error mínimo, especialmente en aquellas zonas en las que el desnivel del terreno es pequeño. En zonas escarpadas ofrece más problemas y es necesario ajustar continuamente la imagen. En cualquier caso es necesario verificar que los polígonos se localizan correctamente según lo que indica la fotografía, con especial atención a las divisorias de crestas y cauces de barrancos, ya que normalmente son determinantes en la distribución de la vegetación, sobre todo para determinadas asociaciones vegetales.

Si por el contrario se parte de ortofotograma, el proceso de transferencia de información es mucho más sencillo, y constituye una de las mayores ventajas en cuanto a ahorro de tiempo respecto al método anterior, pues se trata de trasladar los polígonos delimitados sobre la ortofoto a un poliéster «georeferenciado» (en el que se marcan unos puntos de coordenadas). Una vez que toda la información procedente del trabajo de campo ha sido procesada, se obtiene en una primera fase la cartografía de la vegetación en soporte papel (poliéster).

El siguiente paso consiste en digitalizar el mapa de poliéster georeferenciado, para poder incorporarlo a un Sistema de Información Geográfica (SIG) mediante la utilización de un programa informático adecuado, en nuestro caso el «Arc-View 3.2». El proceso de digitalización se realiza mediante la «vectorización» del poliéster para lo que se pueden utilizar distintos programas informáticos; nosotros hemos obtenido buenos resultados con el «Map-Scan», que proyecta el mapa en latitud-longitud. Una vez se ha hecho esto, se corrigen en Arc View, con el respaldo de la imagen de las ortofotos, los desplazamientos que se hayan podido arrastrar desde los pasos iniciales del proceso, trabajando sobre un archivo de líneas que, posteriormente, se «poligonizará» utilizando dos extensiones del Arc View, «Clean PolyLines» y «Build Polygons». Se empieza entonces a trabajar en la «base de datos», registrando la vegetación actual de cada uno de los polígonos identificada mediante un código alfanumérico, proceso tedioso y bastante laborioso por el tiempo que exige.

Concluido el mapa de vegetación real o actual, el siguiente objetivo fue elaborar el mapa de vegetación potencial, para lo cual, además de los datos referentes a flora y vegetación, se han empleado diferentes mapas temáticos (principalmente bioclimatología, geología y edafología). Análogamente al caso anterior, se asigna en la base de datos un valor de potencialidad para cada polígono, que se traducirá en un color en el mapa definitivo. En cuanto a la representación fisionómica, como ya se adelantó, se trabaja actualmente con los símbolos y la optimización de las tramas disponibles, que también deben ser reflejadas en la base de datos para cada polígono. Como resultado de todo el proceso se obtiene un mapa con la triple aproximación (real, potencial y fisionómica) a la que nos habíamos referido al principio.

En el esquema de la Figura 2 se esquematiza todo el proceso de confección de un mapa, desde la etapa inicial en el laboratorio, previa al campo, hasta el procesado final de toda la información con el soporte informático propio de un SIG. Se diferencian las dos posibilidades, dependiendo de si se trabaja con fotogramas aéreos convencionales o con ortofotogramas. Cada opción se ha representado con un color diferente, verde cuando se trabaja con fotografía aérea convencional, y anaranjado cuando se hace con ortofoto. Los pasos comunes a ambos procedimientos aparecen sombreados en amarillo, y los que implican un período de tiempo de trabajo más largo, en comparación con el resto, se representan por un trazo interrumpido de las flechas que los vinculan.

Después de haber puesto en práctica ambos métodos de trabajo, se ha comprobado que si bien la opción en la que se parte de ortofotograma pudiera parecer a primera vista más complicada, ello no es verdad. Eso sí, implica un buen conocimiento de las herramientas informáticas que se usan, para lo cual se necesita una preparación técnica considerable, pues los programas asociados a los SIG, son complejos. Al margen de esa dificultad, este proceso acorta de manera notable el tiempo necesario hasta que se obtiene el mapa previo de polígonos, ya que éstos se transfieren directamente de la ortofoto al poliéster georeferenciado, y a continuación se digitalizan, vía mucho más rápida y fiable que el método manual tradicional. Además se disminuye el riesgo de arrastrar o generar errores al trazar los polígonos. Debido a las múltiples ventajas que ofrece, es el método más asiduamente empleado en nuestro Departamento para cartografía de vegetación.

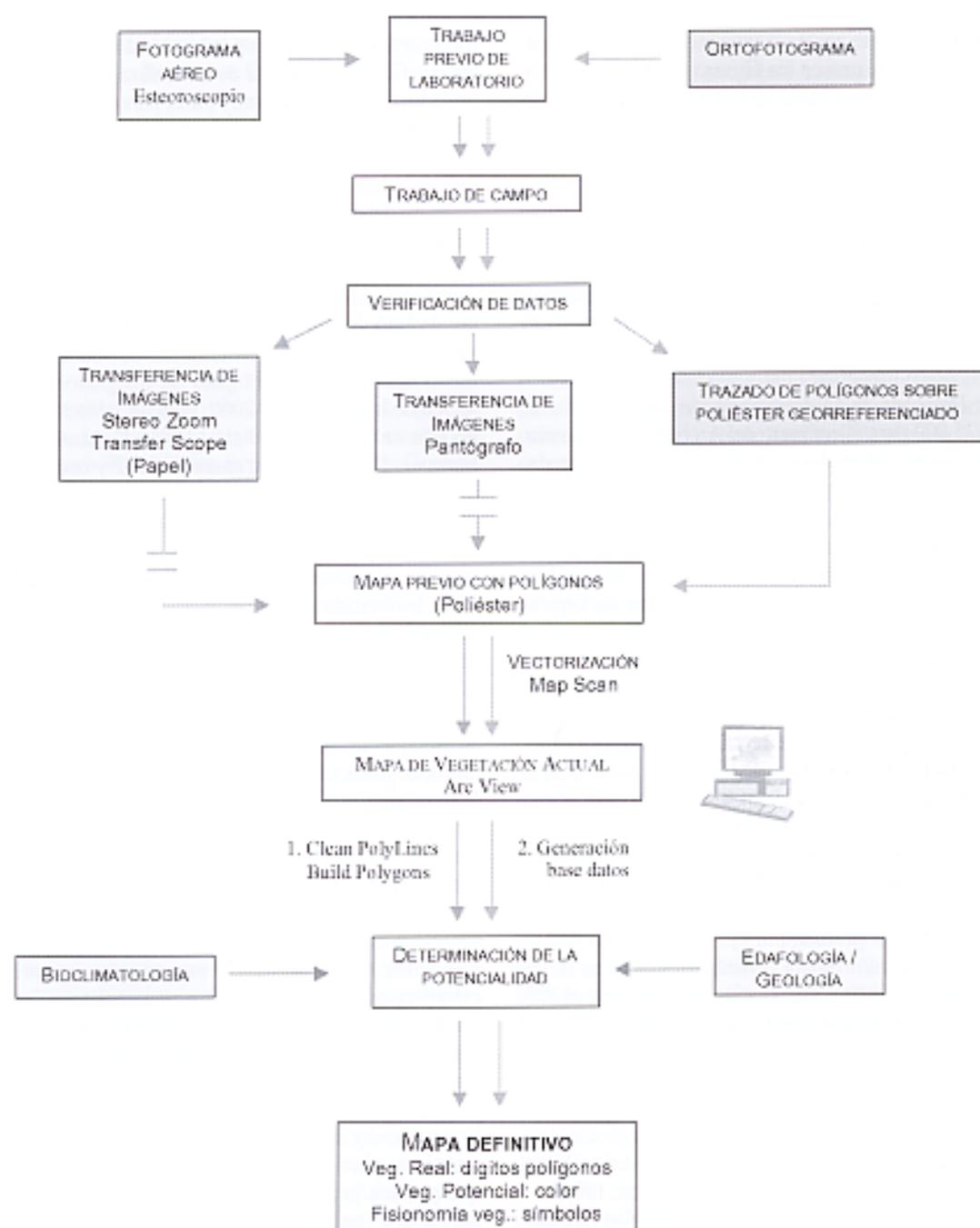


Figura 2.— Proceso para elaborar un mapa de vegetación con triple aproximación cartográfica (Cabrerá-Lacalzada, 2003).

## RESULTADOS Y APLICACIONES

Los resultados derivados del proceso actual de cartografiado de la vegetación canaria son muy sa-

tisfactorios. En el campo de la investigación básica, ha supuesto un acicate para su mejor conocimiento teórico. Buena parte de esos resultados científicos ya han sido motivo de más de 30 comunicaciones

orales o en panel a diversos congresos o reuniones científicas, nacionales o internacionales, con especial protagonismo en las últimas «Jornadas de Fitosociología» organizadas por la Asociación Española de Fitosociología (AEFA) en: Bilbao, 1994; Palma de Mallorca, 1995; Almería, 1997; Jaén (1999); León (2001); La Laguna (2003).

Por otro lado, el uso de la cartografía vegetal como herramienta práctica aplicada a la ordenación y gestión del territorio se ha generalizado, tanto en materia de conservación de la naturaleza (categorización o zonificación del territorio), como en planificación ambiental en todo lo referido a usos y clasificación urbanística del suelo.

Disponer de la cartografía de vegetación a E. 1:25.000 para el conjunto del Archipiélago Canario, en soporte informático, supone un avance impredecible hace apenas unos años. No solamente por lo que representa en cuanto a mejor conocimiento de la vegetación en sí, sino por la posibilidad que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica (S.I.G.) de vincular la «capa temática» de vegetación y combinarla con otras variables ambientales; realizar comparaciones entre escalas y perspectivas; diferenciar entre cambios cualitativos o cuantitativos; y, en definitiva, aportar una gran capacidad de cálculo y gestión simultánea de gran volumen de información gráfica o tabulada.

El sistema no sólo almacena información acerca de la localización de los elementos en el espacio, lo que conocemos como georreferenciación, sino también acerca de las relaciones entre unos elementos y otros, es decir, la topología. Gracias a la referencia geográfica es posible, por ejemplo, calcular la distancia entre dos puntos o medir la superficie de un polígono; mientras que gracias a la topología el SIG puede comportarse como un sistema inteligente: conoce, por ejemplo, cuáles son los polígonos colindantes a un polígono dado, o si dos tramos de carretera están conectados entre sí. Las relaciones topológicas permanecen invariables bajo transformaciones afines, como un cambio de escala o la rotación de un mapa (GUTIÉRREZ & GOULD, 1994).

El análisis espacial ofrece la posibilidad de realizar cálculos entre variables, y obtener así nuevos datos. La superposición de diferentes capas temáticas es una de sus herramientas básicas, que permite solapar capas de información para así obtener otras nuevas con datos derivados del cálculo entre las anteriores. Los Modelos Digitales de Elevaciones (MDE.), además de espectaculares, constituyen otra herramienta óptima para reconocer la superficie del

terreno y analizar sus principales accidentes geomorfológicos. Brindan la posibilidad de obtener vistas, perfiles o cortes, así como realizar análisis simulados de visibilidad, muy útiles para el desarrollo de proyectos (reforestaciones, prevención de incendios, erosión de suelos, ajardinamientos, etc.) y estudios de impacto ambiental (DOMINGUEZ, 2000).

Fruto del proyecto de «Inventariación de hábitats del Anexo I de la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo», la Comisión Europea aprobó, el 28 de diciembre de 2001, la declaración de los 174 «Lugares de Importancia Comunitaria» (LICs), propuestos por la Comunidad Autónoma de Canarias a través del estado español, para ser integrados en el marco de la Red Natura 2000. Esta decisión fue publicada en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas L 5/16, de 9 de enero de 2002 y convierte a Canarias en la punta de lanza del desarrollo de la «Directiva de Hábitats» en España. Los efectos positivos de tal declaración ya han frenado o condicionado iniciativas que afectan a la integridad de los LICs, convertidos en un elemento clave dentro de la «Estrategia Canaria de Biodiversidad», desarrollada al amparo del «Convenio de Biodiversidad» aprobado en la Cumbre de la Tierra, celebrada en 1992 en Río de Janeiro.

Aunque el principal objetivo de GRAFCAN, empresa promotora del proyecto «Cartografía de la Vegetación Canaria a E. 1:25.000», ha sido el generar la capa temática de la vegetación y ofrecerla al mercado en soporte informático, nuestro empeño científico es conseguir, de acuerdo con el convenio suscrito, la publicación de los mapas en soporte papel. Si culmina nuestro propósito de editar los mapas acompañados de la correspondiente memoria científica con la clasificación y nomenclatura fitosociológica de las comunidades vegetales, no dudamos en calificarlo de logro científico histórico, que marcará el futuro de la cartografía vegetal en las Islas Canarias. No obstante hemos de reconocer que la versión digital, que ya se ha usado como herramienta de planificación, es mucho más versátil, ya que permite jugar con las posibilidades dinámicas del sistema (mutando escalas, colores, tramas, etc.), o intercambiando información con otras capas temáticas, como ya se explicó.

Dentro del ámbito de la gestión y conservación de la naturaleza, la información aportada por la cartografía de la vegetación se ha convertido en herramienta fundamental, para valorar las características ambientales del territorio estudiado. La práctica es habitual e imprescindible cuando se trata de zonifi-

car los Espacios Naturales Protegidos de acuerdo con sus respectivos Planes Rectores de Uso y Gestión (PRUG), Normas o Directrices de Conservación.

En el campo de la planificación y gestión del territorio, fuera del ámbito de los Espacios Naturales Protegidos, el «Decreto 35/1995, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Contenido Ambiental de los Instrumentos de Planeamiento» en la Comunidad Autónoma de Canarias, obliga en su Art.º 10 a precisar las características de la vegetación, señalando la formación vegetal dominante, con especial referencia a los hábitats o especies incluidas en alguna categoría de protección», así como aportar mapas o planos con definición gráfica precisa. La normativa legal repercute por tanto en los Planes Territoriales Especiales, Planes Generales de Ordenación, Planes Parciales, etc., tanto dentro del planeamiento general como de desarrollo, tal como prevé la «Ley 9/1999, de 13 de mayo, de Ordenación del Territorio de Canarias», derogada y sustituida por el «Decreto Legislativo 1/2000, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias». Análogamente sensible con los recursos naturales y, en particular con la vegetación, es la «Ley canaria 11/1990, de 13 de julio, de Prevención del Impacto Ecológico» una de las primeras muestras de legislación autonómica en dicha materia.

En relación con la mayoría de estos aspectos aplicados, muchos jóvenes licenciados han encontrado trabajo o ha sido su única posibilidad de subsistencia para seguir contribuyendo a la investigación. Además, gracias a esos proyectos prácticos, son numerosos los sectores territoriales (territorios más o menos reducidos, si son planes parciales, planes especiales o proyectos locales; términos municipales, en el caso de planes generales de ordenación; o islas completas, si los planes territoriales son insulares), para los que se dispone de un mejor conocimiento de su flora y vegetación, con novedades taxonómicas o sintaxonómicas sustanciales para la ciencia. Gracias a ellos se han financiado o cofinanciado estudios que son motivo de tesis doctorales en la universidad; y la mayoría de las veces, se dirimen en sectores profesionales más abiertos y competitivos que el casi siempre cerrado, cicatero y, en cualquier caso igualmente sesgado, mundo de la ciencia, a pesar de que las comisiones de evaluación académica oficial no lo quieran reconocer así.

## EPÍLOGO

Los resultados y progresos conseguidos en la línea de investigación sobre «cartografía de vegetación canaria» nos hacen sentirnos sinceramente satisfechos. Tanto por el progreso científico logrado, como por haber contribuido a formar un equipo humano competente para el ejercicio práctico de su profesión. Lástima que la situación de colapso que sufre la universidad en el presente, impida la estabilización profesional, de al menos algunos, de los jóvenes formados. Para el profesorado siempre queda la satisfacción de la labor docente e investigadora realizada, pero también cierta frustración personal por la situación descrita, únicamente aliviada cuando el mercado extrauniversitario les brinda una oportunidad, gracias precisamente a su formación botánica, fitocartográfica e infográfica.

Otro perjuicio manifiesto para mantener y progresar sobre el nivel conseguido, consiste en la incompreensión de nuestra labor por la «ciencia oficial», que no valora, cuando no castiga deliberadamente, el esfuerzo científico y profesional que supone investigar y conocer la flora y vegetación de un determinado territorio a escala local o regional, aprovechando las posibilidades que nos brinda la sociedad. Desde el convencimiento firme que el botánico clásico tiene su principal fortaleza profesional en su capacidad de reconocimiento de los taxones vegetales y de las comunidades o sintaxones en los que se integran, la medida no puede considerarse lógica ni acertada. Tal actitud ya está haciendo mucho daño a la Botánica, y la factura será aún peor cuando quedemos reducidos a botánicos que no sabemos «flora ni vegetación», pero sí «ecología y genética». Triste reflexión para un biólogo que valora por igual todos y cada uno de los campos de su apasionante profesión y que siempre ha visto como perversa la distinción entre biólogos «de bata y de bata». Así lo he predicado a lo largo de más de tres décadas en las aulas de la Universidad y, durante una década, en el seno de la Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Biólogos.

No sin cierto escepticismo y sentido del humor, concluyo refugiándome en el rico refranero español que, como es bien conocido, tiene adagios para todos los gustos. Desde el resignado «A mal tiempo, buena cara»; pasando por el posibilista «No hay mal que por bien no venga»; hasta el más concluyente «No hay mal que 100 años dure». Precisamente este último me permite hacer un razonamiento silogístico del que estoy plenamente convencido: Si «Los Rivas» han ocupado un papel preponderante en el

campo de la investigación y de la docencia universitaria, durante un periodo que ya rebasa los 100 años, es porque han sido y son muy buenos; y, desde

luego, sus currícula vitae superan con éxito las premisas que exige en la actualidad el rasero académico de la «excelencia».

## BIBLIOGRAFÍA

- Bermejo-Domínguez, J. A. —2002— Utilización de los Sistemas de Información Geográfica en el Análisis de la Vegetación y el Medio Físico. Municipio de Villa de Mazo (La Palma) — Mem. Lic. (inéd.). Dpto. Biología Vegetal (Botánica). Univ. La Laguna.
- Cabrera-Lacalzada, M. V. —2003— Cartografía de Vegetación Canaria (Hoja 25TF11 / E. 1:25.000) — Mem. Lic. (inéd.). Dpto. Biología Vegetal (Botánica). Univ. La Laguna.
- Ceballos, L. & F. Ortaño —1951— Estudio sobre la vegetación y flora forestal de las Canarias occidentales — Madrid.
- Del-Arco, M., Pérez de Paz, P. L., Wildpret, W., Lucía, V. & Salas, M. —1990— Atlas cartográfico de los pinares canarios. I. La Gomera y El Hierro — Santa Cruz de Tenerife.
- Del-Arco, M., Pérez de Paz, P. L., Rodríguez, O., Salas, M. & Wildpret W. —1992— Atlas cartográfico de los pinares canarios. II — Tenerife. Santa Cruz de Tenerife.
- Del-Arco, M. (Coord.) —1995— Cartografía de la Vegetación de los Espacios Naturales de Canarias: Tenerife y Gran Canaria — Viceconsejería de Medio Ambiente. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente. Gobierno de Canarias. (inédito).
- Del-Arco, M., Acebes, J. R. & Pérez de Paz, P. L. —1996— Bioclimatology and climatophilous vegetation of the Island of Hierro — *Phytocoenologia* 26:445-479.
- Del-Arco, M., Acebes, J. R., Pérez de Paz, P. L. & Marrero, M. C. —1999a— Bioclimatology and climatophilous vegetation of Hierro (part 2) and La Palma (Canary Islands) — *Phytocoenologia* 29:253-290.
- Del-Arco, M., Rodríguez, O., Díaz, M. A., Pérez de Paz, P. L., Sevilla, J. A. & Reyes-Betancort, J. A. —1999b— Vegetación canaria. Propuesta para unificar criterios cartográficos — *Vieraea* 27:121-131.
- Del-Arco, M., Salas, M., Acebes, J. R., Marrero, M. C., Reyes-Betancort, J. A. & Pérez de Paz, P. L. —2002— Bioclimatology and climatophilous vegetation of Gran Canaria (Canary Islands) — *Ann. Bot. Fennici* 39:15-41.
- Del-Arco, M., Pérez de Paz, P. L., Acebes, J. R., Reyes-Betancort, J. A., Bermejo, J. A. & Armas, S. —2003— Bioclimatology and climatophilous vegetation of Tenerife (Canary Islands). (Mss.).
- Domínguez, J. —2000— Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) — CIE-MAT, Madrid.
- García-Ávila, S. —2003— Cartografía de la Vegetación Canaria (Hoja 25TF10 / E. 1:25.000) — Mem. Lic. (inéd.). Dpto. Biología Vegetal (Botánica). Univ. La Laguna. Tenerife.
- García-Gallo, A. —1997— Flora y vegetación del municipio de La Laguna. Área central y meridional — San Cristóbal de La Laguna.
- González-González, R. —2001— Contribución al estudio de la flora peritidológica de la Reserva de El Pizaral (Tenerife) — Mem. Lic. (inéd.). Dpto. Biología Vegetal (Botánica). Univ. La Laguna. Tenerife.
- Gutiérrez, J. & Gould, M. —1994— SIG: Sistemas de Información Geográfica — Ed. Síntesis, Madrid.
- Martín-Esquivel, J. L. (Coord.) —2001— Red Europea de Espacios: Natura 2000 — Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente. Gobierno de Canarias.
- Pérez de Paz, P. L. (Ed.) —1990— Parque Nacional de Garajonay. Patrimonio Mundial — ICONA, Madrid.
- Pérez de Paz, P. L., Del-Arco, M., Rodríguez, O., Acebes, J. R., Marrero, M. V. & Wildpret, W. —1994— Atlas cartográfico de los pinares canarios. III. La Palma — Santa Cruz de Tenerife.
- Pérez de Paz, P. L., Salas, M., Rodríguez, O., Acebes, J. R., Del-Arco, M. & Wildpret, W. —1994— Atlas cartográfico de los pinares canarios. IV. Gran Canaria y plantaciones de Fuerteventura y Lanzarote — Santa Cruz de Tenerife.
- Pérez de Paz, P. L. (Coord.) —1995— Tipos de Hábitats de la Directiva 92/43/CEE en el Área de Inventariación número 8 (Islas Canarias-España). Memoria 117 pp. + Mapas (inédito).
- Reyes-Betancort, J. A., Wildpret, W. & León, M. C. —2001— The vegetation of Lanzarote (Canary Islands) — *Phytocoenologia* 31(2): 185-247.
- Rivas-Martínez, S. —1987— Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España — ICONA, Madrid.
- Rivas-Martínez, S., Wildpret, W., Del-Arco, M., Rodríguez, O., Pérez de Paz, P. L., García Gallo, A., Acebes, J. R., Díaz, T. E. & Fernández González, F. —1993a— Las comunidades vegetales de la Isla de Tenerife (Islas Canarias) — *Insula Geobot.* 7: 166-374.
- Rivas-Martínez, S., Wildpret, W., Díaz, T. E., Pérez de Paz, P. L., Del-Arco, M. & Rodríguez, O. —1993b— Excursion guide. Outline vegetation of Tenerife Island (Canary Islands) — *Insula Geobot.* 7: 5-167.
- Rivas-Martínez, S., Asensi, A., Costa, M., Fernández-González, F., Llorens, L., Masalles, R., Molero Mesa, J., Penas, A. & Pérez de Paz, P. L. —1993c— El Proyecto de cartografía e inventariación de los tipos de hábitats de la Directiva 92/43/CEE en España — *Colloq. Phytosoc.* 22: 611-661.
- Rodríguez Delgado, O., García-Gallo, A. & Reyes-Betancort, J. A. —2000— Estudio fitosociológico de la vegetación actual de Fuerteventura (Islas Canarias) — *Vieraea* 28: 61-98.
- Rodríguez Delgado, O. (Ed.) —en prensa— Patrimonio Natural de Fuerteventura (Islas Canarias) — Cabildo Insular de Fuerteventura.
- Santos, A. —1983— Vegetación y flora de La Palma — Editorial Interinsular Canaria, S.A. Santa Cruz de Tenerife.
- Santos, A. & Fernández, M. —1980— Vegetación: pp. 38-47 in Atlas Básico de Canarias — Editorial Interinsular Canaria, S.A. Santa Cruz de Tenerife.
- Suárez Rodríguez, C. —1994— Estudio de los relictos actuales del monte verde en Gran Canaria — Las Palmas de Gran Canaria.
- Sunding, P. —1972— The vegetation of Gran Canaria — *Skr. Noeskevidensk. Akad. Oslo I. Matem. Naturv. Kl. n.s.* 29: 1-186.