

Ecología y genes

P. Jordano ¹

(1) Integrative Ecology Group, Estación Biológica de Doñana, CSIC. Isla de la Cartuja, Avda. Américo Vesputio s/n, E-41092 Sevilla, España.

➤ Recibido el 2 de febrero de 2009, aceptado el 2 de febrero de 2009.

Jordano, P. Ecología y genes. (2009). *Ecosistemas* 18(1):1-2.

En este monográfico de ECOSISTEMAS ofrecemos una revisión de una de las áreas de ecología de mayor florecimiento reciente. La *Ecología Molecular* ha tenido efectivamente un desarrollo espectacular en las tres últimas décadas, paralelo a dos tendencias muy claras dentro de las líneas habituales de trabajo en la ciencia ecológica: mayor diversificación de temas de estudio y mayor conexión entre diferentes disciplinas. Al igual que en la década de los sesenta del s. XX con los avances en estadística multivariante y en los setenta con los modelos microeconómicos, la ecología se nutre de nuevo de avances en otros campos para establecer un fértil ámbito de estudio: la ecología molecular. El salto ha sido paralelo a la importancia creciente que en años recientes ha tenido en ecología la consideración de múltiples escalas de estudio: desde el individuo a la comunidad, con las escalas espaciales paralelas que les corresponden. La ecología molecular es el campo de la biología evolutiva que aplica las técnicas y aproximaciones de la genética molecular de poblaciones, filogenética molecular, y- más recientemente- genómica, para resolver problemas ecológicos. Entre estos destacan la diagnosis de especies, conservación y caracterización de la biodiversidad, relaciones diversidad-área, y numerosas cuestiones en ecología de comportamiento.

A comienzos del s. XX, E.B. Ford marcó el inicio de las aplicaciones de la genética al campo de la ecología con su tratado "*Ecological Genetics*" (Ford 1964), una obra magna que, simplemente, trasladaba las aproximaciones genéticas a la naturaleza: el estudio de la genética en el campo. Personaje clave en el desarrollo de la *New Synthesis* que en aquella época revivió los estudios evolucionistas, Ford fue junto con otro genético "de campo", Th. Dobzhansky, el padre de la genética ecológica, adelantándose bastante a los grandes avances tecnológicos que la Ecología Molecular tendría a finales del s. XX. En palabras de E.B. Ford, hace más de cinco décadas:

"The term "ecological genetics," which describes the technique of combined field and laboratory work outlined here, has recently come into general use... Consequently, ecological genetics deals with adjustments and adaptatations of wild populations to their environment. It is thus, ... essentially evolutionary in outlook. Indeed it supplies the means, and the only direct means, of investigating the actual process of evolution taking place at the present time."

Esta definición de genética ecológica de E.B. Ford encapsula los ingredientes básicos de la ecología molecular hoy día: el estudio de la evolución "en tiempo real" en poblaciones naturales. Los temas que la ecología molecular ha "traído" a la ecología son muchos, aunque realmente más que nuevas aproximaciones, las técnicas moleculares han permitido contestar a viejas preguntas con nuevos métodos, o plantear nuevas preguntas a viejas cuestiones. Los siete artículos que incluimos en este número de Ecosistemas incluyen una muestra de estas nuevas aproximaciones, escrita por destacados especialistas españoles. Ello nos sirve para apreciar, por un lado, el notable avance de numerosos grupos españoles en el área de la ecología molecular; por otra parte, resume bien las nuevas fronteras del conocimiento en este ámbito.

Basta con hojear este número para darse cuenta de cómo se han difuminado las clásicas divisiones de los estudios de genética de poblaciones a la luz de estas nuevas perspectivas: ya no tenemos las divisiones típicas de variación, selección, mutación, deriva, flujo génico, etc., sino que se abordan diferentes componentes dentro de una misma aproximación. Es más, la conexión efectiva de los genes y los ecosistemas permite abordar cuestiones evolutivas a diferentes escalas de organización (poblaciones, especies, comunidades) y rango geográfico (hábitats, localidades, regiones, continentes, subregiones biogeográficas). Los desarrollos de escrutinio de ADN en relación con problemas ecológicos han sido recientes, y han visto su mayor crecimiento desde mediados de los años 90 del s. XX. El crecimiento espectacular del uso de marcadores moleculares en ecología ha ido emparejado con los avances técnicos que han ido aconteciendo en el campo de la genética molecular, fundamentalmente en dos ámbitos: desarrollo de nuevos tipos de marcadores y desarrollo de métodos analíticos (estadísticos) para el escrutinio de la variabilidad genética. Esta dependencia metodológica ha ido pareja a una dificultad: en tanto que la batería de métodos moleculares ha sido rápidamente aplicada a desvelar *patrones* de variación y estructura genética en las poblaciones naturales, ha habido más dificultad en desarrollar aplicaciones al estudio de los *procesos* que generan esta variabilidad. Por ejemplo, un tema clásico abordado por la genética de poblaciones ha sido sin duda el estudio de la selección natural. Pero la mayor parte de las aplicaciones de métodos moleculares en ecología que podemos encontrar usan marcadores neutrales en enfoques básicamente descriptivos, y aun hay pocos esfuerzos para aplicar en poblaciones naturales las técnicas de genómica y proteómica que pueden desvelar los procesos de selección natural en acción. Esto es, el estudio de la variabilidad de genes codificantes para caracteres fenotípicos clave en ecología y fisiología. Los desarrollos recientes de técnicas de mapeo de variabilidad genética para caracteres cuantitativos ofrecen la oportunidad de estudiar los efectos de la selección en condiciones de campo. Estos desarrollos han ido parejos a una cada vez mayor precisión en la detección e identificación de la variabilidad genética, que ha avanzado desde los alozimas en los años 70 del s. XX, a los marcadores hipervariables en los 80-90 (AFLPs, microsátélites) y a los “mega-variables” (SNPs) en la última década. Y estos son avances que sin duda definen la próxima frontera para las aplicaciones de técnicas basadas en ADN a problemas ecológicos.

La integración continuada de las técnicas basadas en ADN con experimentos ecológicos en el campo va a proveer gran cantidad de información y nuevas perspectivas de análisis para numerosas cuestiones ecológicas. Las grandes líneas de avance han sido definidas en años recientes por ejemplo en las aplicaciones de marcadores moleculares al estudio de la evolución en amplias escalas temporales (filogenia), que ha dado como resultado aplicaciones directas al estudio de la composición de las comunidades, y de la estructura geográfica de los conjuntos de poblaciones que definen cada especie (filogeografía). La mayor precisión y resolución de los marcadores moleculares para la identificación individual ha permitido avances espectaculares en estudios de ecología del comportamiento, al permitir relacionar variaciones en el grado de parentesco con variaciones de *fitness*, condición corporal, emparejamiento, comportamiento de reproducción, etc. Esta mayor resolución de la variación infra-específica e intra-poblacional ha permitido comprender mejor los patrones de flujo génico en ambientes naturales, y establecer patrones de flujo génico en tiempo real asociados a variaciones del paisaje: es decir, entender cómo se mueven los genes a partir de estudios de campo de cómo se mueven los individuos en paisajes complejos. Esta mayor definición de las técnicas de escrutinio genético infra-específico está siendo clave en estudios recientes de las relaciones de parásitos y hospedadores, y en la comprensión de la evolución de los patógenos, por no mencionar las aportaciones clave a la caracterización de la biodiversidad. Desde esta perspectiva, los estudios de genética ecológica han tenido un papel central en desarrollos recientes de ecología de la conservación para la caracterización robusta de unidades de conservación, diagnosis de cuellos de botella demográficos y de viabilidad de poblaciones.

Los artículos recogidos en este número revisan estos aspectos y algunos más, que constituyen temas candentes de investigación en ecología. Nuestra pretensión es presentarlos al amplio conjunto de lectores de ECOSISTEMAS, a modo de puesta al día e información básica sobre un tema que aunque de alta complejidad técnica, sin duda está marcando una serie de avances conceptuales en ecología que definen algunos elementos clave de esta ciencia en este nuevo milenio.

Referencias

Ford, E.B. 1964. *Ecological genetics* (4ª ed.). 1975. Chapman and Hall, Londres, Gran Bretaña.