



... ninguna forma de vida orgánica se puede autofecundar perpetuamente a lo largo de las generaciones, sino que cruces ocasionales con otros individuos - aunque tengan lugar cada mucho tiempo - son indispensables...

DARWIN: UN PIONERO...

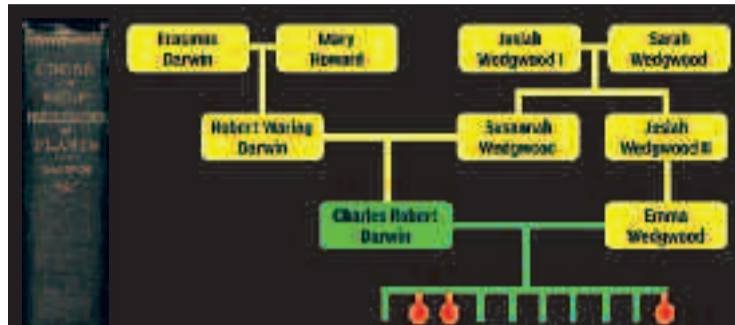
...en el estudio de la endogamia

JOAQUÍN ORTEGO



Investigador post-doctoral del MNCN-CSIC. Departamento de Ecología Evolutiva. **LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Ecología molecular. En particular, su investigación se centra en el estudio de los factores que determinan la diversidad y diferenciación genética en poblaciones naturales y en la importancia de la variabilidad genética individual en diferentes componentes de la eficacia biológica. Como modelos de estudio utiliza aves, insectos y, más recientemente, poblaciones altamente fragmentadas de plantas.

PARA SABER MÁS: <http://darwinonline.org.uk/darwin.html>
Darwin, C.R. (1862) On the various contrivances by which British and foreign orchids are fertilised by insects. London, UK: John Murray.
Darwin, C.R. (1876) The effects of cross and self-fertilization in the vegetable kingdom. London, UK: John Murray.
Pannell, J.R. (2009) On the problems of a closed marriage: celebrating Darwin 200. *Biology Letters* 5, 332-335.



“Los problemas” del matrimonio endogámico de Darwin

Charles R. Darwin contrajo matrimonio con su prima-hermana Emma Wedgwood. Como resultado de este matrimonio nacieron 10 hijos, tres de los cuales murieron durante la infancia (señalados con un círculo rojo en el árbol genealógico). Esto marcó mucho la vida de Darwin, que siempre sospechó que la escasa salud de sus hijos podía haber sido consecuencia de su matrimonio endogámico. Se cree que esto pudo ser una de las grandes motivaciones que llevaron a Darwin a estudiar los efectos de la endogamia. Como resultado de sus experimentos e investigaciones sobre este tema publicó el libro “The Effects of Cross- and Self-Fertilisation in the Vegetable Kingdom” en el año 1876.

Darwin no sólo elaboró la teoría de la evolución de las especies, sino que también fue pionero en el estudio de muchos otros campos de la biología. En particular, uno de los fenómenos que más atrajo la atención de Darwin fue la endogamia y sus efectos en la eficacia biológica de los organismos. Ya en el *Origen de las especies* apuntaba que “... ninguna forma de vida orgánica se puede autofecundar perpetuamente a lo largo de las generaciones, sino que cruces ocasionales con otros individuos - aunque tengan lugar cada mucho tiempo - son indispensables...”. En el *Origen de las especies* también indicaba que “...tanto en plantas como en animales, cruces entre variedades diferentes, o entre individuos de la misma variedad pero de líneas distintas, confieren mayor vigor y fertilidad a los descendientes...”. Posiblemente, estas reflexiones iniciales fueron las que llevaron a Darwin a profundizar más en el estudio de la endogamia.

Los experimentos de Darwin

Darwin pensaba que algunas especies de plantas habían desarrollado adaptaciones para evitar la autofecundación y, por tanto, la endogamia. Para estudiar los efectos de la endogamia Darwin llevó a cabo cuidadosos experimentos de polinización en numerosas especies de plantas. Realizando autofecundaciones y polinizaciones cruzadas generó descendientes endogámicos y no endogámicos y observó que la eficacia biológica de la prole procedente de las autofecundaciones era menor para la mayoría de las especies que estudió. De este modo, Darwin aportó la primera evidencia experimental contundente sobre los efectos negativos de la endogamia y confirmó lo que ya estaba extendido en la creencia popular de muchos criadores de

animales y plantas de la época. Darwin estableció además que los efectos negativos de la endogamia eran particularmente severos bajo condiciones ambientales adversas, algo que ha sido ampliamente estudiado en tiempos muy recientes. Durante sus numerosos experimentos Darwin también observó que cruces endogámicos durante muchas generaciones, no sólo no

disminuyen la eficacia biológica de los individuos sino que incluso pueden llegar a aumentarla. Esto le resultó muy sorprendente y denominó a la línea endogámica en la que había observado este fenómeno *The Hero* (El héroe). En realidad esto supuso probablemente la primera evidencia empírica de lo que ahora conocemos como “purga genética”, que consiste en la elimi-

nación de alelos deletéreos recesivos de la población tras sucesivos cruces endogámicos que “exponen” dichos alelos a la selección natural de modo recurrente. Los resultados y conclusiones de todos estos experimentos quedaron plasmados en su libro *The effects of cross and self-fertilization in the vegetable kingdom* que fue publicado en el año 1876. Sin duda alguna, este libro fue el punto de partida para el estudio de la endogamia y sus consecuencias en el futuro.

Endogamia y conservación

Los conocimientos adquiridos desde los primeros estudios de Darwin acerca de los efectos de la endogamia no sólo son interesantes desde un punto de vista teórico o puramente científico sino que también tienen una gran importancia práctica enfocada a la conservación. Por ejemplo, hay evidencias claras de que bajos niveles de variabilidad genética en poblaciones pequeñas pueden reducir su fecundidad e incrementar notablemente su susceptibilidad a parásitos y enfermedades que de modo último pueden ocasionar su extinción. Por esta razón los investigadores han empezado a valorar la

importancia de conservar altos niveles de variabilidad genética en las poblaciones naturales que permitan salvaguardar su capacidad para adaptarse a condiciones ambientales cambiantes y asegurar su perpetuación en el futuro. Esto es algo fundamental en un momento en el que la destrucción y la fragmentación del hábitat por parte del hombre han disminuido los tamaños poblacionales y la diversidad genética en muchos organismos que a menudo se encuentran en riesgo crítico de extinción. Por lo tanto, Darwin estableció la base para el estudio de la endogamia y los conocimientos ahora adquiridos basados en sus investigaciones iniciales son uno de los pilares básicos de la biología de la conservación. La contribución del Museo Nacional de Ciencias Naturales sobre este aspecto de la biología de la conservación es fundamental y se espera que tenga un importante impacto en el futuro.

DARWIN AND ENDOGAMY.

Knowledge about the effects of endogamy that has been gathered since Darwin's initial studies is not only interesting from a theoretical or purely scientific perspective. It is also of great practical importance for conservation.

Contribuciones del MNCN

A pesar de que las aportaciones de Darwin fueron un pilar imprescindible para el estudio de la endogamia, la base genética de los fenómenos que había observado le resultaban completamente desconocidos. Esto ha sido afrontado en tiempos mucho más recientes una vez que los conocimientos sobre genética han aumentado de modo considerable. También desde el Museo Nacional de Ciencias Naturales varios grupos de investigación han abordado estudios sobre esta disciplina que ya exploró Darwin en su momento. Como modelos de estudio se han utilizado fundamentalmente aves y mamíferos y de estas investigaciones se han obtenido conclusiones muy interesantes sobre los efectos de la diversidad genética en la susceptibilidad a parásitos y enfermedades, en la fecundidad y viabilidad de los organismos y sobre su papel en la evolución de la selección sexual.



Gacelas amenazadas

En el MNCN también se han realizado interesantes estudios sobre los efectos de la endogamia en algunas especies de mamíferos en peligro crítico de extinción. En este sentido, los investigadores Montserrat Gomendio, Eduardo Roldán y Jorge Cassinello han encontrado que la endogamia incrementa la susceptibilidad a parásitos y reduce la calidad del semen en algunas especies de gacela amenazadas.

El estornino negro

El profesor de investigación Pablo Veiga y colaboradores han encontrado que la tasa de eclosión de los huevos en el estornino negro (*Sturnus unicolor*) está asociada con la similitud gené-

tica de la pareja, lo que sugiere que la endogamia puede tener importantes consecuencias en el éxito reproductor de esta especie. Por otro lado, este grupo de investigación también ha observado que la expresión de caracteres sexuales secundarios en los machos de esta especie se encuentra positivamente correlacionada con la heterocigosidad, lo que apunta a que los ornamentos podrían haber evolucionado como indicadores de la “calidad genética” de los individuos.

El herrerillo común

Muy recientemente, otro grupo de investigación del MNCN constituido por Vicente García-Navas, Juan José Sanz y Joaquín Ortego también ha encontrado evidencias sobre el papel que la variabilidad genética de los individuos tiene en la selección sexual y la eficacia biológica del herrerillo común (*Cya-*

nistes caeruleus). Este grupo de investigación ha observado que esta ave forestal se aparee teniendo en cuenta la variabilidad genética de los posibles candidatos como pareja, una cualidad que a su vez se ve reflejada por el brillo de las plumas ornamentales de color azul que presenta esta especie. Además, una elevada diversidad genética incrementa el tamaño de puesta de las hembras y la tasa de ceba de los machos, lo que sugiere que elegir pareja teniendo en cuenta la diversidad gené-



GUSTAU CALABUIG

ca de los posibles candidatos podría tener importantes beneficios en términos de rendimiento reproductivo.

El cernícalo primilla

Los trabajos realizados por el investigador Joaquín Ortego en colaboración con José Miguel Aparicio, Pedro J. Cordero y Gustavo Calabuig, del Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (CSIC-UCLM-JCCM), han demostrado que la variabilidad genética del cernícalo primilla (*Falco naumanni*) es menor en colonias pequeñas y aisladas y que una baja diversidad genética incrementa la susceptibilidad a parásitos y disminuye la fecundidad de las hembras.

En conjunto, la investigación realizada por el Museo Nacional de Ciencias Naturales ha permitido ayudar a comprender mejor la importancia de la endogamia y la diversidad genética en poblaciones naturales, algo que puede tener valiosas implicaciones prácticas enfocadas a la conservación de especies.