

# Nuevos avances en la tecnología de edición de genes podrían ayudar a salvar a las especies nativas de las plagas invasoras, pero a qué precio.

Por Jason G. Goldman



Pingüino de Humboldt- Isla de Choros- Chile

A medida que la Tierra entra en el Antropoceno, su biodiversidad se tambalea al borde del desastre, y las especies insulares se han visto particularmente afectadas. Alrededor de 80 por ciento de las extinciones registradas han ocurrido en islas y 40 por ciento de las especies amenazadas y en peligro de extinción en el mundo viven en ellas. Los investigadores dicen que la principal causa de estas extinciones son los roedores invasores; estos son, ratas y ratones que viajaron de polizón en los barcos y que, al llegar, rápidamente poblaron las islas donde no hay depredadores naturales y donde, a menudo, hallan un buffet de alimentos como huevos y crías de la fauna silvestre local.

Si bien existen varias maneras de eliminar esos invasores, la más eficaz ha sido los rodenticidas. Pero estos venenos no pueden utilizarse eficazmente en las islas con grandes poblaciones humanas ni donde los residentes desapruaban su uso. Y los venenos no discriminan, pues junto con las plagas no deseadas también matan a las especies nativas a las que debían proteger.

Pero ahora, **una nueva y polémica estrategia denominada genética dirigida\* (gene drive)** ofrece una solución brutalmente eficiente mediante la introducción de organismos modificados genéticamente y diseñados para propagar una característica elegida —como generar descendencia infértil— en una población silvestre. Los científicos, los funcionarios gubernamentales y otras partes interesadas debatieron la idea en el Congreso Mundial de Conservación organizado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en Honolulu.

“La genética dirigida funciona distorsionando la herencia a su favor”, dice el bioquímico Kevin Esvelt, del Instituto de Tecnología de Massachusetts, que participó en el congreso y quien es uno de los principales investigadores del campo. Cuando dos organismos se reproducen, sus crías naturalmente tienen

una probabilidad de 50 por ciento de heredar cualquier gen de cualquiera de los progenitores. La genética dirigida aumenta esas probabilidades en más de 50 por ciento. En generaciones sucesivas ese gen “navega a través” de la población hasta que la mayoría de sus individuos lo poseen. La genética dirigida ya ocurre de forma natural en casi todas las especies que conocemos, dice Esvelt, y los investigadores han estado pensando maneras de aprovecharse del fenómeno durante casi un siglo. Ahora, finalmente, los científicos tienen una herramienta que les permite aprovechar el poder de la genética dirigida con mayor precisión y eficacia que nunca: CRISPR-Cas9, la herramienta de edición de gen accesible y fácil de usar que permite a los científicos modificar el genoma de un organismo con extrema precisión.

En 2014, Esvelt y otros científicos publicaron un artículo en el que describían por primera vez las posibles formas en que CRISPR podría ser usada para la genética dirigida. “(Esta herramienta) hace que sea factible en casi cualquier organismo que se multiplica por reproducción sexual”, dice Esvelt. Por ejemplo, un investigador podría modificar el genoma de la rata para que contenga una versión rota de un gen necesario para la fertilidad de la hembra, y luego introducir algunas de esas ratas a una isla. Ellas podrían aparearse con ratas silvestres y todos sus descendientes heredarían ese gen roto. Cuando esos descendientes luego se apareen con otras ratas salvajes, toda su descendencia también heredaría el gen. Con el tiempo, toda la población de ratas hembra sería infértil y las ratas desaparecerían. “Eliminar las especies invasoras es casi como presionar el botón de reinicio de una isla”, dice Heath Packard, portavoz de la organización Island Conservation. La misión de esta organización no gubernamental es prevenir extinciones mediante la eliminación de especies invasoras en las islas.

Pero esto es más fácil decirlo que hacerlo. “El tamaño y la dimensión de las islas que estamos considerando están más allá de los límites de la tecnología actual”, que en general involucra el uso de rodenticidas anticoagulantes, dice Karl Campbell, director del proyecto Island Conservation. Los roedores se han introducido en 80 por ciento de las islas del mundo, y Campbell dice que las prácticas actuales son útiles solamente para alrededor de 10 por ciento de ellas. En la investigación y la evaluación de potenciales nuevas estrategias, Campbell y sus colegas han presentado un argumento para el uso de la genética dirigida en las islas. Estos sistemas podrían implementarse para la infertilidad femenina o, alternativamente, para hacer que los ratones tengan más probabilidades de producir descendencia masculina infértil, y que las poblaciones resultantes de roedores exclusivamente masculinos eventualmente se extingan. Tales sistemas podrían ser perfectamente utilizados en islas tan grandes como las de Nueva Zelanda, que recientemente ha anunciado su intención de deshacerse de los depredadores invasivos para 2050.

Mientras tanto, Floyd Reed, biólogo de la Universidad de Hawái en Manoa, ha estado trabajando en un tipo diferente de sistema llamado subdominancia para evitar que los mosquitos *Culex* introducidos en Hawái propaguen la malaria entre las aves en peligro de extinción, incluyendo el mielero hawaiano. Esta

técnica consiste en liberar suficientes mosquitos genéticamente modificados en el ambiente hasta que representen más de 50 por ciento de la población general. Una vez que la población alcanza ese umbral, la selección natural funciona para favorecer a los mosquitos modificados. Con el tiempo, los mosquitos silvestres mueren, dejando a los mosquitos modificados en su lugar. En un sistema de este tipo, los mosquitos podrían diseñarse para ser incapaces de transmitir el parásito de la malaria o de reproducirse. Hasta ahora, Reed ha establecido una prueba de concepto en la mosca de la fruta, *Drosophila*, una especie modelo de uso común en laboratorios de todo el mundo. Pero establecer una genética dirigida basada en la subdominancia en los mosquitos *Culex* en el laboratorio ha avanzado lentamente. El progreso podría incluso no ser lo suficientemente rápido como para salvar al mielero hawaiano. A menos que se haga algo, dice Reed, "en cinco años, vamos a perder por lo menos otra especie".

Una solución de genética dirigida obviamente viene con algunas preocupaciones serias. Afortunadamente, un sistema basado en la subdominancia debería hacer que sea bastante más fácil devolver a las generaciones futuras a su estado original y sin modificar, mediante la reintroducción de suficientes mosquitos silvestres en la población. Pero algunas de las formas más poderosas de genética dirigida son difíciles de controlar o de revertir, y sin los mecanismos bioseguridad adecuados teóricamente podrían extenderse más allá de la población objetivo y afectar a una especie entera.

"Nadie debería construir un sistema como este para resolver un problema de conservación. Es demasiado pronto. No sabemos lo suficiente", dice Esvelt, y añade: "Probablemente soy el principal crítico científico de la genética dirigida a pesar de que soy referente en el campo".

Del mismo modo, Reed también habla con cautela. "Existe un potencial, pero hay algunas tecnologías con las que tenemos que ser muy cuidadosos", dice. Un grupo de activistas internacionales de alto perfil, entre ellos Jane Goodall y David Suzuki, divulgaron una carta coincidiendo con la reunión de la UICN, para oponerse abiertamente a la liberación de lo que ellos llaman "genes genocidas", alegando razones ecológicas y morales. Entre los signatarios figuran Claire Cummings, autora y ex abogada del Departamento de Agricultura de EE.UU. "El marco regulatorio existente no puede intervenir de ninguna manera en esta tecnología", dice ella. Y agrega: "aquí hay fuertes cuestiones morales y éticas, pero esto es muy nuevo. Es una verdadera oportunidad para hacer las preguntas correctas".

De hecho, cuando Esvelt escribió su artículo en 2014 esbozando posibles usos para la tecnología, su equipo también publicó un segundo artículo pidiendo la reforma regulatoria tanto en EE.UU. como en otros países. Jim Collins, biólogo de la Universidad del Estado de Arizona, quien a principios de este año convocó a un grupo de expertos para explorar las potenciales aplicaciones de la tecnología de genética dirigida, coincidió con Esvelt, diciendo: "necesitamos diferentes disposiciones. Las [regulaciones] que están en vigor ahora no son suficientes".

Por suerte aún hay tiempo. Incluso si fuera posible hacer pruebas de campo seguras de la genética dirigida, todavía falta para ello entre cinco y diez años. “Esta es una tecnología que va a ser tremendamente potente, y cualquier tecnología tremendamente potente necesita ser manejada con mucho cuidado y desarrollada abiertamente y a la luz del día”, dice Esvelt. “Pero aún no ha llegado”.

---

## **A Call for Conservation with a Conscience: No Place for Gene Drives in Conservation**

From the climate impact of the internal combustion engine to the synthetic chemicals that have poisoned the web of life, we have learned some lessons. We now understand the serious need for precaution when radical new technologies arise, especially with gene drives, which change the rules of genetics and inheritance and have consequences beyond our comprehension.

Gene drives have the potential to dramatically transform our natural world and even humanity’s relationship to it. The invention of the CRISPR-CAS9 tool and its application to gene drives (also known as a “mutagenic chain reaction”) gives technicians the ability to intervene in evolution, to engineer the fate of an entire species, to dramatically modify ecosystems, and to unleash large-scale environmental changes, in ways never thought possible before. The assumption of such power is a moral and ethical threshold that must not be crossed without great restraint.

We the undersigned leaders and practitioners in the fields of science, policy, environmental protection, conservation, and law are alarmed that some conservation organizations have accepted funding for and are promoting the release of engineered gene drive organisms into the wild. They propose to use extinction as a deliberate tool, in direct contradiction to the moral purpose of conservation organizations, which is to protect life on earth. We are also concerned about the potential use of gene drives by the military and in agriculture. We note that current regulatory schemes are not capable of evaluating and governing this new technology.

Given the obvious dangers of irretrievably releasing genocidal genes into the natural world, and the moral implications of taking such action, we call for a halt to all proposals for the use of gene drive technologies, but especially in conservation.

### **Signatories so far include:**

**Dr. Elizabeth Bravo** – Acción Ecológica, Red por América Latina Libre de Transgénicos (Ecuador)

**Dr. Elena Álvarez Buylla** – Investigador Titular, Instituto de Ecología, UNAM, President of the Union de Científicos Comprometidos con la Sociedad, (Mexico)  
**Nnimmo Bassey** – Executive Director, Health of Mother Earth Foundation (Nigeria)  
**Dr. Fritjof Capra** – Co-founder, Center for Ecoliteracy (USA)  
**Claire Hope Cummings** – Author, lawyer and journalist (USA)  
**Tom Goldtooth** – Executive Director, Indigenous Environmental Network (USA)  
**Dr. Jane Goodall** – Founder, Jane Goodall Institute (US/UK)  
**Jaydee Hanson** – Director, International Center for Technology Assessment (USA)  
**Dr. Angelika Hilbeck** – President, The European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility (ENSSER) (Germany)  
**Andrew Kimbrell** – Founder and Executive Director, Center for Food Safety (USA)  
**Dr. Sheldon Krinsky** – Chair of the Board, Council for Responsible Genetics (USA)  
**Jerry Mander** – Founder, International Forum on Globalization (USA)  
**Elizabeth May MP** – Leader of Green Party (Canada)  
**Pat Mooney** – Executive Director, ETC Group (Canada)  
**Carroll Muffett** – CEO, the Center for International Environmental Law (USA)  
**Dr. Alejandro Nadal** – Profesor Investigador Centro Estudios Económicos, Colegio de México (México)  
**Dr. Melissa K. Nelson** – President of the Cultural Conservancy and Professor of American Indian Studies, SFSU (Turtle Island)  
**Nell Newman** – President, Nell Newman Foundation (USA)  
**Prof. Norberto Ovando** – President, Association of Friends of the National Parks (Argentina)  
**Erich Pica** – Executive Director of Friends of the Earth (USA)  
**Walter Ritte** – Native Hawaiian activist and educator, Hawai'i SEED (Hawai'i)  
**Bob Scowcroft** – Co-Founder of Organic Farming Research Foundation (retired) (USA)  
**Dr. Vandana Shiva** – Navdanya International (India)  
**Dr. Rachel Smolker** – Director, Biofuelwatch (USA)  
**Dr. Ricarda Steinbrecher** – Molecular Biologist, Co-Director of Econexus (UK)  
**Dr. David Suzuki** – Geneticist, Environmentalist and Broadcaster (Canada)  
**Dr. Víctor Manuel Toledo** – Instituto de Investigaciones en Ecología y Sustentabilidad, UNAM (México)  
**Mililani B. Trask** – Na Koa Ikaika KaLAhui Hawaii, Hawaii  
**Barbara Unmüßig** – President, Heinrich Böll Foundation (Germany)  
**Captain Paul Watson** – Founder, Sea Shepherd Conservation Society (USA)  
**Chee Yoke Ling** – Executive Director, Third World Network (Malaysia)

***Founding signatories include:***



***Dr Jane Goodall***



***Dr David Suzuki***



***Dr Vandana Shiva***



***Dr Fritjof Capra***



***Nell Newman***



***Nnimmo Bassey***



*Cpt Paul Watson*



*Tom Goldtooth*

[www.synbiowatch.org/gene-drives](http://www.synbiowatch.org/gene-drives)