

Herramientas genéticas

para proteger a la naturaleza

El análisis de ADN no solo sirve para atrapar asesinos o rastrear huellas de seres vivos de tiempos remotos; es la base de las herramientas genéticas que se aplican en varios esquemas de conservación de flora y fauna silvestres. Rastreo del comercio ilegal de especies, cría de animales en peligro de extinción, reservorios genéticos en jardines botánicos, son muestras del aporte de la genética para proteger la vida.

No es ficción

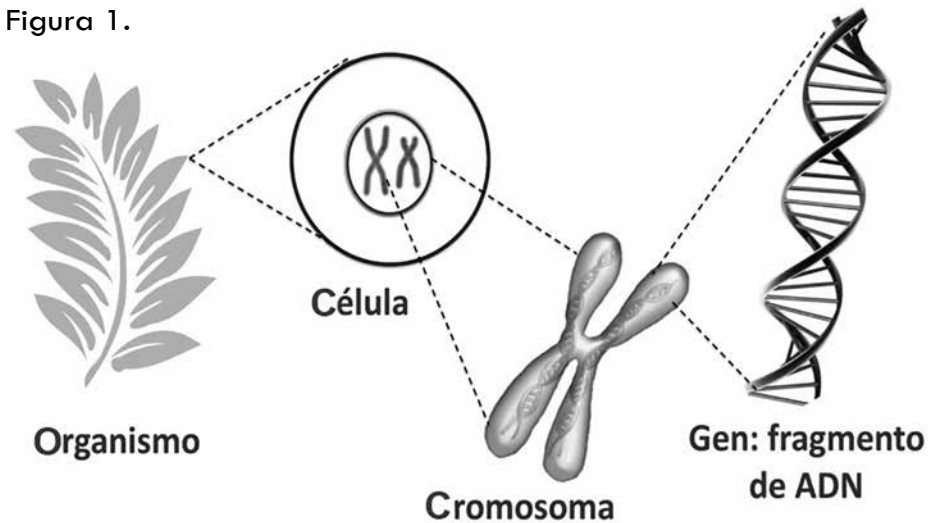
Yessica Rico Es casi seguro que en películas o series de televisión hayamos visto a personal forense, ligado a instancias policíacas, analizar el ADN de los escasos rastros de sangre encontrados en la escena del crimen e identificar al probable sujeto agresor o a la víctima. No son meras historias de ficción para atraer público, sino una realidad posible gracias a las llamadas herramientas genéticas.

Como su nombre lo indica, la genética es una disciplina de la biología que estudia los genes: segmentos de ADN con información sobre el funcionamiento celular, digamos que son una especie de instructivo (figura 1). También se refiere a los mecanismos de transmisión de los caracteres hereditarios, y se compone de una gran variedad de subdisciplinas relacionadas con otras áreas del conocimiento, entre ellas, ciencias de la salud, arqueología, antropología forense, biotecnología, sistemática, ecología, evolución o biología de la conservación.

La genética tuvo un gran impacto en la ciencia desde el descubrimiento de la estructura de doble hélice del ácido desoxirribonucleico o ADN en 1953, las técnicas de secuenciación del mismo en 1973 y la reacción en cadena de la polimerasa o PCR (por sus siglas en inglés) en 1983, las cuales son las herramientas genéticas más utilizadas.

La PCR permite obtener millones de copias de un fragmento de ADN a partir de una cantidad mínima de material genético, para después ser secuenciada. Esto hace posible conocer el orden de los nucleótidos (adenina, guanina, citosina, y timina) en una cadena de ADN, lo que constituye la información genética de un organismo y la base de su funcionamiento. Para comprender las implicaciones del proceso, basta re-

Figura 1.



cordar la alusión a los rastros de sangre apenas perceptibles, con los cuales se puede identificar a una persona.

Aunque hay herramientas más modernas, con la PCR los científicos han desarrollado múltiples aplicaciones; gracias a ella conocemos cómo los seres humanos colonizaron los distintos continentes en tiempos remotos, o bien, extrayendo el ADN de la saliva se pueden rastrear las mutaciones que dan origen a las enfermedades genéticas, como el síndrome de Down. De igual modo, con un pedacito de tejido de una hoja, se puede extraer ADN y modificarlo para mejorar la resistencia de una planta a la sequía o conocer las relaciones evolutivas entre las especies. Considerando estos usos tan significativos, es de suponer que las herramientas genéticas puedan ligarse a la conservación de la biodiversidad.

La diversidad genética

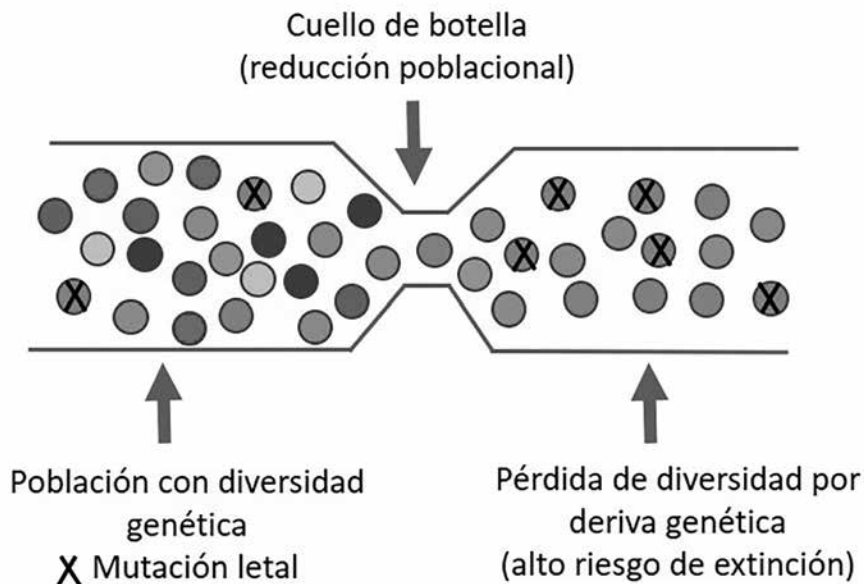
La diversidad genética la entendemos como la variedad total de características genéticas en una especie (acervo de genes, los cuales son segmentos de ADN que conforman unidades de información genética). Este aspecto es tan importante que la Unión para la Conservación de la Naturaleza o IUCN,

por sus siglas en inglés, la nombra como uno de los tres niveles jerárquicos de conservación: diversidad de ecosistemas, diversidad de especies y diversidad genética.

Para entender su relevancia, conviene saber que hay una liga entre la baja diversidad genética de las especies y su riesgo de extinción. Tal es el caso de los demonios de Tasmania, marsupiales endémicos de Australia, cuya población ha disminuido un 60% por un cáncer facial contagioso. Recientemente se descubrió, al secuenciar su genoma, que tienen una baja variabilidad genética, sobre todo en genes del sistema inmune. La razón es que han sido cazados casi hasta el exterminio y eso los ha dejado con un acervo genético reducido.

¿Cómo entender el riesgo de un acervo genético escaso? Cuando una población disminuye drásticamente su tamaño, se desarrollan procesos que reducen su variación genética, como la endogamia (reproducción entre organismos emparentados). También aumenta la probabilidad de mutaciones genéticas letales que potencian el riesgo de extinción (figura 2). Entonces, la diversidad genética es importante para sobrevivir a largo plazo, pues representa el potencial evolutivo de las especies para

Figura 2.



responder a los cambios físicos y biológicos del ambiente.

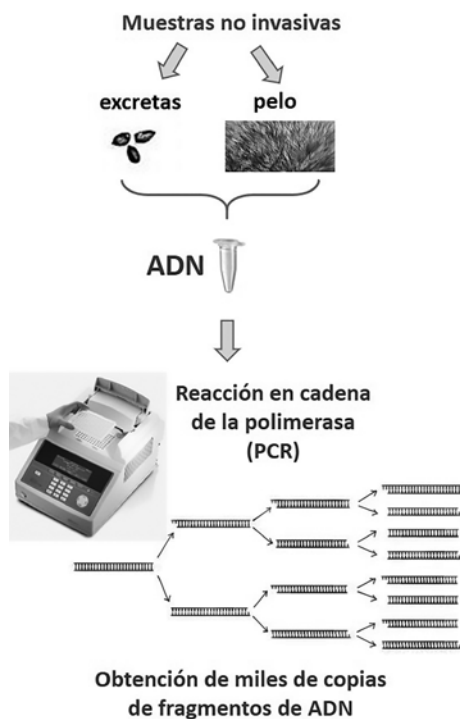
Puedo conocerte, aunque no te vea

En la naturaleza hay especies de animales difíciles de observar, debido a que son pocos individuos, tienen hábitos sigilosos y nocturnos o porque es complicado atraparlos para colocarles algún dispositivo de rastreo, como ocurre con los jaguares y los osos negros. Afortunadamente es factible estudiarlos a través del análisis genético de sus rastros biológicos, como las excretas o el pelaje, que contienen células de las cuales se puede extraer el ADN. A esto se le conoce como toma de muestra indirecta o no invasiva, porque no se requiere la toma directa de tejido del animal (figura 3), y es como se han estudiado relaciones de parentesco, procesos de migración (flujo genético), resistencia a enfermedades, entrecruzamiento con especies emparentadas (hibridación) y en general, el estado de conservación de las especies.

El excremento o el pelaje no son las únicas huellas que todos los seres vivos dejan en el ambiente; también están la transpiración, mucosidades, células de piel desprendida y otros elementos, lo que permite la aplicación de técnicas no invasivas, conocidas como ADN ambiental (eADN: en-

viromental ADN), para conocer el número de especies presentes en una muestra de agua, suelo o sedimento. Así se puede monitorear, por ejemplo, la presencia y diversidad de especies en un sistema de agua dulce o salada, lo que sería muy difícil si tuviéramos que coleccionar organismos con redes; se facilita la detección de seres patógenos, flora o fauna invasora, especies

Figura 3.



sujetas a protección, entre muchas otras aplicaciones.

Conservación desde el encierro

Los zoológicos y jardines botánicos son visitados por públicos numerosos que desean conocer animales y plantas de distintas partes del mundo, pues tradicionalmente se enfocaban en la recreación y educación ambiental. Sin embargo, ante la alarmante pérdida de especies silvestres por deforestación, comercio ilegal, contaminación, cambio climático y otros factores, se están convirtiendo en importantes reservorios de material genético.

Por una parte, se han generado valiosos esfuerzos para la cría en cautiverio de fauna amenazada. En ese contexto, las herramientas genéticas sirven para seleccionar a los mejores candidatos a fin de que se reproduzcan y luego las crías puedan ser reintroducidas en sus ambientes naturales. Una muestra notable es el zoológico de San Diego, en Estados Unidos, que cuenta con un amplio equipo de científicos involucrados en ambiciosos proyectos de conservación; entre sus logros destaca la reproducción exitosa del guepardo africano.

En México existen algunos zoológicos con un buen número de individuos de especies en riesgo, como el lobo gris mexicano, la guacamaya escarlata, la guacamaya verde, el águila real, el manatí del Caribe, el mono aullador y el jaguar. Un caso de éxito es la cría en cautiverio del lobo mexicano (*Canis lupus baileyi*) en el zoológico de Coyoacán, que junto con instituciones internacionales hicieron posible su liberación exitosa en el norte del país. Otro zoológico con importantes programas es el Miguel Álvarez del Toro de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en el que se ha logrado la reproducción de jaguar (*Panthera onca*).

Por otra parte, los jardines botánicos integran una colección significativa de plantas silvestres. Cerca del 30% de las que están amenazadas en el mundo tienen representantes vivos en los jardines. Para que estas colecciones sean útiles en la conservación



CARLOS J. NAVARRO S. / CONABIO

Lobo mexicano (*Canis lupus subsp. baileyi*).



HUMBERTO BAHENA

Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín", ECOSUR.



YESSICA RICO

Magnolia schiedeana.

como fuentes de semillas (germoplasma) o para la reintroducción y restauración de hábitats deteriorados, deben ser genéticamente diversas, es decir, tienen que ser una muestra representativa de la diversidad genética que se encuentra en el hábitat natural. El análisis de la situación en tales jardines y en la población natural es un tema de estudio de la Sociedad Internacional de Jardines Botánicos para la Conservación (BGCI, por sus siglas en inglés) en conjunto con universidades y centros de investigación.

No pasarás de incógnito

El tráfico ilegal amenaza la supervivencia de una gran cantidad de plantas y animales en todo el mundo. La inspección visual de las mercancías no basta, pues no es fácil identificar si se trata de especies amenazadas. Por ejemplo, en algunos embarques

pesqueros, antes de llegar al puerto de destino, se procesa a los peces quitándoles la cola, aletas e incluso la cabeza, lo que hace imposible reconocer su especie y detectar la caza ilegal.

Por fortuna, este panorama ha cambiado en los últimos años. El desarrollo de herramientas genéticas, como el código de barras de ADN, ha facilitado la identificación acertada de plantas y animales con solo una pequeña muestra de tejido, que ni siquiera necesita estar fresca.¹ Algunos estudios verifican que con esta identificación genética se ha avanzado en el control del comercio ilegal de especies marinas en riesgo: tiburón blanco, anguila europea, ballena. También se han identificado exitosamente productos comercializados con

¹ Ver Ecofronteras 59: Códigos de Barras de la Vida, <http://revistas.ecosur.mx/ecofronteras/index.php/eco/issue/view/154>

pieles de reptiles y mamíferos, plumas de aves, maderas de árboles y hasta el marfil de elefantes.

Esto nos deja ver que el constante desarrollo de las herramientas genéticas es fundamental para estudiar y diseñar estrategias de conservación de la biodiversidad, ya sea en su hábitat natural (*in situ*) o en sitios fuera de su ambiente (*ex situ*), destacando los zoológicos y los jardines botánicos. El patrimonio natural de México es único y diverso, y además contamos con instituciones científicas dedicadas al estudio e implementación de las herramientas genéticas que nos permiten conocer y preservar la vida silvestre. ☞

Yessica Rico es investigadora Cátedra CONACYT del Instituto de Ecología A.C., Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Centro Regional del Bajío (yessica.ricom@gmail.com).

ENTÉRATE

El lobo mexicano

El lobo mexicano es una subespecie del lobo gris de Norteamérica. Las crías nacen ciegas y sordas, por lo que durante las primeras semanas se quedan con su madre en la madriguera; el macho los protege a pocos metros. Por lo general, consumen venados, borregos, antílopes, liebres y roedores, pero la reducción de su hábitat y de sus presas provocó que atacaran al ganado décadas atrás y fueron exterminados masivamente hasta que casi se extinguieron. A finales de la década de 1970 se inició un programa de recuperación en cautiverio (para luego introducirlos a su ambiente), y México ha contribuido con más de 150 ejemplares. Actualmente, especialistas señalan que de construirse la ampliación del muro fronterizo entre México y Estados Unidos, la supervivencia de la especie se vería nuevamente amenazada, pues necesitan un corredor amplio para interactuar con otras familias de lobos y garantizar la diversidad genética.



Fuentes: <https://www.nationalgeographic.es/animales/lobo-mexicano>, <https://www.efe.com/efe/usa/destacada/zoologico-acoge-siete-crias-del-amenazado-lobo-mexicano/50000097-3320365>