

Diversidad genética, una responsabilidad compartida en tiempos de cambio climático



Ciencia al Instante

La diversidad genética es la clave para que las especies enfrenten entornos cada vez más hostiles frente al cambio climático. La variedad de genes dentro de una especie determina su capacidad adaptativa, permitiendo que algunos organismos toleren mejor condiciones extremas que otros. Con alta diversidad genética, las especies poseen una "caja de herramientas" completa para resolver problemas ambientales, mientras que aquellas con baja diversidad quedan vulnerables a enfermedades y cambios climáticos. Desde la agricultura hasta la medicina, la diversidad genética sustenta la supervivencia de todas las especies, haciendo esencial su protección mediante bancos de semillas, áreas protegidas y apoyo a sistemas agrícolas tradicionales.



Diversidad genética, una responsabilidad compartida en tiempos de cambio climático

Diversidad genética como una herramienta biológica indispensable para la supervivencia de las especies ante el cambio climático

Cómo citar este artículo: Velázquez-Urrieta MY, García-De León FJ. 2026. Diversidad genética, una responsabilidad compartida en tiempos de cambio climático. Revista Ciencia y Naturaleza (1245).





En cierta ocasión visitamos un estado del norte de México donde el verano no es simplemente caluroso, sino extremo. Durante todo el viaje el sol parecía implacable, ya que los rayos quemaban la piel como chicharrón, aún dentro de casa, el calor resultaba sofocante. Tal vez exageramos un poco —después de todo, venimos del centro del país, donde los 25 °C son lo habitual—, pero para nosotros aquello se sentía como el mismísimo infierno.

Lo que más nos sorprendía era ver a las personas que vivían ahí desenvolviéndose con tal normalidad, como si nada. Evidentemente estaban acostumbradas, porque habían desarrollado tolerancia a esas condiciones. Conversando el tema con un amigo local, intentamos hacer alusión a esa capacidad de resistencia y pensamos una frase que nos pareció ingeniosa, le dijimos “Seguramente las personas de aquí que se mueren y se van al infierno, regresan por su cobija”, esperando una respuesta.



Pero desafortunadamente nuestro amigo no había escuchado algo igual en su vida, por lo que nos miró desconcertado y confundido, de modo que nuestra metáfora no tuvo el efecto elogiante que esperábamos, pero la idea de fondo seguía siendo válida, algunas personas están mejor preparadas que otras para enfrentar condiciones extremas.



Cambio climático: un problema que se intensifica



En las últimas décadas, la temperatura del planeta ha aumentado de manera continua a causa del calentamiento global. Este fenómeno está estrechamente ligado al cambio climático, el cual engloba una serie de alteraciones medioambientales cada vez más destructivas. Entre sus efectos más evidentes destacan las alteraciones en los patrones de lluvia, causando sequías e inundaciones; el aumento del nivel del mar y la formación de tormentas y huracanes mucho más intensos (Fig. 1).

Este no es un cambio pasajero. Es acumulativo y de largo plazo, impulsado principalmente por actividades humanas que se han intensificado de forma acelerada. De esta manera, el cambio climático representa una de las mayores amenazas para la vida en el planeta. Provoca pérdida y fragmentación de hábitats, divide poblaciones e impide sus interacciones; empujando a muchas especies silvestres y no silvestres al borde de la extinción.

Figura 1. Efectos del cambio climático. Alteraciones en los patrones de la lluvia (sequías e inundaciones), aumento del nivel del mar, tormentas y huracanes intensos, y aumento en las temperaturas.



Además de condiciones climáticas muy variables, por un lado, temperaturas extremas, y por el otro, inundaciones nunca vistas. Los seres humanos no estamos al margen de estas consecuencias. Las experimentamos a diario, frecuentes olas de calor que producen golpes de calor, aumento de enfermedades, encarecimiento de los alimentos debido a sequías, o inundaciones cada vez más severas. Así, sin saberlo, aquellas personas de aquel estado tan caluroso tienen hoy una ventaja adaptativa frente a escenarios de temperaturas extremas, por lo que poseen más probabilidades de sobrellevar el calentamiento global que quienes no estamos acostumbrados a esas condiciones.

El cambio climático fragmenta hábitats, divide poblaciones y empuja a las especies al borde de la extinción.

Diversidad genética: la llave secreta



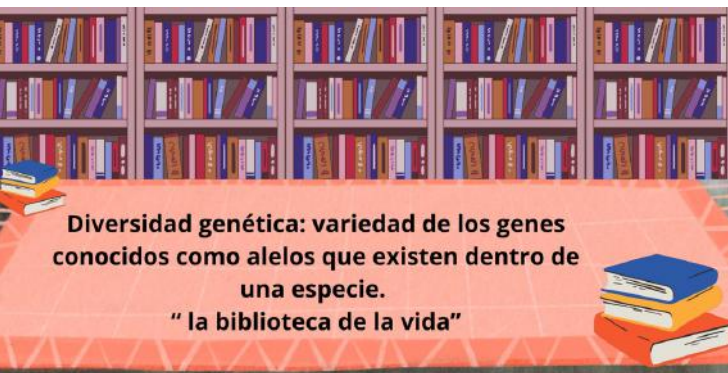
Frente al desafío del cambio climático, la ciencia busca entender qué permite a las especies enfrentar entornos cada vez más hostiles. Una de las respuestas más importantes se encuentra en algo invisible a simple vista, su ADN. Ahí reside la llamada diversidad genética, que se refiere a la variedad de los genes, conocidas como alelos, que existen dentro de una especie.



Esta diversidad se manifiesta en las diferencias entre los individuos. En los seres humanos, por ejemplo, la vemos en el color de ojos, de la piel, la estatura o incluso en la tolerancia al calor o a ciertas enfermedades. La diversidad genética es un componente esencial de la biodiversidad, porque influye directamente en la capacidad de los organismos para sobrevivir y reproducirse.



También influye en la variabilidad de las poblaciones y sobre todo en su potencial adaptativo, es decir, su capacidad de ajustarse a ambientes cambiantes y persistir a lo largo del tiempo. Podemos imaginarla como una gran biblioteca donde cada libro es un manual de instrucciones para la vida (Fig. 2). La diversidad genética sería la cantidad de versiones distintas de ese manual. Cuantos más libros distintos tenga la biblioteca, mayores serán las posibilidades de encontrar la respuesta adecuada ante un evento inesperado.



Por ello, proteger la diversidad genética es fundamental para la supervivencia de las especies, especialmente en un mundo que cambia cada vez más rápido.

Figura 2. Diversidad genética, la biblioteca de la vida.

Las ventajas de tener diversidad genética

Una alta diversidad genética brinda mayor capacidad de adaptación porque ofrece más “materia prima” para que actúe la selección natural (proceso en el cual los organismos mejor adaptados a su entorno tienen mayores probabilidades de sobrevivir, reproducirse y heredar sus adaptaciones). Además, incrementa la resiliencia, es decir, la capacidad de un ecosistema para resistir y recuperarse frente a perturbaciones como incendios, sequías, tormenta o impactos humanos. Dicho de otra forma, la diversidad genética permite a las especies enfrentar cambios, enfermedades y condiciones extremas.

Una analogía útil es pensar en una caja de herramientas, una especie con alta diversidad posee una caja llena de instrumentos distintos



martillos, llaves, pinzas, etc.), mientras que una especie con baja diversidad solo cuenta con martillos. Si el problema requiere una pinza, esta última no tendrá cómo resolverlo. Siguiendo esta analogía, en las especies en peligro de extinción hay unas con baja diversidad genética, como el lobo mexicano (*Canis lupus*); y otras con alta diversidad genética, como la víbora de cascabel transvolcánica (*Crotalus triseriatus*).

La primera especie posee una caja con pocas herramientas, mientras que la segunda tiene una caja más equipada. Por lo tanto, a pesar de ser una especie en peligro de extinción, la víbora de cascabel tiene mayor posibilidad de subsistir en el planeta. Visto así, aquellas personas del norte del país cuentan con una caja de herramientas más completa que nosotros para afrontar las altas temperaturas.

¿Por qué debería importarnos la diversidad genética?

La diversidad genética es la pieza clave en la conservación de la diversidad biológica en el planeta. Sustenta la supervivencia de todas las especies, incluidos los seres humanos, y no es un tema aislado, sino transversal, atraviesa la restauración ecológica, la salud humana, la agricultura, y la seguridad alimentaria futura. En la agricultura, por ejemplo, la baja diversidad genética es común en los cultivos seleccionados artificialmente (los seres humanos seleccionan características útiles de animales y plantas para el consumo humano, como mayor tamaño, mejor sabor o resistencia a plagas).

Esto los vuelve altamente vulnerables a enfermedades. Un caso emblemático es el plátano Cavendish (*Musa acuminata*), dominante a nivel mundial. Al tratarse prácticamente de un solo tipo genético, presenta baja diversidad genética, lo que lo hace extremadamente susceptible al hongo *Fusarium Raza 4 Tropical*, que infecta las raíces y bloquea la circulación de agua y nutrientes.



Así, nuestro futuro alimentario está en riesgo cuando dependemos de tan pocas variedades con baja diversidad genética. Por el contrario, los ecosistemas con mayor diversidad genética suelen ser más estables y productivos. De ellos obtenemos alimentos, medicina y recursos esenciales, puesto que cerca del 50% de los fármacos actuales derivan de compuestos presentes en plantas, muchas de las cuales deben su eficacia a esa diversidad genética que les permitió evolucionar generando defensas químicas únicas. Otro ejemplo, son las variedades criollas de maíz que tienen una diversidad genética alta, puesto que son poblaciones dinámicas, no homogéneas como los híbridos (cruce entre dos individuos de especies o variedades diferentes) comerciales. Por lo tanto, existen miles de variedades adaptadas a gran diversidad de microclimas específicos, que tienen resistencia contra ciertas plagas y enfermedades (Fig. 3).

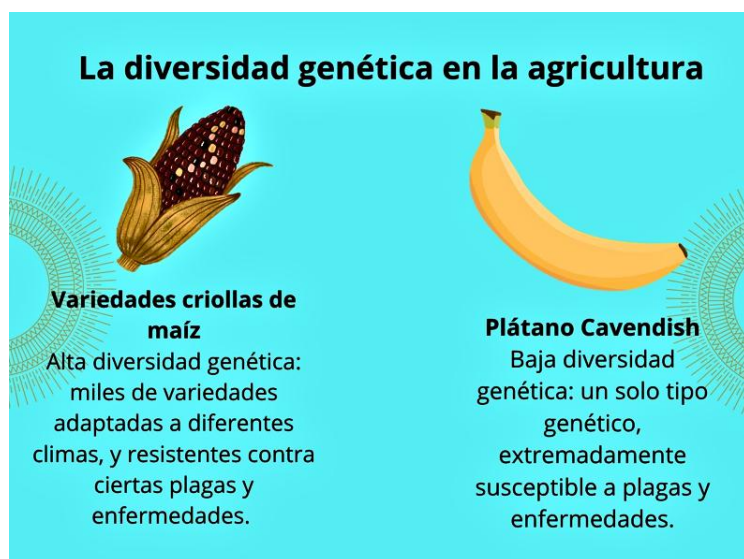


Figura 3. La diversidad genética en la agricultura, diferencia entre especies criollas y especies comerciales.

Desafortunadamente, la presión por lo híbridos comerciales, el abandono del campo y prácticas tradicionales, y el cambio climático acelerado, ha generado la pérdida de esa diversidad genética tan valiosa, que muchos se niegan a ver y reconocer.



¿Cómo proteger la diversidad genética?

En 2022, el Marco Mundial de la Biodiversidad de Kunming–Montreal marcó un punto de inflexión, porque por primera vez se estableció el compromiso explícito de conservar la diversidad genética de todas las especies en el planeta. Aunque muchos países firmaron el acuerdo, el reto sigue siendo llevarlo a la práctica. Ya que, históricamente, la diversidad genética ha sido ignorada o minimizada en los planes nacionales de conservación, quedando relegada frente a otros componentes de la biodiversidad, como la cantidad de especies o ecosistemas. Entre las alternativas para proteger la diversidad genética encontramos: 1) conservación *ex situ*, que es fuera del hábitat, como bancos de germoplasma (bancos de semillas); 2) conservación *In situ* (en el hábitat natural), como las áreas Naturales Protegidas que protegen los ecosistemas; 3) conservación *on farm* (en fincas de agricultores) que es el apoyo a sistemas agrícolas tradicionales; y 4) marco legal, que se refiere a los tratados internacionales, leyes de semillas, leyes agroambientales. Por lo tanto, la diversidad genética no es un tema secundario, es un eje central para enfrentar el cambio climático y garantizar la persistencia de la vida y la diversidad tal como la conocemos.

Por lo que proteger la diversidad genética requiere acciones coordinadas entre científicos, tomadores de decisiones, comunidades locales, industria y sociedad en general. Hoy más que nunca, es momento de sumar esfuerzos para conservarla, no solo en México, sino en todo el planeta; ya que en ella se encuentra una de las mejores defensas que tenemos para enfrentar un futuro incierto. 🍀

Agradecimientos

Y.V.U. agradece a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) la beca posdoctoral otorgada (CVU 659283). Agradecemos a los revisores anónimos del manuscrito.



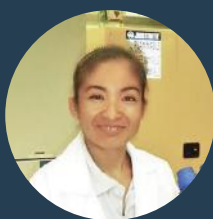
Para Consulta

- Duarte CM, Alonso S, Benito M, *et al.* 2006. Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. CSIC. Consejo superior de investigaciones científicas.
- Ellegren H, Galtier N. 2016. Determinants of genetic diversity. *Nature Reviews. Genetics* 17: 422–433.
- Altieri MA, Nicholls CI. 2017. The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change* 140(1): 33-45.
- Li D, Pritchard HW. 2009. The science and economics of *ex situ* plant conservation. *Trends in Plant Science* 14(1): 614-621.

Crédito de imágenes en orden de aparición: Alemedia.id (A.id), Moiescu Florentina's Images, Quarta-Design, Sofia Gabureanu's Images, Getty Images (GI), Union Project, makimo_yurukawa, pcsk studio thailand, the8monkeyportfolio, Vectorfair G, Getty Images Pro, Greenflash, Wanicon, berkay08. Crédito de figuras: Las figuras fueron realizadas utilizando Illustrator V. SC6, Photoshop V. CC 2021, y Canva. Todas las figuras son de nuestra autoría. Para la revisión de la ortografía del texto fue empleado el corrector inteligente Language Tool [\[Link\]](#). Los autores confirmaron que ningún párrafo del manuscrito ha sido generado completamente o con más del 50% de sus palabras con esta herramienta.

Diseño de publicación: Sofia Paz

Dr. David A. Paz García
Editor en Jefe Revista CyN



Maria Yanet Velázquez Urrieta

Investigadora posdoctoral en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste SC. Sus áreas de investigación son los helmintos parásitos de vida silvestre, con un enfoque integral que abarca desde la taxonomía, sistemática filogenética, biología molecular, ciclos de vida, sistema parásito-huésped, hasta la ecología de parásitos y sus aplicaciones en la conservación de la biodiversidad.

contacto: urrietavel@gmail.com



Francisco Javier Garcia de León

Investigador en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste SC. Perteneció al SIN, nivel (III). Su área de interés se centra en entender el origen, la permanencia y la evolución de la diversidad genética a distintas escalas espacio-temporales, con un enfoque especial en el Noroeste de México, una región de alto endemismo y una compleja historia geológica y climática. Su trabajo abarca una amplia diversidad de grupos taxonómicos, incluyendo peces, aves, arácnidos, corales y plantas, y ha sido fundamental para esclarecer relaciones evolutivas, procesos de hibridación y la estructura genética de las poblaciones.

contacto: fgarciadl@cibnor.mx