

EL CRÁNEO: VENTANA EVOLUTIVA DE LOS LAGOMORFOS

Consuelo Lorenzo^{1*} y Sergio Ticul Álvarez-Castañeda²

¹Departamento de Conservación de la Biodiversidad, El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. clorenzo@ecosur.mx (CL).

²Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, Baja California Sur, México. sticul@cibnor.mx (STA-C).

*Autor de correspondencia

Aunque conejos y liebres parecen muy similares, la forma de su cráneo revela una historia de evolución y adaptación. Estudiar estas diferencias permite comprender cómo han colonizado diversos ambientes y enfrentado los desafíos de los cambios ambientales.

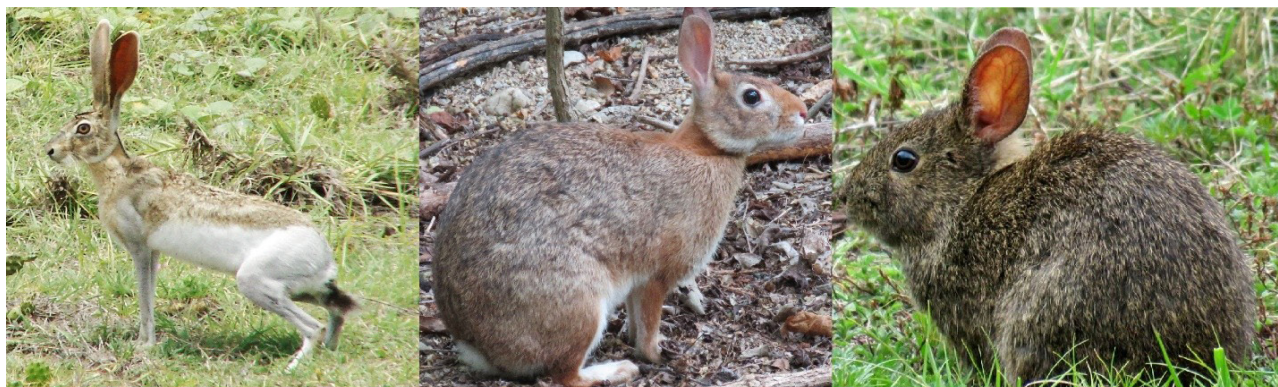
La apariencia de los animales no es solo una característica física, sino es el resultado de millones de años de evolución y de la interacción constante con el ambiente. Cada estructura del cuerpo refleja, en mayor o menor medida, la manera en que una especie se desplaza, obtiene alimento, evita a sus depredadores o enfrenta las condiciones de su hábitat. Por ello, estudiar la variación en la forma de los organismos permite comprender aspectos fundamentales de su evolución, ecología y clasificación biológica. En otras palabras, la forma física de las especies constituye un registro de su historia natural.

La diversidad morfológica es el resultado de la interacción entre factores biológicos, como la herencia y la selección natural, y factores ambientales, como el clima, la disponibilidad de alimento o las características del hábitat. Estas interacciones actúan sobre los individuos y las poblaciones a lo largo del tiempo, favoreciendo cambios que pueden observarse tanto a pequeña escala, dentro de una población, como a gran escala, durante la evolución de las especies. Comprender estos procesos permite explicar por qué organismos estrechamente emparentados pueden

presentar diferencias morfológicas notables cuando viven en ambientes distintos.

Uno de los procesos evolutivos que optimiza la supervivencia de las poblaciones frente a presiones como el clima, la altitud o la disponibilidad de recursos es la adaptación local, que ocurre cuando una población presenta, como resultado de la selección natural, un desempeño biológico mayor en su ambiente de origen que el de las poblaciones procedentes de otros ambientes. Esta capacidad puede expresarse en la forma del cuerpo, en su funcionamiento o incluso en el comportamiento. Las especies mejor adaptadas y con una amplia distribución geográfica suelen enfrentar una gran diversidad de climas y ecosistemas, desde regiones áridas hasta bosques templados o selvas húmedas. Como consecuencia, las poblaciones responden de manera distinta a las presiones ambientales y desarrollan características propias de cada región. Un ejemplo bien documentado se encuentra en los mamíferos insulares, donde el aislamiento y las condiciones ecológicas particulares han favorecido rápidos procesos de adaptación morfológica y procesos evolutivos en los que una especie se diferencia genéticamente y da lugar a una o varias especies nuevas.

En los lagomorfos (conejos, liebres y picas), la adaptación local puede manifestarse en diferencias sutiles, pero biológicamente relevantes. Las poblaciones que viven en matorrales abiertos, pastizales o zonas áridas pueden estar sometidas a presiones distintas de aquellas que ocupan bosques, selvas o ambientes montañosos. La visibilidad del entorno, la dureza de los alimentos, la necesidad de detectar depredadores y la disponibilidad de refugios pueden favorecer cambios en la forma del cráneo. Para quienes han trabajado con



Algunos representantes de conejos y liebres mexicanos. De izquierda a derecha, la liebre de Tehuantepec (*Lepus flavigularis*), fotografía: T. Rioja-Paradela; el conejo de las Isla Marias (*Sylvilagus graysoni*), fotografía: F. Osuna-López y el conejo zacatuche (*Romerolagus diazi*), fotografía: F. Osuna-López.

mamíferos, estas diferencias son comparables a las variaciones craneales observadas en roedores, carnívoros o ungulados cuando cambian las dietas, los sustratos o las estrategias de escape. Por ello, la variación geográfica no debe interpretarse solo como “tamaño diferente”, sino como una posible señal de adaptación, desarrollo de características físicas, funcionales o de comportamiento diferentes, aislamiento histórico o acumulación de diferencias físicas y genéticas con el tiempo.

Los lagomorfos representan un excelente modelo para estudiar la evolución de la forma, con especies de distribución muy restringida, algunas insulares o de alta montaña, y con contrastes marcados en comportamiento locomotor, uso de refugios y tolerancia ambiental. Aunque a simple vista muchas especies parecen muy similares, habitan una extraordinaria diversidad de ambientes, desde los desiertos más secos hasta bosques templados y selvas tropicales. Esta amplia distribución los expone a condiciones ambientales muy distintas, convirtiéndolos en un grupo ideal para analizar cómo el ambiente influye en la morfología.

Los conejos y las liebres poseen, además, una historia evolutiva que abarca más de 50 millones de años, durante los cuales han enfrentado a numerosas transformaciones climáticas, biológicas y geográficas. A pesar de esta larga historia evolutiva, muchas especies conservan una apariencia externa relativamente uniforme, ya sea porque se mantienen formas funcionalmente eficientes o por límites impuestos por el desarrollo craneal, lo que dificulta su identificación y el establecimiento de los límites precisos entre grupos de organismos (taxones), con el fin de definir dónde termina una especie y comienza otra. Además, en algunas especies se ha documentado su cruce biológico o hibridación, lo que puede complicar aún más su clasificación, y a ello se suma que algunas especies enfrentan actualmente pérdida de hábitat, fragmentación de sus poblaciones y otros factores de riesgo asociados con el cambio ambiental.

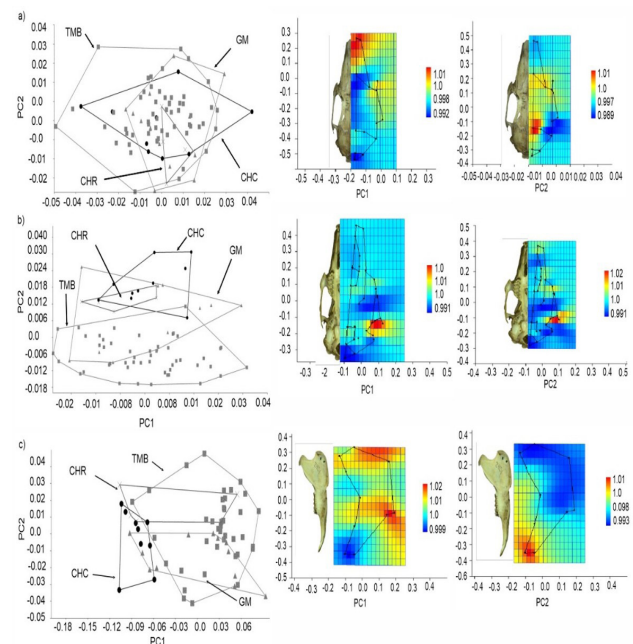
Una de las estructuras óseas que nos ofrece más información para comprender la historia evolutiva de las especies es el cráneo. Su valor radica no solo en proteger el encéfalo y los órganos sensoriales, sino también en constituir una estructura compleja compuesta por regiones anatómicas que pueden responder de manera distinta a presiones ambientales. Es decir, si una región del cráneo se modifica, puede afectar otras: un cambio en la longitud del rostro podría relacionarse con la posición de los dientes, la inserción de músculos masticatorios o la orientación de las órbitas. Esta integración limita algunas trayectorias evolutivas, pero también puede facilitar respuestas rápidas cuando varios rasgos contribuyen a una misma función. En los lagomorfos, esta idea es importante porque muchas características craneales parecen estar asociadas con demandas simultáneas de masticación, visión periférica, respiración y locomoción, por lo que tienden a mantenerse poco variables.

Por ejemplo, se ha propuesto que entre las características que podrían relacionarse con la locomoción destacan la fenestración maxilar, es decir, las aberturas óseas en la cara lateral del maxilar, que forma parte del hocico. Esta característica se ha asociado con la reducción del peso, modificación de la distribución de fuerzas y participación en la movilidad relativa de regiones craneales, así como la inclinación facial y ciertos rasgos de flexión craneal asociados con la posición de la cabeza. Asimismo, se ha evidenciado un vínculo entre una mayor velocidad, una mayor fenestración del maxilar y una inclinación facial más pronunciada. Estudios recientes han examinado cómo la fenestración, la flexión facial y la forma del rostro podrían relacionarse con la locomoción, la herbivoría y las demandas biomecánicas.

Otras estructuras craneales también reflejan la influencia del ambiente y podrían demostrar una función adaptativa de acuerdo con el tipo de hábitat que ocupa cada especie, como la relación del tamaño de la bula auditiva con la capacidad auditiva o la del desarrollo del proceso supraorbital con la protección de los globos oculares frente a impactos directos. Estas diferencias podrían relacionarse con la adaptación al estrés físico y metabólico, así como con la disponibilidad y distribución de los recursos alimenticios.

La mandíbula y la dentición aportan otra lectura funcional. En los conejos y liebres, los dientes son de crecimiento continuo. Debido a su alimentación herbívora, la masticación de material vegetal fibroso impone demandas mecánicas constantes sobre el cráneo. La forma del paladar, los premolares, los forámenes y la posición de las superficies de inserción muscular podrían variar en relación con la dieta y la historia evolutiva del grupo. El foramen premolar, por ejemplo, ha sido estudiado en lagomorfos actuales y fósiles porque su presencia, ausencia y configuración ofrecen información funcional y evolutiva sobre el paladar y las vías neurovasculares asociadas. Así, una lectura detallada del cráneo no solo permite reconocer diferencias externas, sino también inferir procesos internos de alimentación, sensibilidad, desarrollo y herencia evolutiva.

Para estudiar estos cambios con precisión, una herramienta especialmente útil es la morfometría geométrica, una metodología que permite analizar la forma de estructuras anatómicas a partir de puntos de referencia, conocidos como *landmarks*, y métodos que permiten analizar varias características simultáneamente. A diferencia de las mediciones lineales, utilizadas tradicionalmente, la morfometría geométrica no solo cuantifica el tamaño, sino que también permite visualizar cambios en forma y redistribución de regiones anatómicas, ya sea entre individuos, sexos, poblaciones o especies. Gracias a esto, es posible identificar patrones de variación morfológica que, de otra manera, pasarían desapercibidos e interpretar funcionalmente las diferencias observadas. Además, esta metodología puede aplicarse prácticamente a cualquier organismo que posea estructuras anatómicas definidas, desde insectos hasta mamíferos.



Variación en la forma del cráneo del conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*) en diferentes regiones de México. Las gráficas de la izquierda muestran qué tan similares o diferentes son los cráneos de las distintas poblaciones. Las imágenes de la derecha indican las zonas del cráneo donde existen más cambios entre ellas: rojo = mayor variación y azul = menor variación. Se incluyen las vistas craneales dorsal (a), ventral (b) y de la mandíbula (c). TMB = Eje Neovolcánico, GM = Golfo de México, CHR = Cordillera Central de Chiapas y CHC = Costa de Chiapas. Imagen tomada de M. C. Rosas-Ronzón (2021).

En mamíferos, la relación entre forma y función rara vez es lineal. Es decir, dos especies pueden parecer externamente semejantes y, sin embargo, diferir en proporciones craneales, orientación de la cara, longitud del rostro, robustez mandibular o tamaño relativo de las cavidades asociadas con la audición y el olfato. También puede ocurrir lo contrario: especies con apariencias externas diferentes pueden conservar patrones craneales parecidos si enfrentan demandas funcionales similares. Por ello, la morfología craneal es especialmente útil cuando se analiza en conjunto con información ecológica, geográfica, genética y conductual, ya que permite distinguir entre semejanza por parentesco, semejanza por adaptación funcional o semejanza por conservación evolutiva de una forma ancestral.

Además de su importancia ecológica, los rasgos craneales constituyen herramientas fundamentales para agrupar y ordenar a los seres vivos en categorías jerárquicas y reconstruir sus relaciones evolutivas. En conejos y liebres, el cráneo, la mandíbula, los segundos y terceros premolares, el proceso supraorbital (proyección ósea sobre la órbita del ojo) y el foramen incisivo (abertura del paladar detrás de los incisivos superiores), son algunas de las estructuras morfológicas más útiles para establecer el parentesco evolutivo entre las especies.

La morfología craneal también tiene un valor aplicado en conservación. En especies con distribución restringida o poblaciones fragmentadas, documentar la variación de forma puede ayudar a reconocer unidades geográficas diferenciadas, detectar pérdida de diversidad morfológica o identificar poblaciones con rasgos particulares que pueden resultar relevantes en planes de manejo. Además, cuando el cambio climático altera la disponibilidad de alimento, la cobertura vegetal o la frecuencia de eventos extremos, las respuestas morfológicas pueden no ser inmediatas, pero sí reflejar procesos acumulados de selección, plasticidad o aislamiento. Por ello, los cráneos depositados en colecciones científicas son más que ejemplares de referencia: constituyen archivos históricos que permiten comparar poblaciones a través del tiempo y evaluar cambios que serían imposibles de reconstruir solo con observaciones actuales.

Se ha propuesto que la combinación de la morfometría geométrica, medidas tradicionales, análisis moleculares y conocimiento de campo permite evaluar si las diferencias observadas corresponden a poblaciones locales, subespecies, especies distintas o linajes históricamente independientes. Esta perspectiva integradora es especialmente relevante en regiones como México, donde coinciden especies endémicas, poblaciones aisladas, ambientes contrastantes y lagomorfos con importancia de conservación, como los conejos *Romerolagus diazi* y *Sylvilagus graysoni* y la liebre *Lepus flavigularis*.

Los conejos y liebres constituyen un modelo excepcional para estudiar la respuesta de las especies a los cambios ambientales. Su amplia distribución geográfica, la diversidad de ambientes que ocupan y la sensibilidad a las variaciones climáticas permiten comprender mejor los procesos de adaptación que ocurren en la naturaleza. Analizar la variación en la forma del cráneo no solo ayuda a reconstruir la historia evolutiva de conejos y liebres, sino que también proporciona información valiosa para documentar cambios temporales o geográficos, con el fin de diseñar estrategias de conservación que aseguren la permanencia de estas especies en un mundo cada vez más cambiante.

El cráneo de conejos y liebres puede entenderse como un mapa biológico: en su forma se integran señales de historia evolutiva, adaptación ecológica, locomoción, alimentación y conservación. Estudiarlo permite mirar más allá de la apariencia externa y reconocer la profunda diversidad evolutiva que existe dentro de un grupo aparentemente uniforme.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación por la beca otorgada a C. Lorenzo

LITERATURA CONSULTADA

- Bramble, D. M. 1989. Cranial specialization and locomotor habit in Lagomorpha. *American Zoologist* 29:303-317.
- Fostowicz-Frelik, Ł., y J. Meng. 2013. Comparative morphology of premolar foramen in lagomorphs (Mammalia: Glires) and its functional and phylogenetic implications. *PLOS ONE* 8:e79794.
- Ge, D., *et al.* 2013. Evolutionary history of lagomorphs in response to global environmental change. *PLOS ONE* 8:e59668.
- Ge, D., *et al.* 2015. Geometric morphometric analysis of the skull morphology reveals loss of phylogenetic signal at the generic level in extant lagomorphs (Mammalia: Lagomorpha). *Contributions to Zoology* 84:267-284.
- Klingenberg, C. P. 2011. MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources* 11:353-357.
- Kraatz, B. P., E. Sherratt, N. Bumacod, y M. J. Wedel. 2015. Ecological correlates to cranial morphology in leporids (Mammalia, Lagomorpha). *PeerJ* 3:e844.
- Kraatz, B., *et al.* 2021. Lagomorpha as a model morphological system. *Frontiers in Ecology and Evolution* 9:636402.
- Lorenzo, C., T. M. Rioja-Paradela, y A. Carrillo-Reyes. 2015. State of knowledge and conservation of endangered and critically endangered lagomorphs worldwide. *Therya* 6:11-30.
- Matthee, C. A., B. J. Van Vuuren, D. Bell, y T. J. Robinson. 2004. A molecular supermatrix of the rabbits and hares (Leporidae) allows for the identification of five intercontinental exchanges during the Miocene. *Systematic Biology* 53:433-447.
- Rosas-Ronzón, M. C. 2021. Variación morfológica y genética del conejo castellano, *Sylvilagus floridanus* en México. Tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.
- Wood-Bailey, A. P., P. G. Cox, y A. C. Sharp. 2022. The evolution of unique cranial traits in leporid lagomorphs. *PeerJ* 10:e14414.
- Zelditch, M., *et al.* 2012. *Geometric morphometrics for biologists: a primer*. Elsevier Academic Press. Amsterdam, Holanda.

Sometido: 15/jul/2026.

Revisado: 30/jul/2026.

Aceptado: 31/jul/2026.

Publicado: 31/jul/2026.

Editor asociado: Dr. Juan Pablo Ramírez-Silva.