

La teoría de historia de vida

The life history theory

Jorge Eduardo González-Espinoza

jorge_gonzalez11213@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-4237-5973>

Norma Leticia Manríquez-Morán

mnorma@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-2058-0415>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Recibido: 31 de octubre de 2023.

Aceptado: 16 de noviembre de 2023.

Publicado: 5 de enero de 2024.

<https://doi.org/10.29057/h.v6i1.12011>

Fondo creado por: WangYiNa en Freepik.com

Resumen

La teoría de historia de vida permite estudiar la variación en las estrategias de historia de vida que presentan los seres vivos. Esta se basa en la idea de que, al tener limitaciones energéticas, genéticas y fisiológicas, los organismos se enfrentan a compromisos o compensaciones, que a lo largo del tiempo van a moldear las características que conforman sus estrategias de vida. Las características de historia de vida varían ampliamente entre los organismos y son aquellas que se relacionan con los patrones de crecimiento, la supervivencia y la reproducción de los individuos, afectando su adecuación y la dinámica de las poblaciones de las que forman parte.

Palabras clave: Selección, adaptación, adecuación, compromisos.

Abstract

The life-history theory allows the study of variation in the life-history strategies exhibited by the organisms. It is based on the idea that, due to energetic, genetic, and physiological constraints, organisms face trade-offs that will shape the characteristics comprising their life strategies over the time. Life-history traits vary widely among organisms and are those related to patterns of growth, survival, and reproduction in individuals, affecting their fitness and the dynamics of the populations to which they belong.

Keywords: Selection, adaptation, fitness, trade-offs.

Uno de los principales objetivos de la biología, es conocer cómo las características de los organismos han evolucionado a la forma en que las observamos hoy en día. Nos podríamos preguntar, ¿Por qué algunos individuos tienen cierto número de hijos y por qué unos tienen una mayor cantidad de descendientes que otros?, o ¿Por qué distintos individuos tienen diferentes periodos de vida? La teoría de historia de vida (THV) se considera parte de la ecología evolutiva y representa el marco conceptual que hace posible el estudio de la variedad de estrategias de historia de vida empleadas por los organismos, sus causas y las consecuencias de su variación. Esta teoría intenta explicar la evolución de las características de los organismos como una respuesta adaptativa a la variación ambiental (Winemiller, 2005) y comprender la acción de la selección natural y la forma en que se expresa la variación genética (Stearns, 1992). La THV estudia la variación intraespecífica e interespecífica en el crecimiento, la supervivencia y las características reproductivas de los organismos, debido a que estos

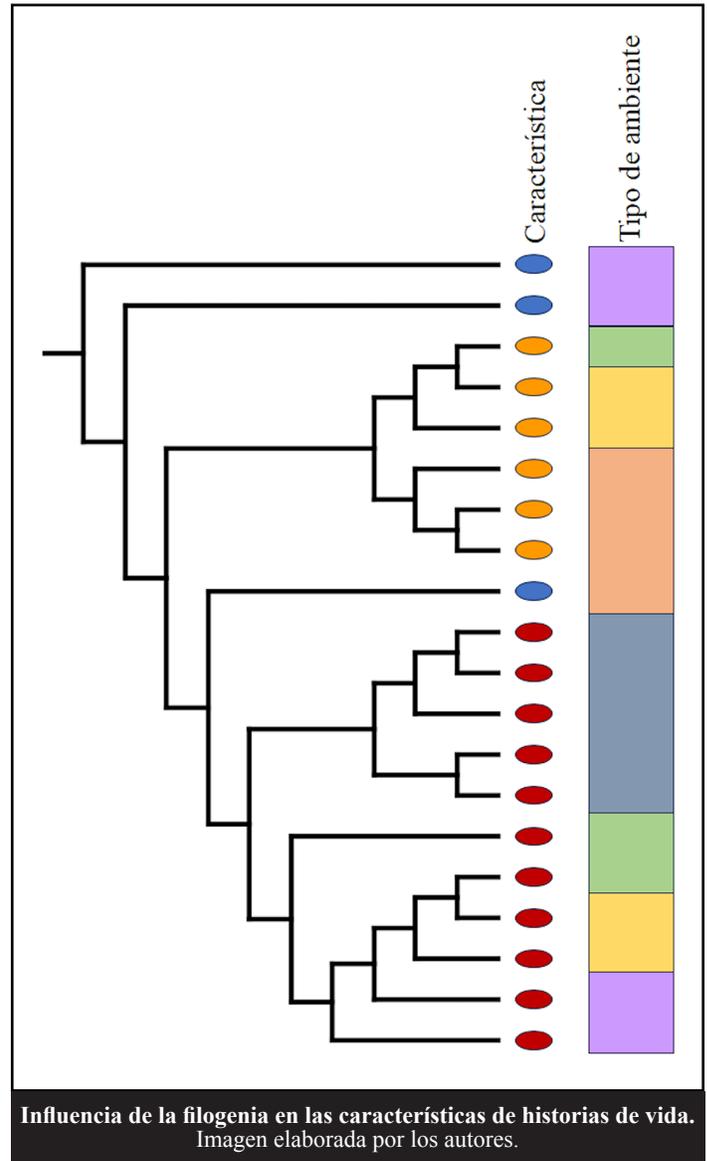
atributos afectan su adecuación (la capacidad que tiene un individuo de reproducirse y dejar descendientes a lo largo de su vida) y la dinámica de las poblaciones. Además, la teoría se basa en la idea de que los organismos enfrentan *trade-offs* (compromisos o disyuntivas) que surgen de las limitaciones energéticas, fisiológicas, genéticas o de desarrollo que presentan los individuos, y que estos, van a generar los patrones en las historias de vida que se observan dentro y entre los taxones.

Las principales características asociadas con las HV son: la talla al nacimiento, los patrones de crecimiento, la edad y talla a la madurez sexual, el número, talla y proporción sexual de las crías, la inversión reproductiva específica, la longevidad, y la edad y talla a la muerte. Debido a que los organismos que habitan nuestro planeta presentan historias evolutivas independientes, existe una gran variedad de combinaciones de atributos de HV (Stearns, 1992).

La variación en las características de historia de vida está determinada principalmente por dos factores: la filogenia (los patrones de relaciones de parentesco entre los taxones) y los factores ambientales (Stearns, 1992). La influencia de estos factores es variable entre las especies, entre poblaciones de la misma especie e incluso en la misma población, en momentos diferentes. La THV señala que las características de historia de vida interactúan como grupos de caracteres que evolucionan de manera conjunta. Cuando la filogenia tiene un efecto importante, los taxones cercanamente emparentados, tienden a mantener las características ancestrales, independientemente de la presión ambiental (Shine, 2005; Davies *et al.*, 2013). En otras circunstancias, el ambiente provoca el cambio en las características de los organismos, en función de las condiciones externas y se ha sugerido que combinaciones específicas de los atributos, han sido ajustadas por selección natural (SN) en diferentes ambientes (Stearns, 1992). La SN puede operar de diferentes formas sobre las características de historias de vida, mediante selección direccional, que incrementa o reduce el valor de la media de un atributo determinado (al seleccionarse algún fenotipo extremo), mediante selección disruptiva o divergente que promueve la variación en las características (Ord *et al.*, 2002), o mediante la selección estabilizadora, en la que se favorecen los valores promedio de un carácter y la diversidad genética es limitada (Holand *et al.*, 2020).

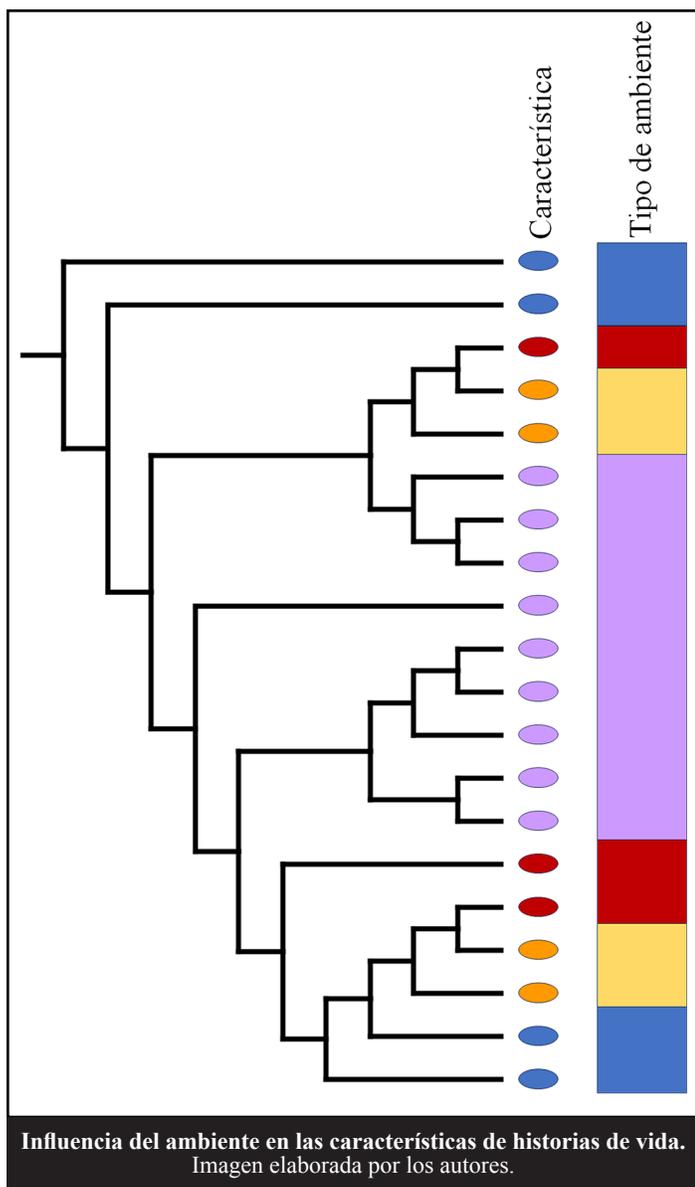
La mejor forma de explicar la variación en las características de historia de vida entre taxones es a través de la filogenia (Miles y Dunham, 1993) y para ello, es necesario conocer las relaciones de parentesco entre las especies y las condiciones ambientales bajo las cuales se ha desarrollado el grupo de interés. Por esta razón es importante integrar información morfológica, ecológica, fisiológica y etológica en un contexto histórico para poder evaluar si una característica fue moldeada por el ambiente o por la historia evolutiva del taxón.

Diversos estudios han mostrado que los organismos de especies emparentadas comparten un mayor número de características de historias de vida entre ellos, aunque habiten en ambientes diferentes, en comparación con



aquellos organismos de especies menos emparentadas que se encuentran en hábitats similares (Dominguez-Guerrero *et al.*, 2022). Por otra parte, se menciona que la variación en las características de historias de vida entre taxones puede ser el resultado de factores independientes a la filogenia, y son expresadas en respuesta a las presiones ambientales, que alteran el tiempo de vida y gasto de energía de los organismos.

Durante la segunda mitad del siglo XX y principios de este siglo, se han propuesto varios modelos que intentan explicar la variación en las características de historias de vida. Uno de los más conocidos es el modelo del continuo r-K, propuesto por MacArthur y Wilson (1967) y retomado por Pianka (1970). Este modelo indica que los organismos están sujetos a una mortalidad dependiente de la densidad (considerada como el factor de selección) y pueden ser situados en el “continuo r-K”. El extremo final “r-” representa el “vacío ecológico perfecto” (no existen depredadores, no hay competencia y existen recursos ilimitados) sin algún efecto de la densidad. Bajo esta situación los organismos dirigen toda la energía disponible a la reproducción, invierten

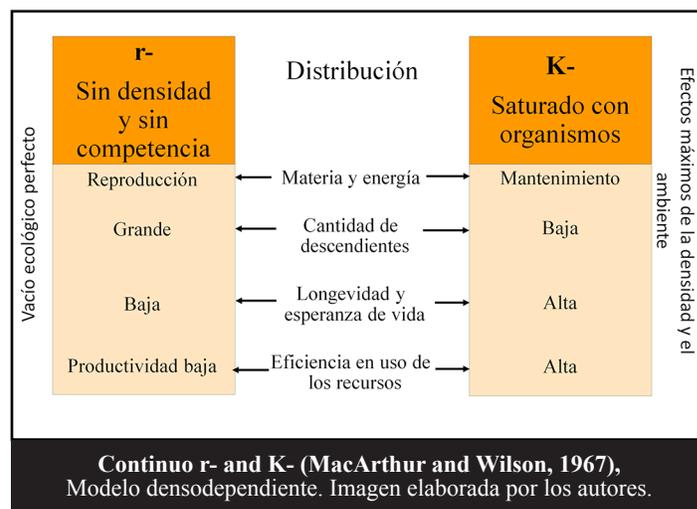


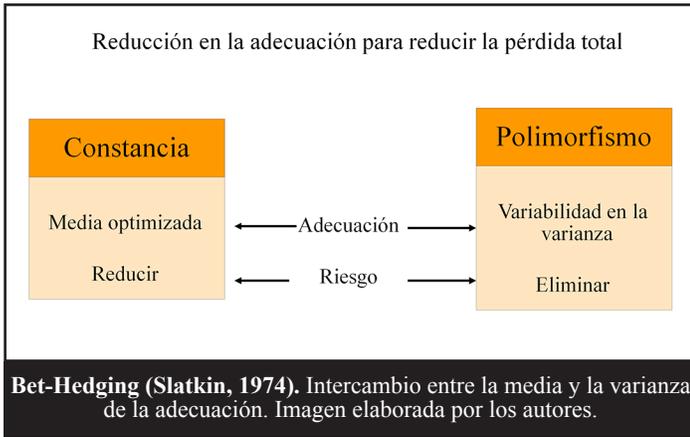
poca energía en cada individuo de la progenie y producen tantas crías como sea posible. El extremo K- se refiere al punto donde los efectos de la densidad son grandes y el ambiente está saturado de organismos. En esta situación, la competencia es extrema y los organismos tienden a dirigir su energía al mantenimiento y la producción de pocas crías para incrementar la eficiencia en la utilización de los recursos. De acuerdo con este modelo, ningún organismo es totalmente r- o K-seleccionado, pero todos tienden a alguno de los dos extremos (MacArthur y Wilson, 1967; Pianka, 1970). Estas tendencias son relativas y los organismos pueden catalogarse con una estrategia más cercana a r o K, solo si se comparan con otros. Por lo tanto, se puede decir, que todas las plantas herbáceas se acercan más a una estrategia r, que las especies de árboles, que presentan un mayor número de características de la estrategia K (Gadgil y Solbrig, 1972). Aunque los efectos dependientes de la densidad han sido difíciles de probar, existen algunos ejemplos que muestran su importancia. En un estudio realizado en el Carbonero Común (*Parus major*) se encontró que, gracias a la selección estabilizadora, se favorecen tamaños de nidada grandes, cuando las densidades poblacionales son pequeñas

y nidadas pequeñas, en los años en que las densidades poblacionales son más altas (Saether *et al.*, 2016).

Otro modelo para explicar la variación en las características de historia de vida es el conocido como “continuo rápido-lento” (Promislow y Harvey, 1990). Este modelo toma en cuenta la relación entre la tasa de mortalidad (considerada como el factor de selección) y la variación en los atributos de historia de vida, las cuales, según el modelo, son independientes de la talla de los organismos. Este modelo discrimina dos extremos que son dependientes de la intensidad de la mortalidad, en el primero se encuentran los organismos con tasas de mortalidad alta e historia de vida rápida, que se caracterizan por presentar madurez sexual temprana, tasas altas de crecimiento corporal, un número alto de descendientes, esfuerzo reproductivo grande y esperanza de vida baja. Por otro lado, se encuentran los organismos con tasas de mortalidad baja e historia de vida lenta, que presentan madurez sexual tardía, tasas de crecimiento corporal lentas, número de descendientes pequeño, esfuerzo reproductivo bajo, pocos eventos reproductivos y longevidad alta. El estudio de Promislow y Harvey (1990) mostró que, dentro de los mamíferos, las especies que presentan tasas de mortalidad altas exhiben estrategias de historia de vida rápidas en comparación con las que experimentan tasas de mortalidad menores. Un ejemplo del continuo rápido-lento, se encontró en aves boreales, en las que se observó que las especies migratorias a larga distancia presentan características típicas de una estrategia lenta (fecundidad y tamaños de puesta bajos y supervivencia alta), que son compartidas con especies no migratorias, mientras que las especies con distancias de migración cortas presentan atributos de una estrategia rápida (fecundidad y tamaños de puesta grandes y supervivencia baja) (Winger y Pegan, 2021).

Un modelo alternativo, es el conocido como “bet-hedging” o apostar a lo seguro (Slatkin, 1974), el cual muestra cómo los individuos deben optimizar su adecuación en ambientes variables e impredecibles (con cambios drásticos en los factores ambientales como la temperatura, la precipitación, la salinidad, etc.). La idea que sustenta a esta propuesta es que un individuo debe reducir al máximo la variabilidad en su adecuación entre los años para que esta se maximice a lo largo de su vida (Slatkin, 1974; Olofsson *et al.*, 2009).



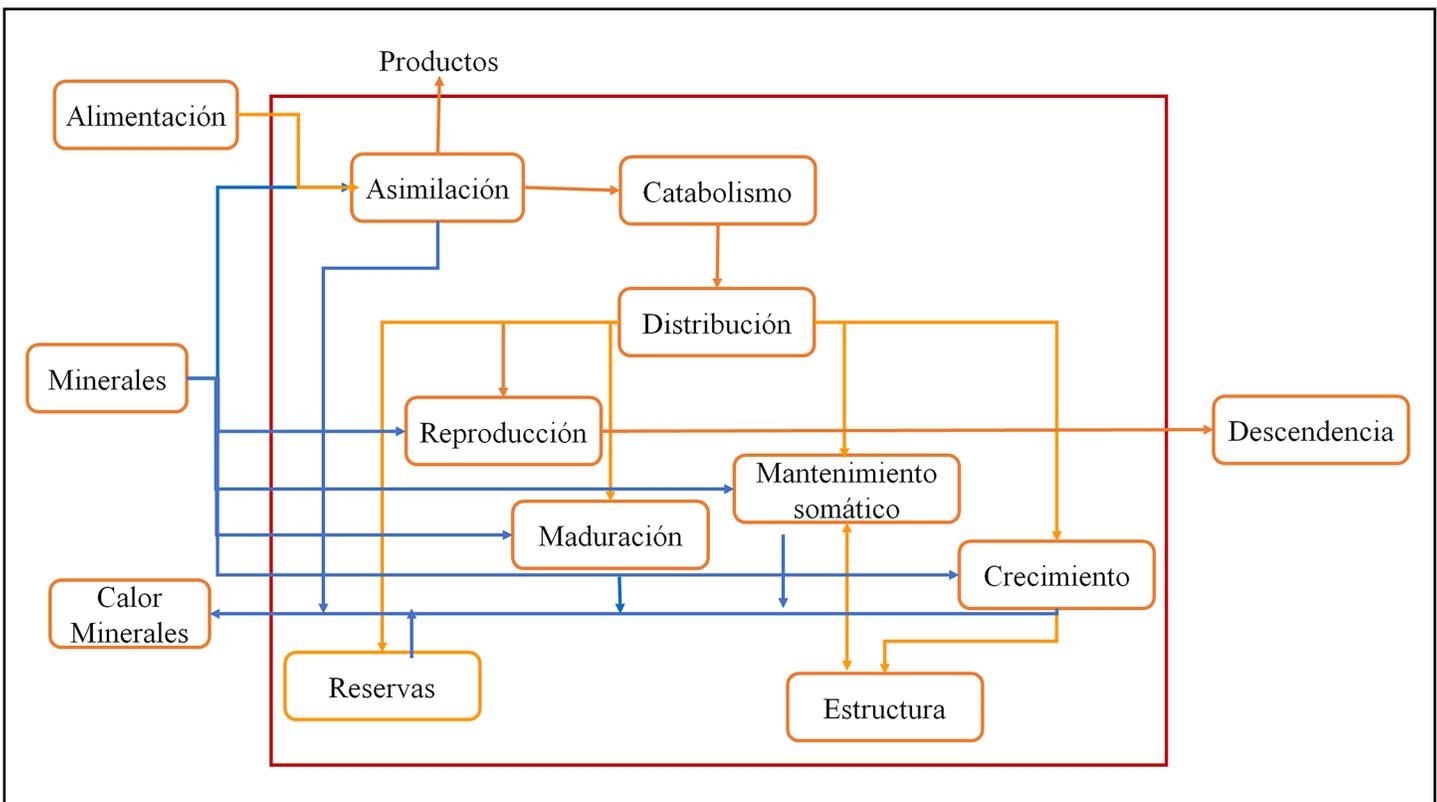


la variación en la adecuación entre generaciones (Marshall *et al.*, 2008).

Recientemente, algunos autores han propuesto la teoría metabólica de historia de vida, la cual señala que las estrategias de historias de vida de los organismos son un reflejo de la asignación de energía metabólica a rasgos que determinan su adecuación y su tiempo generacional. Bajo esta propuesta, la adecuación depende de la forma en que la energía metabólica se utiliza para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción. El modelo metabólico señala que las características adaptativas han evolucionado a través de la selección natural debido al efecto que tienen en los componentes de la adecuación. Sin embargo, las especies tienen una adecuación promedio similar, dado que, en el estado estacionario, los padres se reemplazan a sí mismos con sus descendientes en cada generación, por lo que las tasas de natalidad y mortalidad son similares, y las poblaciones permanecen constantes. La teoría se basa en la idea de igualdad en la adecuación y la suposición de que las poblaciones no presentan crecimiento (Burger *et al.*, 2019).

En ambientes impredecibles, los individuos deben evitar la especialización a condiciones ambientales específicas. Pues los especialistas podrían verse beneficiados en años favorables, pero ser fuertemente afectados en años desfavorables, lo que resultaría en una adecuación altamente variable a largo plazo. Por otra parte, los generalistas pueden tener una adecuación relativamente constante a lo largo de su vida, aunque las condiciones sean cambiantes (Olofsson *et al.*, 2009). Se considera que los organismos con esta estrategia apuestan a lo seguro, al no invertir toda su energía en la reproducción y arriesgarse a perder toda su progenie por un cambio imprevisto en su entorno. Esta estrategia se ha observado en varias especies de invertebrados marinos que habitan en ambientes impredecibles, donde las hembras producen descendientes de tamaños variables dentro de la misma nidada, y su adecuación es mayor que en las hembras que producen crías de un mismo tamaño. El beneficio de producir crías de distinto tamaño consiste en la reducción de

Una consecuencia de la diversidad biológica con la que cuenta nuestro planeta es la gran variedad de estrategias de historia de vida que exhiben los organismos, las cuales representan combinaciones de atributos que bajo ciertas condiciones incrementan la supervivencia y el éxito reproductivo de los individuos, así como el crecimiento de las poblaciones. En el marco de la THV se ha podido evaluar la evolución de dichas características y su relación con los factores ambientales, a través de los distintos modelos propuestos. Sin embargo, los cambios y perturbaciones que está enfrentando actualmente el



Modelo metabólico. Asimilación y distribución de la energía. Modificado de: Sousa *et al.*, 2008.

planeta han puesto en peligro a un gran número de especies y su interacción con el ambiente. Por ello, es necesario recolectar un mayor número de datos sobre las estrategias de HV de los organismos, para evaluar el efecto de dichas perturbaciones en la adecuación de los organismos y en su viabilidad a largo plazo. Pero también, es necesario incluir esta información en las estrategias de conservación, debido a que las características que presentan los organismos han sido generadas en respuesta al ambiente en el que ocurren y presentan una correlación con el riesgo de extinción de las especies (Gallagher *et al.*, 2021).



Referencias

- Burger, J. R., Hou, C. y Brown, J. H. (2019). Toward a metabolic theory of life history. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116 (52), 26653-26661. <https://doi.org/10.1073/pnas.1907702116>
- Davies, T. J., Wolkovich, E. M., Kraft, N. J. B., Salamin, N., Allen, J. M., Ault, T. R., Betancourt, J. L., Bolmgren, K., Cleland, E. E., Cook, B. I., Crimmins, T. M., Mazer, S. J., McCabe, G. J., Pau, S., Regetz, J., Schwartz, M. D. y Travers, S. E. (2013). Phylogenetic conservatism in plant phenology. *Journal of Ecology*, 101 (6), 1520-1530. <http://www.jstor.org/stable/42580384>
- Domínguez-Guerrero, S. F., Méndez-de la Cruz, F. R., Manríquez-Morán, N. L., Olson, M. E., Gallina-Tessaró, P., Arenas-Moreno, D. M., Bautista-Del Moral, A., Benítez-Villaseñor, A., Gadsden, H., Lara-Reséndiz, R. A., Maciel-Mata, C. A., Muñoz-Nolasco, F. J., Santos-Bibiano, R., Valdez-Villavicencio, J. H., Woolrich-Piña, G. A. y Muñoz, M. M. (2022). Exceptional parallelisms characterize the evolutionary transition to live birth in phrynosomatid lizards. *Nature Communications*, 13, 2881. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-30535-w>
- Gadgil, M. y Solbrig, O. T. (1972). The concept of r- and K-Selection: Evidence from wildflowers and some theoretical considerations. *The American Naturalist*, 106 (947), 14-30. <https://doi.org/10.1086/282748>
- Gallagher, R. V., Butt, N., Carthey, A. J. R., Tulloch, A., Bland, L., Clulow, S., Newsome, T., Dudaniec, R. Y. y Adams, V. M. (2021). A guide to using species trait data in conservation. *One Earth*, 4 (7), 927-936. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.06.013>
- Holand, H., Kvalnes, T., Røed, K. H., Holand, Ø., Saether, B. E. y Kumpula, J. (2020). Stabilizing selection and adaptive evolution in a combination of two traits in an arctic ungulate. *Evolution*, 74 (1), 103-115. <https://doi.org/10.1111/evo.13894>
- Marshall, D. J., Bonduriansky, R. y Bussière, L. F. (2008). Offspring size variation within broods as a bet-hedging strategy in unpredictable environments. *Ecology*, 89 (9), 2506-2517. <https://doi.org/10.1890/07-0267.1>
- MacArthur, R. H. y Wilson, E. O. (1967). *The theory of island biogeography*. Princeton University Press.
- Miles, D. B. y Dunham, A. E. (1993). Historical perspectives in ecology and evolutionary biology: The use of phylogenetic comparative method. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24 (1993), 587-619. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.24.110193.003103>
- Olofsson, H., Ripa, J. y Jonzén, N. (2009). Bet-hedging as an evolutionary game: the trade-off between egg size and number. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276, 2963-2969. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009>
- Ord, T. J., Blumstein, D. T. y Evans, C. S. (2002). Ecology and signal evolution in lizards. *Biological Journal of Linnean Society*, 77, 127-148. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8312.2002.00100.x>
- Pianka, E. (1970). On r- and K- Selection. *The American Naturalist*, 102, 592-597.
- Promislov, D. E. L. y Harvey, P. H. (1990). Living fast and dying young: A comparative analysis of the life-history variation among mammals. *Journal of Zoology*, 220, 417-437. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1990.tb04316.x>
- Saether, B. E., Visser, M. E., Grøtan, V. y Engen, S. (2016). Evidence for r- and K-selection in a wild bird population: A reciprocal link between ecology and evolution. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 2832015241120152411. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.2411>
- Shine, R. (2005). Life-History evolution in reptiles. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 36, 23-46. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.36.102003.152631>
- Slatkin, M. (1974). Hedging One's evolutionary bets. *Nature*, 250, 704-705.
- Sousa, T., Domingos, T., y Kooijman, S. A. L. M. (2008). From empirical patterns to theory: a formal metabolic theory of life. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363 (1502), 2453-2464. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2230>
- Stearns, S. C. (1992). *The evolution of life histories*. Oxford University Press.
- Winemiller, K. O. (2005). Life history strategies, population regulation, and implications for fisheries management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62 (4), 872-885. <https://doi.org/10.1139/f05-040>
- Winger, B. M. y Pegan, T. M. (2021). Migration distance is a fundamental axis of the slow-fast continuum of life history in boreal birds. *The Auk*, 138 (4), ukab043. <https://doi.org/10.1093/ornithology/ukab043>