



Montañas: cómo se definen y su importancia para la biodiversidad y la humanidad

Gómez Díaz, Jorge Antonio; Villalobos, Fabricio

Montañas: cómo se definen y su importancia para la biodiversidad y la humanidad

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 27, núm. 2, julio-octubre 2020 | e88

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Gómez Díaz, J. A. y Villalobos, F. (2020). Montañas: cómo se definen y su importancia para la biodiversidad y la humanidad. *CIENCIA ergo-sum*, 27(2). <https://doi.org/10.30878/ces.v27n2a9>

Montañas: cómo se definen y su importancia para la biodiversidad y la humanidad

Mountains: how they are defined and their importance for biodiversity and humanity

Jorge Antonio Gómez Díaz
Universidad Veracruzana, México
jorggomez@uv.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-8182-7584>

Recepción: 09 de julio de 2018
Aprobación: 22 de agosto de 2019

Fabricio Villalobos
Instituto de Ecología, A. C., México
fabricio.villalobos@inecol.mx
 <http://orcid.org/0000-0002-5230-2217>

RESUMEN

Las montañas cubren un 12% de la superficie terrestre y un 23% del territorio de México. Tomando como base lo anterior, el objetivo es poner al alcance de los lectores una definición actual y objetiva de lo que es una montaña, así como informarles de manera simple acerca de su importancia biológica como guardianas de la biodiversidad y proveedoras de servicios ecosistémicos. Para esto, realizamos una búsqueda documental sobre el tema ecología de montaña. Nuestro principal interés es que se reconozcan a las montañas como sitios prioritarios para la conservación debido a los múltiples beneficios que suministran a la humanidad. Desafortunadamente, muchas de las montañas en el mundo y en México se encuentran bajo diferentes amenazas.

PALABRAS CLAVE: servicios del ecosistema, regiones montañosas, conservación, altitud, elevación, riqueza de especies.

ABSTRACT

Mountains cover 12% of the earth's surface and 23% of the Mexican territory. Our goal with this essay is to provide the readers with a current and objective definition of what a mountain is, as well as to inform them in a simple way about the biological importance of mountains as guardians of biodiversity and providers of ecosystem services. To do so, we performed a literature search of the most important works on mountain ecology. Our main result is to recognize mountains as priority conservation sites due to the multiple benefits they provide to humanity. Unfortunately, many of the mountains in the world and in Mexico are under different threats.

KEYWORDS: ecosystem services, mountainous regions, conservation, altitude, elevation, species richness.

INTRODUCCIÓN

Las montañas han capturado nuestra atención desde que tenemos registro de conocimiento. Por diversas razones, que van desde el asombro y la curiosidad hasta los beneficios y ventajas que ofrecen en comparación con tierras bajas, hemos estado interesados como humanidad en conocer y aprender acerca de lo que sucede en ellas y cómo podemos usar eso para nuestro bienestar. En este artículo queremos poner al alcance de los lectores una definición actual y objetiva de lo que es una montaña, así como informarles de manera simple acerca de su importancia biológica como guardianas de la biodiversidad y proveedoras de servicios ecosistémicos que nos benefician a todos.

1. ¿QUÉ ES UNA MONTAÑA?

Aunque la respuesta a esta pregunta podría parecer obvia, en realidad es difícil ofrecer una definición científica de lo que es (Körner *et al.*, 2011). Por ejemplo, la Real Academia Española (2017) define el término *montaña* como “gran elevación natural del terreno”. Otra definición la encontramos en Wikipedia (2016), donde se describe como

“una eminencia topográfica (elevación natural de terreno) superior a 700 m respecto a su base”. Sin embargo, no toda elevación de terreno es una montaña, ya que existen planicies como la Mesa del Centro o altiplano mexicano de alrededor de 2 000 m de elevación o las vastas planicies en Asia Central a más de 3 000 m de altitud. Aunado a esto, el clima tampoco es un factor que defina a las montañas, dado que cualquier categoría fría podría incluir a las tierras bajas árticas o antárticas, mientras que las montañas tropicales oscilan desde selvas ecuatoriales cálidas hasta condiciones de vida árticas cerca de sus cumbres (Körner *et al.*, 2011).

Dado que la única característica en común de las montañas es lo escarpado del terreno (ángulo de pendiente respecto a la horizontal), ésta es la unidad científica para definir a las montañas alrededor del planeta. Esta unidad, llamada *escabrosidad*, es definida como la diferencia de elevación máxima entre sitios vecinos. Debido a que lo escarpado del terreno es una característica de cada pendiente específica, el Portal de la Evaluación Global de la Biodiversidad de las Montañas (GMBA por sus siglas en inglés) adoptó el concepto como un subrogado simple y pragmático para definir a las montañas de todo el mundo (Spehn y Körner, 2005). Los cálculos se basan en el modelo de elevación digital (DEM por sus siglas en inglés) disponible por la base de datos WorldClim (Hijmans *et al.*, 2005). Este DEM está representado por una cuadrícula (*raster*) de 30 segundos de resolución (aproximadamente ~1 km en el ecuador). La elevación de cada celda focal en esa cuadrícula se comparó con la elevación de sus ocho celdas vecinas. Si la diferencia entre la más baja y la más alta de estas nueve celdas supera los 200 m, la celda focal se asigna como “escabrosa”, es decir, perteneciente al terreno de una montaña (Körner *et al.*, 2011).

Las montañas se agrupan en cordilleras o sierras y cubren en total un 12% de la superficie terrestre (Körner *et al.*, 2017). En diferentes continentes del planeta, las montañas pueden cubrir desde una pequeña porción del territorio hasta casi la mitad de su territorio. Por ejemplo, en Oceanía cubren 43%, 20% de Asia, 17% de Norteamérica, 12% de Sudamérica, 9% de Europa y 2% África (Körner *et al.*, 2017).

2. IMPORTANCIA DE LAS MONTAÑAS

Las montañas son importantes, en particular, para la humanidad y, en general, para la biodiversidad por diferentes razones. La población mundial que habita en regiones montañosas conforma un 10%. Además, todos los ríos mayores nacen en áreas montañosas y más de la mitad de la humanidad depende del agua que brota de ellas (Körner, 2007). También, la mitad de los 36 sitios prioritarios de biodiversidad del planeta definidos por Myers *et al.* (2000) como zonas de elevada biodiversidad, endemismo y pérdida de hábitat (los famosos *hotspots*) se encuentra en montañas. La vegetación de montaña provee de comida, fibras y forraje, atrae turistas y a menudo alberga sitios de patrimonio cultural y paisajes de excepcional belleza (Körner *et al.*, 2017). Aunado a lo anterior, las montañas sirven a los ecólogos como laboratorios naturales para realizar numerosos estudios de diversa índole.

El límite del bosque es la frontera biogeográfica más prominente en las montañas. Está “línea” es el límite altitudinal hasta donde los árboles pueden crecer (a menudo se le llama también línea de árboles). Asimismo, representa un límite de forma de vida que restringe el crecimiento de árboles sin importar a que especie se refiera. Debido a que una gran variedad de factores ambientales locales puede modificar la distribución forestal de alta elevación (e. g. sequía, fuego, avalanchas y uso de la tierra), la temperatura media en la estación de crecimiento (6.7 ± 0.8 °C) se utiliza como el límite superior de bosque por convención a escala global. El límite de bosque climático representa la mejor referencia biológica contra el cual se pueden definir otros cinturones de elevación en las montañas, que convierte a esta línea en una referencia ideal para otras zonas bioclimáticas (Becker *et al.*, 2007; Paulsen y Körner, 2014).

Para lograr una comparación global de la biota de montañas es necesario dividir las en bandas correspondientes a diferentes altitudes. Estas bandas altitudinales tienen que ser convertidas en bandas climáticas que tomen en cuenta el aumento de temperatura cuando uno se acerca al ecuador (Körner *et al.*, 2011). Las montañas están divididas en siete zonas de vida térmica (bandas térmicas) definidas únicamente por la temperatura y, por tanto, el cambio latitudinal en la elevación de áreas térmicamente similares (Körner *et al.*, 2011). Estas bandas, de abajo hacia arriba, son: *a*) sin congelación, *b*) cálida, *c*) montaña baja, *d*) montaña alta, *e*) alpina baja, *f*) alpina alta y

g) nival (cuadro 1) (Körner *et al.*, 2017; Körner *et al.*, 2011). Tres de estas bandas están por encima del límite de bosque (nival, alpina alta y baja) y las demás por debajo de este límite.

CUADRO 1
El área global de las bandas bioclimáticas de montaña para terrenos accidentados

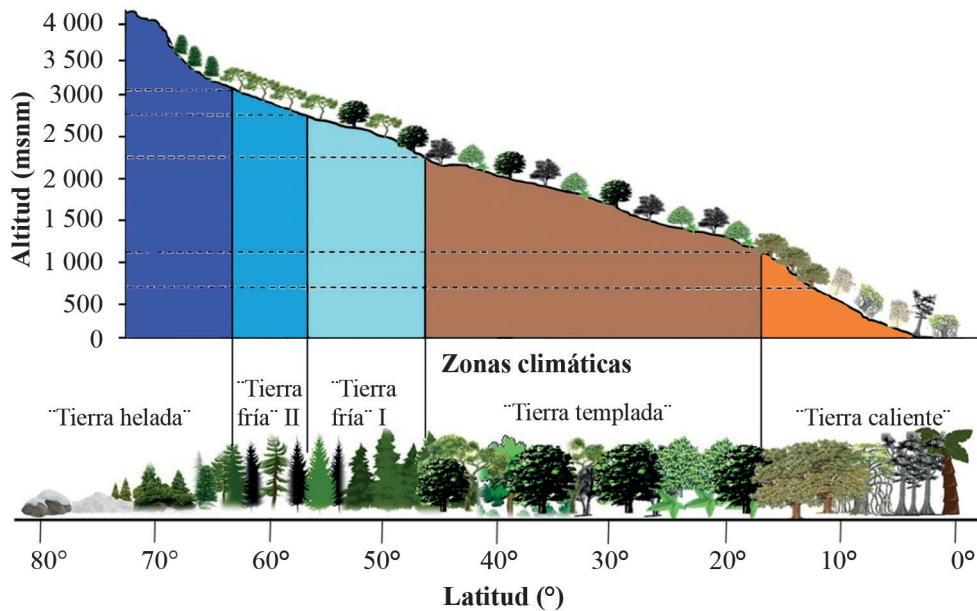
| Bandas termales | Temperatura media anual (°C) | Temporada de crecimiento (días)* |
|------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Nival | < 3.5 | < 10 |
| Alpina alta | < 3.5 | < 10 < 54 |
| Alpina baja | < 6.4 | < 94 |
| Límite de bosque | | |
| Montaña alta | > 6.4 | |
| Montaña baja | > 10 | |
| Cálida | > 15 | |
| Sin congelación | > 15 | |

Fuente: Körner *et al.*, 2011.

Nota: *La parte del año durante la cual la lluvia y la temperatura permiten que las plantas crezcan.

3. BIODIVERSIDAD EN MONTAÑAS

Las montañas albergan al menos un tercio de la diversidad de especies terrestres en el mundo (Körner, 2007). En las regiones montañosas de los trópicos podemos encontrar todas las zonas de vida del planeta agrupadas en un rango de 10 km de distancia, razón por cual la mayoría de los sitios prioritarios de biodiversidad se encuentra en las montañas tropicales. Una breve excursión de un bosque tropical húmedo medio-montano a la cima de un glaciar andino alto corresponde a un viaje a baja elevación a través de zonas climáticas de quizás 7 000 km en distancia latitudinal (e. g. de Centroamérica al norte de Alaska) (gráfica 1) (Körner, 2000).



GRÁFICA 1

Diferentes zonas climáticas y tipos de vegetación encontradas a lo largo de gradientes altitudinales y latitudinales

Fuente: elaboración propia.

De hecho, a escala global, la verdadera flora alpina (arriba de la línea de árboles) cubre 3% del área terrestre con vegetación; por lo tanto, es relativamente rica en especies (Körner, 2000). Adicionalmente, por el aislamiento geográfico bajo el cual los ecosistemas montañosos han evolucionado, estos biomas también albergan un gran número de especies endémicas de prácticamente todos los grupos biológicos (aquellas restringidas en exclusivo a una región geográfica particular) (Steinbauer *et al.*, 2016). Algunas causas que propician el gran número de especies en las montañas son los cambios en la superficie de la tierra, las tendencias climáticas relacionadas con la altitud, los rápidos cambios en condiciones climáticas con la elevación a través de distancias geográficas muy cortas y por las fuertes condiciones de vida contrastantes que varían con la exposición y la topografía (Körner *et al.*, 2017).

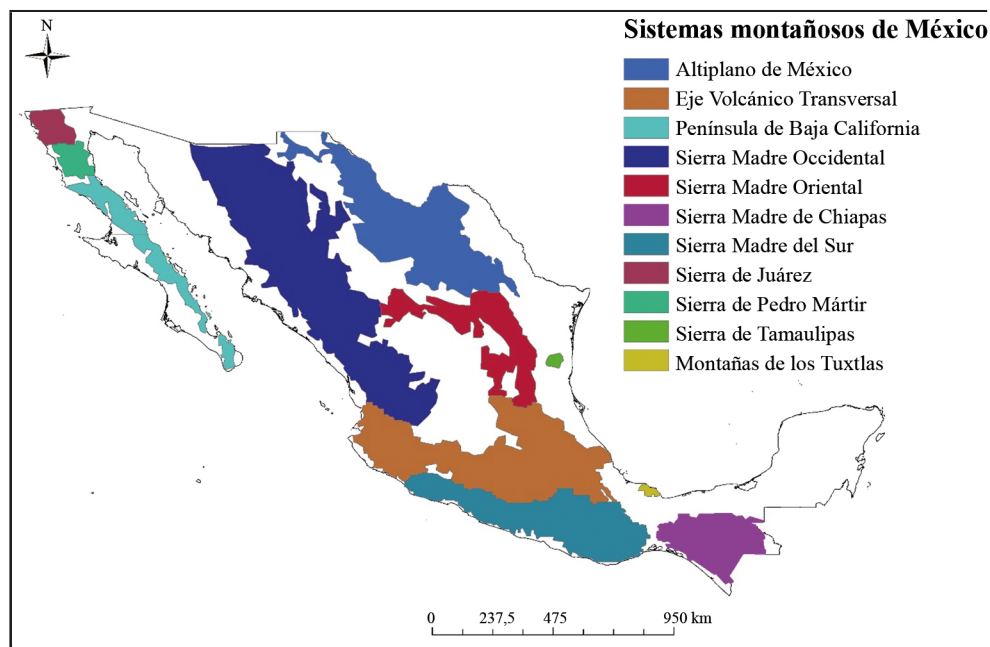
La amplia variedad de especies de plantas observadas en las montañas es particularmente importante porque la diversidad de vegetación ayuda en la preservación de los suelos en pendientes pronunciadas que contribuye a la protección de los paisajes naturales y poblaciones humanas contra peligros naturales y el impacto de eventos extremos (Körner *et al.*, 2017; Williams-Linera *et al.*, 2002). Además de la gran riqueza biológica y la biodiversidad, las pendientes que llegan hasta el cinturón alpino sin árboles son fuentes primarias de avalanchas, deslizamientos de tierra y otros peligros que hacen crucial la función de protección de los bosques de alta elevación (Becker *et al.*, 2007). Muchos de los servicios provistos por los ecosistemas montañosos, como la protección de pendientes por la cobertura vegetal y la productividad de bosques y agroecosistemas, son impulsados por los íntimos vínculos entre las plantas, los suelos y la biota del suelo asociada.

Algunas especies clave en la fauna del suelo (e. g. lombrices), a menudo llamadas “ingenieros de los ecosistemas”, impulsan la estructura del suelo y su hidrología en las capas superiores. Además, este tipo de especies disminuyen su abundancia y actividad a medida que aumenta la altitud (Becker *et al.*, 2007). Por este motivo, muchas regiones montañosas son ricas en concentraciones de nutrientes, pero a su vez son extremadamente frágiles y se erosionan fácilmente si la vegetación es perturbada (Becker *et al.*, 2007).

4. MONTAÑAS EN MÉXICO

De acuerdo con la GMBA, en México existen once regiones montañosas que representan 23% del territorio nacional, con 10% de la población humana total viviendo en ellas. Estas regiones son (de mayor a menor altitud) las siguientes: Eje Volcánico Transversal (elevación máxima 5 469 m), Sierra Madre de Chiapas (4 092 m), Sierra Madre del Sur (3 661 m), Sierra Madre Oriental (3 643 m), Sierra Madre Occidental (3 269 m), Altiplano de México (2 849 m), Sierra de San Pedro Mártir (2 838 m), Península de Baja California (2 020 m), Sierra de Juárez (1 904 m), montañas de los Tuxtlas (1 577 m) y Sierra de Tamaulipas (1 308 m). En la mayoría de estas regiones existen ecosistemas en buen estado de conservación y que se encuentran protegidos por la presencia de Áreas Naturales Protegidas (mapa 1).

La importancia para México de estas regiones montañosas radica en los múltiples servicios ambientales que proveen, los cuales pueden ser de apoyo (dispersión y reciclaje de nutrientes, producción primaria, hábitat de especies, etc.), de aprovisionamiento (alimentos, agua, farmacéuticos, etc.), de regulación (captura y almacenamiento de carbono, polinización de cultivos, purificación de agua y aire, etc.) y culturales (inspiración cultural, intelectual y espiritual, experiencias de recreación, descubrimiento científico, etc.) (Becker *et al.*, 2007; Bendix *et al.*, 2013; Gerold, Schawe y Bach, 2008; Grau y Aide, 2008; Homeier *et al.*, 2013; Payne *et al.*, 2017; Spehn & Körner, 2005; Williams-Linera *et al.*, 2002). Además, las cuencas hidrológicas más importantes y que proveen de agua a la mayoría de las ciudades del país nacen en las zonas montañosas. Asimismo, las montañas han servido como zonas de refugio no sólo para la biodiversidad sino también para las numerosas culturas, lenguas y cosmovisiones que aún existen en nuestro país (Aguirre Beltrán, 1991).



MAPA 1

Ubicación de las regiones montañosas de México

Fuente: elaboración propia con base en datos de Spehn y Körner, 2005.

ANÁLISIS PROSPECTIVO, CAMBIO CLIMÁTICO Y MONTAÑAS

Debido a sus transformaciones climáticas abruptas, las montañas también son centinelas del cambio en un mundo con un calentamiento acelerado y por lo tanto ofrecen “experimentos naturales” únicos para estudiar los mecanismos que conducen el origen y mantenimiento de la biodiversidad (Körner *et al.*, 2017).

Los ecosistemas de montañas han servido de refugio para organismos y se predice que también proveerán protección a la flora y fauna ante el cambio climático (Colwell *et al.*, 2008; McCain y Colwell, 2011). Esta es otra razón por la cual los ecosistemas de montaña representan áreas de conservación prioritaria (Körner *et al.*, 2017).

La biota de montañas responderá al cambio climático en varias formas. En la literatura científica hay un consenso de que el cambio climático empujará a las especies hacia elevaciones superiores a las que se encuentran actualmente. Por ejemplo, el monitoreo por diez años en algunas cumbres de los Alpes ha revelado una dinámica compleja en las comunidades, con una ganancia reciente en especies pioneras de la zona de pastizales alpinos y una inexplicable pérdida de otras especies bien adaptadas a climas fríos. En general, en esas cumbres han sido encontradas más especies pioneras de vegetación que hace 40-100 años. Uno de los riesgos obvios es la pérdida de especies en montañas que no son lo suficientemente altas para ofrecer rutas de escapes en el caso de desplazamientos hacia arriba de especies menos adaptadas al frío (Becker *et al.*, 2007).

Otros ejemplos de desplazamiento de especies hacia arriba en la montaña han sido documentados para mariposas, plantas y vertebrados. En el caso de México, por ejemplo, recientemente se documentó la presencia de una especie de ave (*Aramides axillaris*) típica de zonas costeras y tierras bajas en altitudes más elevadas (834 msnm), lo cual muestra un desplazamiento en su distribución hacia zonas más altas (García-Grajales *et al.*, 2016). En general, las predicciones sugieren una reducción acentuada de las distribuciones geográficas para muchas especies y posibles extinciones locales de algunas otras de altísima elevación. Sin embargo, nuestro conocimiento es todavía insuficiente para predecir lo que ocurrirá por efecto del cambio climático para la mayoría de las especies de una manera espacialmente explícita (Becker *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

En México, por fortuna, la mayoría de las ciudades tiene cerca una montaña. Es importante reconocer a las montañas como sitios prioritarios para la conservación debido a los múltiples beneficios que proveen a la humanidad. Desafortunadamente, muchas de las montañas en el mundo y en México se encuentran bajo diferentes amenazas como la deforestación, fragmentación de ecosistemas, degradación de suelos, erosión y minería. Esto puede poner en riesgo no sólo la supervivencia de las especies que habitan en ellas, sino a la mayor parte de la humanidad debido a la fuerte dependencia que existe entre ésta y las montañas.

¡Por esto es importante conocer, disfrutar y cuidar a las montañas como importantes guardianas de la biodiversidad!

REFERENCIAS

- Aguirre Beltrán, G. (1991). *Regiones de refugio*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Becker, A., Körner, C., Brun, J., Guisan, A., & Tappeiner, U. (2007). Ecological and land use studies along elevational gradients. *Mountain Research and Development*, 27(1), 58-65. [https://doi.org/10.1659/0276-4741\(2007\)27\[58:EALUSA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1659/0276-4741(2007)27[58:EALUSA]2.0.CO;2)
- Bendix, J., Beck, E., Bräuning, A., Makeschin, F., Mosandl, R., Scheu, S., Wilcke, W. (2013). *Ecosystem services, biodiversity and environmental change in a tropical mountain ecosystem of South Ecuador*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-38137-9>
- Colwell, R. K., Brehm, G., Cardelus, C. L., Gilman, A. C., & Longino, J. T. (2008). Global Warming, elevational range shifts, and lowland biotic attrition in the wet tropics. *Science*, 322(5899), 258-261. <https://doi.org/10.1126/science.1162547>
- García-Grajales, J., Buenrostro-Silva, A., y Meraz-Hernando, J. F. (2016). Registro notable de *Aramides axillaris* (Gruiformes, Rallidae) en los límites de la Sierra Sur de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 32(2), 206-209. <https://doi.org/10.21829/azm.2016.322952>.
- Gerold, G., Schawe, M., & Bach, K. (2008). Hydrometeorologic, pedologic and vegetation patterns along an elevational transect in the montane forest of the Bolivian Yungas. *Erde*, 139(1-2), 141-168.
- Grau, H. R., & Aide, M. (2008). Globalization and land use transitions in Latin America. *Ecology and Society*, 13(2), 60. <https://doi.org/10.1057/9780230603554>
- Hijmans, R. J., Cameron, S., Parra, J., Jones, P., Jarvis, A., & Richardson, K. (2005). WorldClim - Global Climate Data. Retrieved from <https://www.worldclim.org>
- Homeier, J., Werner, F. A., Gawlik, J., Peters, T., Diertl, K.-H. J., & Richter, M. (2013). Plant diversity and its relevance for the provision of ecosystem services. In J. Bendix, E. Beck, A. Bräuning, F. Makeschin, R. Mosandl, S. Scheu, & W. Wilcke (Eds.), *Ecosystem services, biodiversity and environmental change in a tropical mountain ecosystem of South Ecuador* (pp. 93-106). Berlin: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-38137-9>
- Körner, C. (2000). Why are there global gradients in species richness? Mountains might hold the answer. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(12), 513-514. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)02004-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)02004-8)
- Körner, C. (2007). The use of 'altitude' in ecological research. *Trends in Ecology & Evolution*, 22(11), 569-574. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.09.006>

- Körner, C., Jetz, W., Paulsen, J., Payne, D., Rudmann-Maurer, K., & M. Spehn, E. (2017). A global inventory of mountains for bio-geographical applications. *Alpine Botany*, 127(1), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s00035-016-0182-6>
- Körner, C., Paulsen, J., & Spehn, E. M. (2011). A definition of mountains and their bioclimatic belts for global comparisons of biodiversity data. *Alpine Botany*, 73-78. <https://doi.org/10.1007/s00035-011-0094-4>
- McCain, C. M., & Colwell, R. K. (2011). Assessing the threat to montane biodiversity from discordant shifts in temperature and precipitation in a changing climate. *Ecology Letters*, 14(12), 1236-1245. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01695.x>
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853-858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Paulsen, J., & Körner, C. (2014). A climate-based model to predict potential treeline position around the globe. *Alpine Botany*, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s00035-014-0124-0>
- Payne, D., Spehn, E. M., Snethlage, M., & Fischer, M. (2017, December). Opportunities for research on mountain biodiversity under global change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.11.001>
- Real Academia Española. (2017). *Diccionario de la lengua española* (DLE). Retrieved from <http://dle.rae.es/?id=Pj62efq>
- Spehn, E. M., & Körner, C. (2005). *Global Mountain Biodiversity Assessment. Assessment*.
- Steinbauer, M. J., Field, R., Grytnes, J.-A., Trigas, P., Ah-Peng, C., Attorre, F., ... Beierkuhnlein, C. (2016). Topography-driven isolation, speciation and a global increase of endemism with elevation. *Global Ecology and Biogeography*, 25(9), 1097-1107. <https://doi.org/10.1111/geb.12469>
- Wikipedia. (2016). Montaña-Wikipedia, la enciclopedia libre. Retrieved from <https://es.wikipedia.org/wiki/Montaña>
- Williams-Linera, G., Manson, R. H., & Isunza-Vera, E. (2002). La fragmentación del bosque mesófilo de montaña y patrones de uso del suelo en la región oeste de Xalapa, Veracruz, México. *Madera y Bosques*, 8(1), 73-89.

CC BY-NC-ND