

ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres



CÉSAR PAÚL LEY QUIÑÓNEZ*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.359.15>

Resumen

Los ecosistemas terrestres han evolucionado en conjunto durante los eventos geológicos y cambios atmosféricos del planeta, permitiendo que estos ecosistemas presenten una alta biodiversidad, tanto de flora como fauna, los cuales interactúan entre sí, así como con los factores abióticos. Estos componentes determinan factores como la cantidad de energía y materia en la estructura trófica, que a su vez dependen de la estructura y características de cada ecosistema, determinados principalmente por dos factores: el clima y la vegetación del ecosistema. Estos factores han dado lugar a la gran biodiversidad que se presenta en los ecosistemas terrestres y pueden ser clasificados por la composición vegetal principalmente, lo cual da origen a los macroecosistemas denominados biomas, una clasificación de ocho macroecosistemas (tundra; taiga; desierto; bosque tropical; bosque templado; bosque caducifolio; pastizales, y sabana) con una biodiversidad muy característica de cada región de la superficie terrestre.

Palabras clave: *ecosistemas; clima; vegetación; biodiversidad.*

* Doctor en Ciencias Biotecnológicas. Profesor-investigador titular C en IPN-CIIDIR, Unidad Sinaloa, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1043-7276>; correo electrónico: cleyq@ipn.mx

Introducción

Un ecosistema se puede definir como el conjunto de factores bióticos y abióticos en un espacio y tiempo determinado que dan lugar a las redes tróficas y la transferencia de energía (Martínez-Yrizar et al., 2010; Mendoza et al., 2014), y a su vez pueden ser divididos en ecosistemas acuáticos y terrestres (Carr et al., 2003; Mendoza et al., 2014). El presente capítulo se centrará en los ecosistemas terrestres, los cuales son aquellas áreas determinadas donde los factores bióticos, es decir, la biodiversidad, se desarrolla sobre suelos e interactúan entre sí y con los factores abióticos (Martínez-Yrizar et al., 2010; Mendoza et al., 2014).

Una definición más puntual la establecen Mendoza et al. (2014), quienes definen a los ecosistemas terrestres como *“unidades en que se estructura la vida en la tierra, las cuales son un sistema dinámico y adaptativo formado por las comunidades biológicas y su ambiente físico no biológico, en el que se manifiestan determinadas y precisas relaciones de interdependencia, en términos de energía y materia”*.

La definición de ecosistema establece que éste presenta una unidad o espacio determinado, sin embargo, la dinámica de los distintos factores que interactúan en él evita poder definir los límites o fronteras de un ecosistema, aunado a que muchos de los factores bióticos, en muchas ocasiones se desplazan por factores ambientales o ecológicos como las migraciones altitudinales o longitudinales, lo que da lugar a la interacción entre diferentes ecosistemas (Stuart Chapin et al., 2012).

Los ecosistemas terrestres representan 30% del planeta; sin embargo, la importancia de éstos radica en las funciones primarias que desempeñan como reguladores del clima, evitar la erosión del suelo, mantenimiento y conservación de la biodiversidad, y dan sostén a las redes tróficas, así como a los ciclos biogeoquímicos (Medellín A., 2024; Mendoza et al., 2014; Nowlin et al., 2008).

Aunado a lo anterior, los bienes y servicios ecosistémicos que ofrecen, son esenciales para el desarrollo de la vida del ser humano, como son: los servicios de soporte, es decir, los procesos ecológicos que se llevan a cabo (fotosíntesis, polinización, control de la erosión y ciclo del agua), y son la

base para el funcionamiento de los ecosistemas y el resto de los servicios ecosistémicos; servicios de regulación, distintos procesos que permiten la regulación del agua y clima, secuestro de carbono y purificación del aire y agua, entre otros; servicios de abastecimiento, aquellos que obtenemos directamente del ambiente como alimentos, medicinas y otros productos necesarios para la sociedad, y servicios culturales, los cuales se relacionan con el bienestar físico y mental del ser humano (Fischlin, A. et al., 2007; Harde- lin y Lankoski, 2018).

Entre los principales factores que influyen para la estructura y funciona- miento de los ecosistemas terrestres están la edad del suelo, tipo de vegeta- ción, condiciones topográficas y el tipo de sustrato sobre el que se desarrollan (ONU, 2015; Ostberg et al., 2013; Roxburgh y Noble, 2001). Estos factores son determinantes para los ciclos de materia y energía, los cuales son esen- ciales, ya que éstos influirán en la estructura comunitaria, así como en el funcionamiento de los procesos físicos y biológicos (Nowlin et al., 2008; Stuart Chapin et al., 2012).

Porque la disponibilidad de recursos es un papel primario en la deter- minación de las densidades de consumo, biomasa y tasas de crecimiento, el momento y la disponibilidad de los recursos influirán, tanto en la estructu- ra comunitaria como en la función de ecosistema (Nowlin et al., 2008).

La materia y energía en los ecosistemas terrestres

El movimiento de la materia y energía por medio de las redes tróficas es lo que permite la vida y el buen funcionamiento del ecosistema. La energía fluye mientras que la materia circula; sin embargo, estos elementos se con- servan, ya que no se crea nueva energía ni materia, sino que son transfor- madas mediante distintos procesos bióticos y abióticos, los cuales depen- derán de la complejidad de las redes tróficas que presenten los ecosistemas (Fischlin, A. et al., 2007).

El ciclo de la energía, también denominado flujo de la energía, debido a que ésta no circula dentro del ecosistema, sino que fluye por medio de éste, comienza en los productores primarios al captar la luz solar en el proceso de la fotosíntesis al igual que materia, CO₂ del proceso de respiración de

los animales, y H₂O del medio. Durante este proceso se forman moléculas orgánicas (carbohidratos), las cuales sirven de alimentos y energía para los consumidores primarios. Una vez que la energía y la materia entran en la red trófica, éstas son movidas por medio de los eslabones superiores o consumidores secundarios, terciarios, etc. En el caso de la energía, ésta es utilizada por los organismos para la respiración celular y calor, y es liberada de nuevo a la atmósfera en forma de calor (Hardelin y Lankoski, 2018; Martínez-Yrizar et al., 2010). Por otro lado, la materia circular dentro del ecosistema, una vez que es utilizada por los consumidores, los desechos de los organismos, así como los productores y consumidores muertos, son aprovechados por los descomponedores, transformando la materia en nuevas moléculas que son recicladas dentro del ecosistema (Fischlin, A. et al., 2007).

El ciclo de la materia depende de la circulación e intercambio de elementos químicos entre los seres vivos, y el ambiente y la obtención de los nutrientes necesarios para la vida, así como la regulación del clima del planeta. También es conocido como ciclo biogeoquímico (agua, oxígeno, carbono, fósforo, azufre, nitrógeno, nutrientes y geológico. Este ciclo se realiza por medio de procesos de transporte, producción y descomposición, donde intervienen factores bióticos y abióticos (Stuart Chapin et al., 2012). Dicho proceso permite que la materia esté en constante movimiento en todo el ecosistema, garantizando su correcto funcionamiento, generando cambio en la composición de la materia, sin producir nueva, es decir, la materia se recicla constantemente en átomos y moléculas entre distintos ecosistemas, e incorporados a los seres vivos, lo cual permite la vida en los ecosistemas (Nowlin et al., 2008).

Vida en ecosistemas terrestres

Los procesos previamente tratados, así como la estructura y funcionamiento de un ecosistema, dependen gran medida de los componentes bióticos y abióticos de cada sistema, y cómo éstos se relacionan entre sí. Estos componentes determinarán factores como la cantidad de energía y materia en la estructura trófica, así como la velocidad de transformación y movimiento a

la que ocurren. Lo anterior también dependerá de la estructura y características de cada ecosistema, los cuales están determinados principalmente por dos factores: el clima y la vegetación del ecosistema (Martínez-Yrizar et al., 2010; Mendoza et al., 2014).

Clima

La evolución de los ecosistemas terrestres ha estado fuertemente ligada al clima a lo largo de la vida del planeta, ya que este factor determina principalmente la temperatura y disponibilidad del agua en escalas de tiempo de décadas o siglos, mientras que en los ciclos glaciales del planeta (milenios), posiblemente ha dado estructura y distribución geográfica de los ecosistemas, así como a los ciclos de la energía, materia y el clima regional (Pielke et al., 1998).

Por ello, el clima y los ecosistemas terrestres han evolucionado en conjunto durante los eventos geológicos y cambios atmosféricos del planeta (Pielke et al., 1998). El clima de cada región determinará la radiación solar, humedad relativa, temperatura y precipitación. Estos dos últimos factores, en particular, darán lugar a la vegetación del ecosistema terrestre (Martínez-Yrizar et al., 2010; Mendoza et al., 2014).

Vegetación

Cada ecosistema terrestre está fuertemente ligado a la vegetación, es decir, la distribución horizontal vertical de las plantas de la región (Borges et al., 2021; Canadell et al., 2007; Westman et al., 2021), que, a su vez, va a condicionar el tipo de animales que se presentan en cada ecosistema. Por ello, la vegetación imperante de cada ecosistema es utilizada como una forma de delimitación visual de los ecosistemas (Mendoza et al., 2014), por lo que la descripción del ecosistema puede ser representada por la fisonomía vegetal y la composición florística.

La composición florística, por otro lado, se refiere al total de especies vegetales y como éstas se relacionan taxonómicamente, es decir, de acuerdo

con su árbol filogenético; por ejemplo, la vegetación de los desiertos en todo el mundo presenta características distintivas de ese ambiente, en cualquier desierto del mundo. La fisonomía vegetal, por otro lado, es una clasificación de la vegetación propuesta por Teoflastos (300 a. C.) y fue retomada por Humboldt (1769-1859), la cual sigue siendo la más aceptada hasta la actualidad. Esta clasificación tiene como objetivo describir los aspectos característicos de la vegetación, ya que permite definir de forma más sencilla las características y elementos del paisaje (Granados-Sánchez y González-Sánchez, 2003), y se clasifica de acuerdo con las comunidades vegetales y estructura en árboles, arbustos y hierba. Este tipo de clasificación, a su vez, también considera la estratificación, cobertura y tipo de follaje de la vegetación, las cuales están determinadas por el clima de la región (Mendoza et al., 2014).

A partir de estos dos criterios de la vegetación de los ecosistemas, se han definido dos clasificaciones de los macroecosistemas. De acuerdo con la composición florística, se clasifican en ecozonas o regiones biogeográficas, las cuales son las escalas de mayor extensión geográfica, definidas por el tipo de vegetación característica de cada región; actualmente se identifican ocho: neártico, paleártico, neotropical, afrotropical, indomalayo, australiana o Australasia, antártico y oceánico.

De acuerdo con la fisonomía vegetal, los biomas se definen como la composición de varios ecosistemas que comparten características climáticas, vegetales y animales. Esta clasificación define a una menor escala que las regiones biogeográficas, como el clima, la flora y fauna evolucionaron en conjunto para dar lugar a regiones que comúnmente son aisladas por barreras naturales como los océanos, cadenas montañosas u otras barreras edafológicas y geográficas (Mucina, 2019; Small y Shevtsov, 2024). Por ello, este modelo de clasificación es uno de los más utilizados, ya que define los macroecosistemas de acuerdo con las características bióticas y abióticas de cada región.

Biomás

El concepto de bioma es una categorización de los ecosistemas, caracterizados, como ya se mencionó, por el tipo de clima y vegetación imperante. Si bien el clima define el tipo de bioma, particularmente precipitación y temperatura, la vegetación los caracterizan, debido a la dominancia de sus comunidades en paisaje en escalas de tiempo y espacio, por lo que estas comunidades bióticas se definen como “Biomás” (Mucina, 2019).

La definición de bioma ha presentado muchas variaciones y cambios a lo largo del tiempo, así como las tendencias científicas. Incluso, hoy en día, diferentes autores clasifican a los biomás de distintas maneras, variando en las características y números de categorías según el autor. Para el presente escrito se describirán ocho categorías de bioma, de acuerdo con Considine (2005): tundra, taiga, desierto, bosque tropical, bosque templado; bosque caducifolio, pastizales y sabana.

Tundra

La vegetación característica de estos biomás son líquenes y musgos principalmente, así como pastos, arbustos y árboles enanos. No se presentan árboles altos debido al permafrost, por ello el nombre de tundra, el cual deriva del finlandés y quiere decir desarbolado.

Este tipo de bioma es característico de las regiones árticas y subárticas (60-70° N), por lo que se presentan temperaturas que van desde los 5°C en verano, hasta los 50°C en invierno. Son zonas de fuertes vientos y se presenta nieve en la mayor parte del año.

Las regiones árticas y antárticas son características de tundra, cercanas a los polos, mientras que las zonas alpinas, es decir, las montañas altas, se consideran dentro de este tipo de bioma, ya que se presentan condiciones similares a las otras dos regiones.

Los animales que se pueden encontrar en estos ambientes son zorros, conejos y búhos. Algunos de los animales más característicos de cada región son los osos polares en el Ártico, y los pingüinos en el Antártico.

Figura 1. *Tundra*

Fuente: creada por SeaArt.Ai, 2024.

Taiga

Este tipo de bioma se presenta hacia los hemisferios previos a las tundras. Se caracteriza por la vegetación compuesta de pinos y abetos, los cuales forman los bosques boreales en el hemisferio norte (norte de Europa y Rusia, norte de Japón, y Canadá y Alaska), mientras que, en el hemisferio sur, hay pequeñas extensiones de este bioma (Chile y Argentina), por lo que los bosques no se consideran boreales, sino mixtos debido a que, además de coníferas como los alerces, presentan existen árboles caducifolios como roble y el olmo.

Las taigas del hemisferio norte son los bosques más extensos del planeta, son regiones frías con poca precipitación, pero, a diferencia de la tundra, presentan una gran biodiversidad, tanto en flora como en fauna. Por ello, estas regiones ricas en madera son de gran importancia para el planeta, ya que son reservorios de carbonos y productores de oxígeno.

Figura 2. *Taiga*

Fuente: creada por SeaArt (2024).

Desierto

Este tipo de bioma se caracteriza por presentar un clima seco con escasas lluvias (25-250 mm anualmente). En los desiertos hay una erosión muy dinámica, ya sea eólica o hídrica, que da lugar a la acumulación de arena. Las estructuras características en estas regiones son las dunas.

Las temperaturas son extremas, muy cálidas durante el día a muy frías durante la noche, por lo que la vegetación está especializada para estas regiones, que se caracteriza por la escasez de agua y varía dependiendo de la ubicación geográfica; por ejemplo, en el desierto de California se presentan cactáceas y matorrales caducifolios, mientras que en el desierto de Australia se observan eucaliptos y acacias, y predomina un tipo de pasto (*Spinifex* spp.).

Con respecto a la fauna, también es muy escasa, al igual que la vegetación. Entre los principales grupos animales se encuentran los reptiles y artrópodos, los cuales toleran muy bien las condiciones extremas de estas regiones.

Entre los mamíferos que se pueden encontrar destacan los roedores, sin embargo, en estos ecosistemas se presenta un alto movimiento de organismos entre distintos biomas, por lo que se pueden observar distintos mamí-

feros como coyotes, lobos, zorros, entre otros, mientras que hay otros muy particulares de cada región como los camellos en África y Asia.

Estos biomas representan una quinta parte de los ecosistemas terrestres y los desiertos más importantes se ubican en África (desiertos del Sahara y desierto de Namib), Chile (desierto de Atacama), entre Mongolia y China (desierto de Gobi), Estados Unidos (desierto de Mojave), Egipto (desierto Blanco) y en Australia (desierto Arenoso y desierto de Victoria).

Figura 3. *Desierto*



Fuente: creada por SeaArt (2024).

Bosque tropical

También llamadas selvas tropicales, este tipo de biomas se caracterizan por una abundante vegetación, así como una variedad de formas animales como insectos, aves y mamíferos. Estos ecosistemas presentan una gran variedad de composiciones vegetales por todo el mundo, incluso en un mismo país o región; sin embargo, se distinguen por ser ambientes húmedos, lluviosos y calurosos.

Los bosques tropicales presentan árboles muy altos y estratificados verticalmente, ya que hay una alta disponibilidad de energía solar. En conse-

cuencia, la competencia por la captación solar es continua y el ciclo energético es muy elevado en estos biomas. Aunado a esto, como resultados de las distintas estratificaciones vegetales, también se presentan estratificaciones de la fauna, tanto vertical como horizontalmente.

Con respecto al ciclo de la materia, la alta disponibilidad de ramas y hojas, así como organismos muertos y excretas, genera una alta actividad de consumidores y descomponedores, que aunado a las altas precipitaciones (2,000 mm anuales) y temperatura, propicia un eficiente reciclaje de la materia, por lo que el ciclo presenta una excelente dinámica y alta productividad.

Debido a todos estos factores previamente mencionados, en estos biomas existen diversas comunidades y todas las estructuras vegetales, árboles, arbustos y hierba. Asimismo, la riqueza biológica es muy diversa, encontrándose especies representativas de todos los reinos; entre los más característicos se puede destacar a los mamíferos, reptiles, anfibios, peces y aves.

Entre las selvas más importantes del mundo se encuentran en África (selva del Congo y de Madagascar), en Sudamérica (la selva Amazónica), en Australia (selva de Daintree, en Indonesia (selva de Borneo) y los bosques tropicales de América del Sur (Surinam, Guyana y Guyana Francesa).

Figura 4. *Bosque tropical (selva)*



Fuente: creada por SeaArt (2024).

Bosques templados

Estos biomas se presentan en ambos hemisferios, y como su nombre lo indica, se encuentran en regiones templadas, aunque pueden estar en regiones frías. Son bosques característicos de las montañas con climas subhúmedos a húmedos. Estos biomas se caracterizan por presentar un gran número de plantas con flores y frutos (angiospermas), árboles altos como coníferas y encinos, así como árboles caducifolios, matorrales, arbustos, hongos y musgos.

Estos biomas se caracterizan por tener una precipitación abundante (500-2000 mm), mientras que las estaciones son muy marcadas, con bajas temperaturas en invierno y temperaturas cálidas en verano.

Estas regiones son ricas en materia orgánica, el suelo es rico en humus, además de que el tipo de suelo y la vegetación ayudan a la evapotranspiración y a la recarga de aguas subterráneas, por lo que los procesos de los ciclos biogeoquímicos también son muy dinámicos durante todo el año y de gran importancia para el planeta.

Figura 5. *Bosque templado*



Fuente: creada por SeaArt (2024).

Bosques caducifolios

La vegetación de estas regiones son los álamos, robles, hayas, olmos y arces, los cuales se caracterizan por perder las hojas durante las temporadas de otoño e invierno, con el fin de mantener los niveles hídricos.

En estas regiones se presentan temporadas muy marcadas entre el invierno y el verano, por lo que hay una alta migración de muchos animales, o bien, algunos realizan hibernación.

A escala mundial existen dos tipos de bosques caducifolios: los templados, que es el más común y se encuentra prácticamente en todos los continentes; mientras que los bosques caducifolios tropicales y subtropicales tienen un clima más cálido, y comúnmente están asociados a otros biomas como la selva y los desiertos en las regiones tropicales y subtropicales del mundo.

Figura 6. *Bosque caducifolio*



Fuente: creada por SeaArt (2024).

Pastizales

La vegetación dominante son las gramíneas (pastos y hierbas). Estos biomas se caracterizan por una precipitación y humedad que no son adecuadas para el desarrollo de árboles, por lo que los pastos son las comunidades que más

dominan el paisaje. Comúnmente estos ecosistemas se localizan en regiones semiáridas con un clima seco y están asociados a los desiertos. Las zonas de pastizales suelen ser vastas extensiones, por lo que son lugares muy importantes para el pastoreo.

Si bien los principales pastizales en el mundo son los de la región euroasiática (estepa euroasiática), la cual abarca varios países de ambos continentes, en América del Norte entre Estados Unidos y México, este tipo de vegetación destaca por cubrir alrededor de 50% de la superficie terrestre, que además de ser un bioma, forma parte de diversos biomas como la taiga y la sabana.

Cabe señalar que estos paisajes son excelentes captadores de carbono en los ecosistemas terrestres y contribuyen a la formación de materia orgánica, por lo que los pastizales son imperativos para diversos ciclos biogeoquímicos, además de estar asociados a ríos y humedales, siendo de suma importancia para el funcionamiento de estos ecosistemas.

Aunado a lo anterior, estos biomas ofrecen gran disponibilidad de alimento para los organismos de pastoreo como los rumiantes y herbívoros, mientras que debido a la abundancia de animales que se alimentan en estas regiones, también hay un alto número de depredadores que usan estas regiones como sitios de caza.

Figura 7. *Pastizales*



Fuente: creada por SeaArt (2024).

Sabana

Este tipo de bioma se caracteriza principalmente por la presencia de pastizales, acompañados de árboles dispersos y escasos, altamente resistentes a la sequía. Se desarrollan en zonas muy secas, con dos temporadas bien definidas: estiaje y lluvia.

La sabana es uno de los biomas más conocidos a escala mundial. Por ejemplo, destacan la sabana africana es una de las regiones emblemáticas de la biodiversidad animal, particularmente por especies como la jirafa, elefante, rinoceronte, cebrá, chita y león. Entre la vegetación que se puede encontrar, además de los pastizales, árboles como la acacia y el baobab.

Si bien la sabana africana es el más grande y representativo de este tipo de bioma, en Australia también se localiza una ecorregión de la sabana, la cual representa 40% del territorio australiano, compuesto principalmente por pastizales y eucaliptos. En cuanto a la fauna, al igual que la africana, existen animales muy característicos como el equidna, canguros y el lagarto varano o monitor.

Cabe señalar que las sabanas africana y australiana poseen una alta biodiversidad endémica, por lo que son considerados biomas de gran patrimonio biológico y de importancia ambiental, así como zonas vitales para la conservación de la biodiversidad.

Figura 8. *Sabana*



Fuente: creada por SeaArt (2024).

Conclusiones

El planeta Tierra se encuentra en constante cambio, lo que promueve el crecimiento de la vida, en un balance entre la interacción del clima, el ecosistema y la biodiversidad. Estos factores dan forma y características a los biomas, que, a su vez, interactúan entre ellos en un constante intercambio de energía y materia.

La biodiversidad, en su estado constante de movimiento, provoca cambios e interacciones ecológicas entre diversos biomas. Esto conlleva la creación de nuevas rutas en el flujo de la energía y la materia, y a su vez, modificaciones en la estructura y funcionamiento de un ecosistema, así como en el desarrollo de los componentes bióticos y abióticos.

Estos factores contribuyen a la formación de nuevos eslabones en las redes tróficas y la expansión de éstas. Con el tiempo, estos eslabones ocuparán su propio espacio, dominando el medio con una vegetación y clima distintivos, acompañados de una biodiversidad singular, lo que dará lugar a un nuevo bioma y la continuación de la evolución de nuestro planeta.

Referencias

- Borges, P. A. V., Gabriel, R., Fattorini, S., & Group, B. (2021). *Biodiversity Crisis*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95981-8_300012
- Canadell, J. G., Pataki, D. E., & Pitelka, L. F. (2007). Terrestrial World in a Changing Ecosystems. In *Springer*. Springer.
- Carr, M. H., Neigel, J. E., Estes, J. A., Andelman, S., Warner, R. R., & Largier, J. L. (2003). Comparing marine and terrestrial ecosystems: Implications for the design of coastal marine reserves. *Ecological Applications*, 13(1 SUPPL.), 90-107. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2003\)013\[0090:cmatei\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2003)013[0090:cmatei]2.0.co;2)
- Considine, G. D. (2005). Biome. En *Van Nostrand's Scientific Encyclopedia* (p. 10). <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/0471743984.vse1086>
- Fischlin, A., G., Midgley, F., Price, J. T., Leemans, R., Gopal, B., Turley, C., Rounsevell, M. D. A., Dube, O. P., Tarazona, J., & Velichko, A. A. (2007). Ecosystems, their properties, goods and services. In M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. Van der Linden, & C. E. Hanson (Eds.), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (pp. 211–272). Cambridge University Press.

- Granados-Sánchez, D. & González-Sánchez, A. (2003). Clasificación fisionómica de la vegetación de La Sierra de Catorce, San Luis Potosí, a lo largo de un gradiente Altitudinal. *Terra Latinoamericana*, 21(3), 321–332. <http://www.redalyc.org/pdf/573/57321303.pdf>
- Hardelin, J., & Lankoski, J. (2018). Land Use and Ecosystem Services. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, 114.
- Martínez-Yrizar, A., Felger, R. & Búrquez, A. (2010). Los ecosistemas terrestres: un diverso capital natural. *Diversidad biológica de Sonora*, 129–156.
- Medellín A. (2024). *Ecosistema terrestres: cuáles son, características y ejemplos*. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/ecosistema-terrestres-cuales-son-caracteristicas-y-ejemplos/>
- Mendoza, A., Passariño, S., Quiroga, C., & Suárez, F. (2014). La perspectiva espacio-temporal de los ecosistemas terrestres. En *Ecosistemas Terrestres*.
- Mucina, L. (2019). Biome: evolution of a crucial ecological and biogeographical concept. *New Phytologist*, 222(1), 97–114. <https://doi.org/10.1111/nph.15609>
- Nowlin, W. H., Vanni, M. J., & Yang, L. H. (2008). Comparing resource pulses in aquatic and Terrestrial Ecosystems. *Ecology*, 89(3), 647–659. <http://www.esajournals.org/doi/pdf/10.1890/07-0303.1>
- ONU (2015). Vida de Ecosistemas Terrestres: por qué es importante. *Sustainable Development Goals*, 2. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/15_Spanish_Why_it_Matters.pdf
- Ostberg, S., Lucht, W., Schaphoff, S., & Gerten, D. (2013). Critical impacts of global warming on land ecosystems. *Earth System Dynamics*, 4(2), 347–357. <https://doi.org/10.5194/esd-4-347-2013>
- Pielke, R. A., Avissar, R., Raupach, M., Dolman, A. J., Zeng, X., & Denning, A. S. (1998). Interactions between the atmosphere and terrestrial ecosystems: influence on weather and climate. *Global Change Biology*, 4(5), 461–475. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.1998.00176.x>
- Roxburgh, S., & Noble, I. (2001). Terrestrial Ecosystems. In S. A. Levin (ed.), *Encyclopedia of Biodiversity* (pp. 637–646). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B0-12-226865-2/00269-8>
- SeaArt. (2024). *Bioma Taiga creada con SeaArt Infinity*.
- Small, G. E., & Shevtsov, J. (2024). The Ecosystem Concept. In *Encyclopedia of Biodiversity, Third Edition: Volume 1-7*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822562-2.00341-8>
- Stuart Chapin, F., Matson, P. A., & Vitousek, P. M. (2012). Principles of terrestrial ecosystem ecology. In *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology* (second). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9504-9>
- Westman, W., Peters, U. R., Janetos, A., Boyd, U. H., Pagnan, J., Bardecki, C. M., Wein, C. R., & Lopoukhine, N. (2021). *Chapter 3 Natural terrestrial ecosystems*. 48. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ipcc_far_wg_II_chapter_03.pdf on March 22, 2021