

## ARTÍCULOS

# La regeneración del bosque después de un incendio

## *Forest regeneration after a fire*

### **Cristina Martínez-Garza**

ORCID: 0000-0002-9310-564X/[cristina.martinez@uaem.mx](mailto:cristina.martinez@uaem.mx)

Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIBYC),  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

### **Iris Juan-Baeza**

Maestría en Biología Integrativa de la Biodiversidad y la Conservación,  
Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIBYC),  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

### **Kenya León-Carvajal**

ORCID: 0000-0003-0401-949X

Maestría en Biología Integrativa de la Biodiversidad y la Conservación,  
Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIBYC),  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

### **Miriam Hernández-Hernández**

ORCID: 0000-0001-5861-6906

Maestría en Biología Integrativa de la Biodiversidad y la Conservación,  
Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (CIBYC),  
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

## RESUMEN

Después de un evento de incendio se pueden realizar acciones de restauración ecológica dependiendo de la severidad del incendio y del potencial de regeneración natural del bosque. La severidad de incendio se puede evaluar con herramientas de sistemas de información geográfica y confirmarla mediante observación directa del estado de la vegetación y del suelo. El potencial de regeneración es alto (alta densidad y riqueza de plántulas) en bosques dependientes del fuego que experimentaron baja o media severidad de incendio; ahí se sugiere favorecer la regeneración natural mediante la exclusión de la perturbación. El potencial de regeneración es bajo en bosques que experimentaron alta severidad de incendio por lo que se sugiere la siembra directa de semillas o el establecimiento de plantaciones de restauración.

## PALABRAS CLAVE

bosque de coníferas, encinos, Huitzilac, pinos,  
Santa María Ahuacatitlán, Tepoztlán

## ABSTRACT

Restoration intervention might be necessary in burned forests depending in the fire severity and the potential for natural forest regeneration. The fire severity can be evaluated with remote information tools, and it should be confirmed in the field with direct observation of the state of the vegetation and the soil. Regeneration potential is high (i. e., high density and richness of seedlings) in fire-dependent forest which experienced low fire severity; there, it is suggested to favor natural regeneration by excluding disturbance. Regeneration potential is low in forests which experienced high fire severity and therefore, direct seeding or establishment of restoration plantings is suggested.

## KEY WORDS

coniferous forest, oaks, Huitzilac, pines,  
Santa María Ahuacatitlán, Tepoztlán

## **Introducción**

Los ecosistemas pueden recuperar su estructura y función original después de una perturbación. Una perturbación es un evento que altera un ecosistema al cambiar la disponibilidad de los recursos (Begon et al., 1987). Cuando la perturbación es pequeña, por ejemplo, la muerte de un árbol, el proceso de recuperación se denomina regeneración natural; por otra parte, cuando la perturbación es más grande e incluye el reemplazo de especies a lo largo del tiempo, el proceso es llamado sucesión natural (Begon et al., 1987). Las perturbaciones permiten el mantenimiento de la biodiversidad en los ecosistemas; la hipótesis de la perturbación intermedia de Connell (1978) señala que, a niveles intermedios de perturbación, se alcanza la biodiversidad más alta, mientras que en escenarios de muy alta o muy baja perturbación la biodiversidad disminuye.

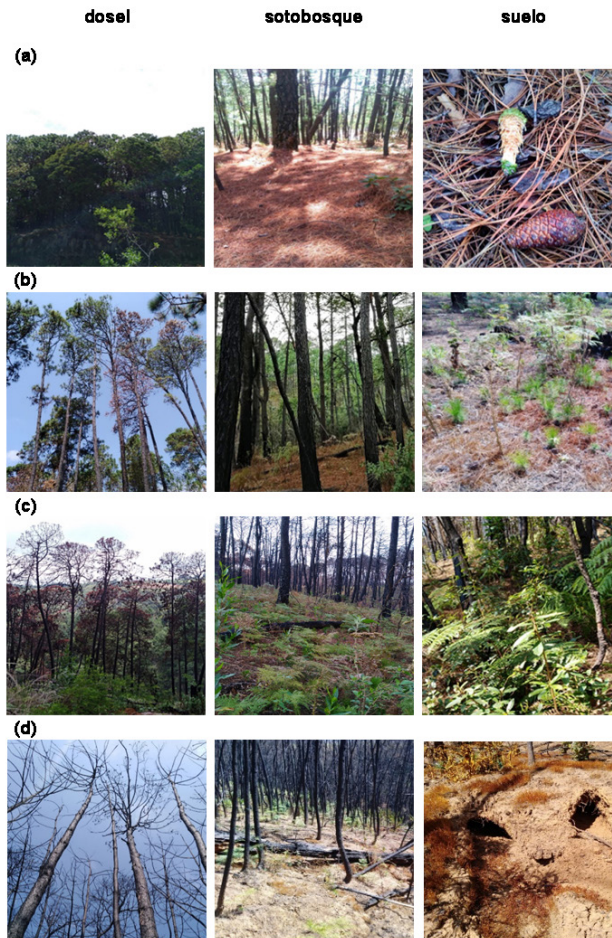
Los incendios son perturbaciones que afectan de manera diferencial a los ecosistemas. Los llamados ecosistemas propensos o dependientes del fuego acumulan combustible, como la hojarasca; tienen una estación seca suficientemente larga para que estos combustibles se sequen y, al quemarse, favorezcan la propagación del fuego (Hardesty et al., 2006; Myers, 2006). Entre los ecosistemas dependientes se cuentan los bosques de coníferas, como los de pino (Jardel-Peláez, 2010). Además, los árboles de los ecosistemas dependientes tienen adaptaciones, como las cortezas gruesas, que les permiten recuperarse después de un incendio; estos árboles pueden tener incluso características que favorecen el fuego, como la producción en sus hojas de aceites altamente inflamables (Pausas, 2012).

Por otra parte, están los ecosistemas llamados reluctantes o independientes del fuego que no favorecen la propagación del fuego (Jardel-Peláez et al., 2014); estos ecosistemas son muy húmedos, como el bosque mesófilo de montaña, o producen poco combustible inflamable, como la selva estacional o el bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 2006). El efecto de los incendios podría ser más adverso en la selva estacional porque los árboles no pueden rebrotar después de un incendio, como lo hacen los encinos en los bosques dependientes del fuego.

## **Régimen de incendios**

El régimen de incendios se refiere al conjunto de características de los incendios que experimenta un ecosistema. Entre ellas se cuenta la frecuencia y la severidad de los incendios; la severidad incluye el efecto del fuego en la vegetación y en el suelo (Jardel-Peláez et al., 2014) (figura 1): los incendios de cualquier severidad siempre eliminan la capa de hojarasca, lo que puede favorecer la germinación de las semillas que están debajo de esta capa; sin embargo, la hojarasca también es la protección que tiene el suelo para evitar la erosión (Maass et al., 1988).

**Figura 1**  
**Dosel, sotobosque y suelo**



Dosel, sotobosque y suelo del bosque no quemado (a), y bosque que experimentó un incendio de severidad baja (b), media (c) y alta (d) en 2017 en el paraje El Fresno, Cuernavaca, Morelos, México.

Fotografías: Iris Juan Baeza y Kenia León Carvajal.

Los incendios de baja severidad no dañan el suelo ni el arbolado; los de mediana severidad pueden llegar a causar la muerte de una parte del arbolado, y finalmente, un incendio de alta severidad puede quemar la hojarasca, las semillas en el suelo y toda la vegetación del sotobosque, dejando el suelo desnudo y expuesto a la erosión (Jardel-Peláez et al., 2014). El cambio de uso de suelo, la fragmentación de los ecosistemas y el cambio climático global pueden provocar un aumento en la frecuencia o severidad de los incendios (Cerano-Paredes et al., 2015).

Por ejemplo, en los ecosistemas dependientes del fuego, la supresión de los incendios provoca la acumulación de combustibles, lo que resulta en el aumento en la severidad de los incendios (Brown y Arno, 1991; Cochrane, 2001; Hardesty et al., 2006). De acuerdo con la hipótesis de la perturbación intermedia de Connell (1978), si los incendios son de alta severidad o muy frecuentes incluso los bosques adaptados a esta perturbación podrían no recuperarse naturalmente, lo que resultaría en bosques de baja diversidad.

En una evaluación de la incidencia de incendios en el estado de Morelos en el periodo 2012-2016 se registraron 563 incendios, que afectaron 7078 ha (3,5% de la superficie forestal del estado). El primer ecosistema afectado por número de incendios y superficie fue el bosque de coníferas, incluyendo el bosque de pino y el de pino-encino y, en segundo lugar, la selva estacional (Juan-Baeza, 2020). Esta misma evaluación mostró una relación entre los meses de menor precipitación, mayor temperatura e incidencia de incendios: en febrero, marzo y abril se registró una precipitación de < 10 mm, mientras que la temperatura alcanzó los 25° C; en estos meses, la incidencia de incendios fue, en promedio, de 41 eventos por mes (Juan-Baeza, 2020).

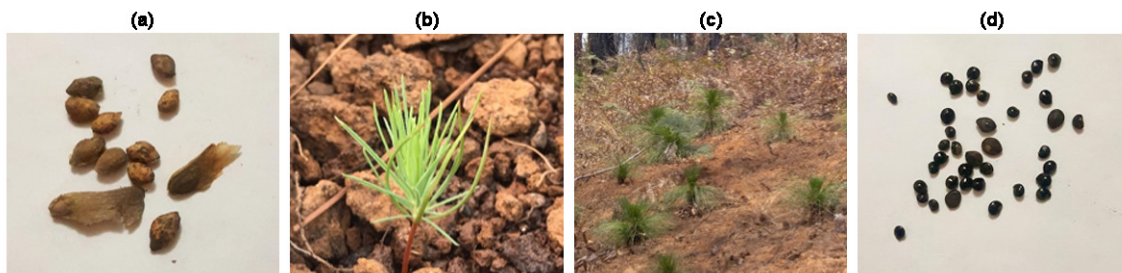
El análisis de los datos de 2021 del Programa Estatal de Manejo del Fuego (Gobierno del Estado de Morelos, 2022, pp. 12-13) mostró resultados similares: el ecosistema más afectado fue el bosque de coníferas, que presentó 97 eventos de incendio y un área afectada de 3 904 ha, y en segundo lugar, la selva estacional, con 38 eventos y 858 ha afectadas. Ambas fuentes revelaron que las causas de los incendios son, en su mayoría, las actividades antropogénicas, como las quemadas agropecuarias y, en muy pocos casos, los eventos naturales, como los rayos. Ambas fuentes también coincidieron en que el municipio de Tepoztlán tiene una alta incidencia de incendios y que la mayoría de estos fueron causados intencionalmente.

Un análisis del 2009 al 2019 reveló que en los municipios de Huitzilac y Tepoztlán se han localizado las áreas con la mayor incidencia de incendios, las llamadas áreas críticas (Hernández-Hernández et al., 2021); actualmente, en estos municipios se está evaluando la relación entre la incidencia de incendios y factores sociales, como la conversión de tierras de tenencia social a privada, el cambio de uso de suelo y el porcentaje de área boscosa.

### **Regeneración no asistida y asistida**

El proceso de regeneración comienza con la germinación de una semilla y el posterior establecimiento de una plántula, pero ¿de dónde vienen las semillas? Las semillas pueden estar latentes en el suelo, lo que llamamos banco de semillas, o pueden llegar a un sitio por eventos de dispersión; las semillas pueden moverse con el viento, si tienen alguna estructura como alas o plumas, o pueden ser movidas por los animales si están contenidas en frutos carnosos (Howe y Smallwood, 1982) (figura 2).

**Figura 2**  
**Semillas, plántulas y reclutamiento natural**



Semillas (a), plántula del banco de semillas (b), y reclutamiento natural de pino (c); semillas de la hierba jaboncillo (*Phytolacca icosandra*; d), en El Fresno, Cuernavaca, Morelos, México.

Fotografías: Iris Juan Baeza y Kenia León Carvajal.

Debido a la temperatura de los incendios de alta severidad, las semillas del banco podrían calcinarse o perder su viabilidad, y si todos los árboles adultos mueren no habría fuentes de semillas. Si no hay semillas en el banco o éstas no llegan por eventos de dispersión debido a la distancia con otros bosques no quemados, el proceso de regeneración natural no ocurre.

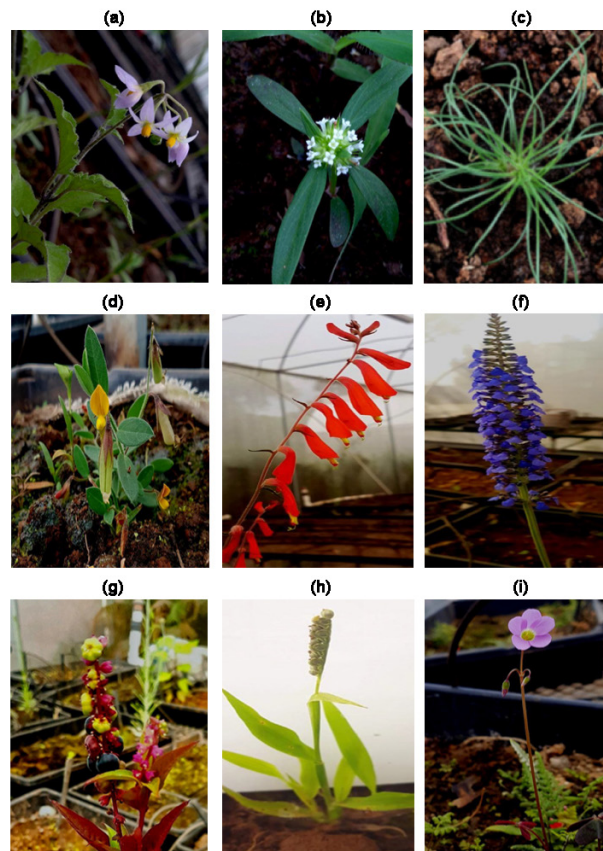
Cuando una perturbación es muy grande o severa, es necesaria la intervención humana para que la regeneración comience o se acelere, lo que se denomina restauración ecológica (Gann et al., 2019). Antes de establecer acciones de restauración es necesario evaluar si se requiere de nuestra intervención. Esto se puede decidir mediante la medición del potencial de regeneración natural con variables bióticas, abióticas y sociales (revisado en Martínez-Garza et al., 2021). Algunas variables abióticas que sirven para medir el potencial de regeneración son la temperatura, la precipitación y atributos del suelo, como la compactación y la cantidad de nutrientes.

Dentro de las variables ecológicas que se pueden evaluar está el banco de semillas y el de plántulas. Por otra parte, para la evaluación de las variables sociales podemos usar el índice de desarrollo humano (United Nations Development Programme, 2022), que incluye la esperanza de vida, el nivel educativo y el ingreso, y que se ha usado para predecir el potencial de regeneración a nivel del país (Latawiec et al., 2016). El mayor potencial de regeneración se ha detectado en los países con niveles intermedios del índice de desarrollo humano. A nivel de estados, en Oaxaca, variables como mayor distancia a las áreas urbanas y a las carreteras predicen un mayor potencial de regeneración de la selva estacional en áreas con pendientes pronunciadas (Guerra-Martínez et al., 2019).

Medir el potencial de regeneración natural permite decidir qué intervención de restauración es necesaria en un sitio: cuando el potencial de regeneración es alto, es suficiente con detener la perturbación para que los procesos naturales permitan la recuperación del



**Figura 3**  
**Plantas de muestras de suelo posterior a un incendio**



Plantas obtenidas de muestras de suelo dos años después de un incendio en El Fresno, Cuernavaca, Morelos, México. *Solanum* sp. (a), *Borreria ocyroides* (b), *Juncus* sp. (c), *Crotalaria rotundifolia* (d), *Castilleja gracilis* (e), *Salvia* sp. (f), *Phytolacca icosandra* (g), *Paspalum* sp. (h), *Oxalis* sp. (i).

Fotografías: Iris Juan Baeza y Kenia León Carvajal.

ecosistema (i. e., regeneración no asistida). Cuando el potencial es bajo, se requiere asistir la regeneración con técnicas como la siembra directa (i. e., siembra de semillas directamente en el suelo; Lamb et al., 2005) o la plantación de árboles de especies nativas que han sido propagados en vivero (i. e., regeneración asistida).

En marzo de 2017, en el paraje El Fresno del ejido de Santa María Ahuacatlán, en Cuernavaca, Morelos, ocurrió un incendio que afectó 643 ha, de las cuales 241 ha correspondían a bosque de pino (Juan-Baeza, 2020). Los reportes oficiales mostraban que en este paraje no había ocurrido un incendio en por lo menos cinco años. Un año después del incendio se registró ahí mismo una abundancia mayor de plántulas establecidas en las áreas que experimentaron un

incendio de severidad baja y media en comparación con las áreas que experimentaron un incendio de alta severidad; el 98% de las plántulas registradas fueron de pino (figura 2c).

Además, en las áreas que experimentaron un incendio de severidad alta murieron más árboles grandes, lo que disminuyó la cobertura arbórea y la fuente de semillas (Juan-Baeza, 2020). El efecto de este incendio se evidenció en el espesor de la hojarasca incluso después de dos años; el menor espesor de hojarasca se registró en las áreas que experimentaron un incendio de alta severidad y se registraron muy pocas semillas en el suelo de sólo dos especies de hierbas, un árbol, tres especies que no pudieron identificarse y muy pocas semillas de pino, ya que la mayoría habían germinado (figura 2) (León-Carvajal, 2021).

Cuando algunas muestras de suelo se llevaron a un invernadero donde se regaron para favorecer la germinación de las semillas del banco, se registró una densidad de plántulas similar en los tres niveles de severidad, mientras que el número de especies en la severidad baja (28 especies) fue del doble en comparación con el registrado en la severidad alta (13 especies; figura 3). En ambos casos, la mayoría de las especies fueron hierbas y sólo dos leñosas fueron registradas, *Pinus* sp. y *Mimosa* sp. Sin la capa de hojarasca, el crecimiento de hierbas evita la erosión y puede aumentar la sobrevivencia de las plántulas de especies de sucesión temprana (Martínez-Garza et al., 2022). Esta evaluación mostró que los sitios que experimentaron un incendio de severidad baja o media tienen un alto potencial de regeneración natural, por lo que sería suficiente con eliminar la perturbación (i. e., incendios, ganadería, extracción de recursos) para que este bosque recupere su estructura y función original.

## Conclusiones

Después de un incendio se debe evaluar la severidad antes de comenzar con acciones de restauración ecológica; esto se puede hacer con herramientas de sistemas de información geográfica y después confirmar en el campo, mediante observación directa, el estado de la vegetación y el suelo (Juan-Baeza, 2020). También es necesario medir el potencial de regeneración natural, que puede ser mayor en sitios alejados de las áreas urbanas y las carreteras y también en aquellos con mayor pendiente. Después, hay que confirmar que en los sitios que experimentaron severidad baja o media esté ocurriendo la regeneración natural: hay germinación y crecimiento de plántulas de herbáceas y leñosas.

Una alta riqueza y abundancia de plantas demostraría un alto potencial de regeneración natural y se podría decidir intervenir mediante la regeneración no asistida, que involucra proteger los sitios de la perturbación por incendios o ganadería. Por otra parte, dado que la exclusión de la perturbación también puede favorecer el establecimiento de especies invasoras, como los helechos, que pueden detener la regeneración del bosque (Beltrán et al., 2020), se sugiere monitorear, al menos anualmente, los sitios afectados, y considerar la remoción de los helechos alrededor de las plántulas de leñosas.

**Figura 4**  
**Ejemplo de raíz expuesta después de la caída de un árbol**



Raíz expuesta después de la caída de un árbol en un bosque que experimentó un incendio de severidad alta en 2017 en el paraje El Fresno, Cuernavaca, Morelos, México.

Fotografía: Kenia León Carvajal.

Los incendios recurrentes o de alta severidad pueden eliminar el banco de semillas y la fuente de semillas (i. e., árboles reproductivos), lo que resultaría en sitios con bajo potencial de regeneración natural, por lo que se requieren acciones de regeneración asistida. En estos sitios también se debe comenzar por eliminar la perturbación. Si el suelo carece de una capa de herbáceas, podría evitarse la erosión mediante el uso de barricadas en los lugares con mucha pendiente y favorecer la protección del suelo con acolchados y con la siembra directa de hierbas y leñosas.

Para establecer las barricadas que disminuyen la erosión del suelo, se pueden talar los árboles muertos que están en peligro de caerse, ya que, si se caen solos, crean hoyos y cárcavas (figura 4). Para poder medir el potencial de regeneración es necesario esperar al menos un año, mientras que las acciones para detener la erosión del suelo, deben realizarse inmediatamente, antes de que comiencen las lluvias. Si el suelo está protegido por una capa de herbáceas, es posible realizar acciones de siembra directa de semillas de leñosas o plantar juveniles propagados en vivero, siempre tomando en cuenta las especies que son comunes en la zona.

Para disminuir la incidencia de incendios en las áreas críticas y evitar los incendios de alta severidad se sugiere: (1) que los dueños de la tierra establezcan una zonificación de



sus terrenos, poniendo especial atención en los límites de las áreas urbanas, el bosque y las áreas agropecuarias; (2) evaluar la acumulación de combustibles para planear quemas controladas e identificar la conectividad entre fragmentos de bosque, y (3) intensificar la vigilancia de las quemas agropecuarias cercanas a los bosques, sobre todo en los meses de febrero, marzo y abril.

En las áreas críticas se sugiere la restauración del paisaje, que busca recuperar los procesos ecológicos y mejorar el bienestar humano mediante el equilibrio de los ecosistemas naturales y productivos (Meli et al., 2019). El involucramiento de todos los actores clave, como los dueños de la tierra, gobierno, academia y organizaciones no gubernamentales, asegura la prevención de incendios de alta severidad y el éxito de la regeneración, ya sea asistida o no asistida.

## Referencias

- Begon, M., Harper, J. L. y Townsend, C. R. (1987). *Ecología: Individuos, Poblaciones y Comunidades*. Omega.
- Beltrán, L. C., Aguilar-Dorantes, K. M. y Howe, H. F. (2020). Effects of a recalcitrant understory fern layer in an enclosed tropical restoration experiment. *NeoBiota*, 59, 99-118. <https://doi.org/10.3897/neobiota.59.51906>
- Brown, J. K. y Arno, S. F. (1991). Overcoming the paradox in managing wildland fire. *Western Wildlands*, 17(1), 40-46. [https://www.frames.gov/documents/ttrs/arno\\_brown\\_1991\\_OvercomingTheParadoxInManagingWildlandFire.pdf](https://www.frames.gov/documents/ttrs/arno_brown_1991_OvercomingTheParadoxInManagingWildlandFire.pdf)
- Cerano-Paredes, J., Villanueva-Díaz, J., Cervantes-Martínez, R., Fulé, P., Yocom, L., Esquivel-Arriaga, G. y Jardel-Peláez, E. (2015). Historia de incendios en un bosque de pino de la sierra de Manantlán, Jalisco, México. *Bosque (Valdivia)*, 36, 41-52. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002015000100005>
- Connell, J. H. (1978). Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. *Sciences*, 199(4335), 1302-1310. <https://doi.org/10.1126/science.199.4335.1302>
- Cochrane, M. A. (2001). Synergistic Interactions between Habitat Fragmentation and Fire in Evergreen Tropical Forests. *Conservation Biology*, 15(6), 1515-1521. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2001.01091.x>
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E. Shaw, N., Decler, K. y Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology*, 27(S1), S1-S46. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>
- Gobierno del Estado de Morelos (2022). Programa Estatal de Manejo del Fuego 2022. <https://proteccioncivil.morelos.gob.mx/planes/incendiosforestales2018>

- Guerra-Martínez, F., García-Romero, A., Cruz-Mendóza, A. y Osorio-Olvera, L. (2019). Regional analysis of indirect factors affecting the recovery, degradation and deforestation in the tropical dry forests of Oaxaca, Mexico. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 40(3), 387-409. <https://doi.org/10.1111/sjtg.12281>
- Hardesty, B. D., Hubbell, S. P. y Bermingham, E. (2006). Genetic evidence of frequent long-distance recruitment in a vertebrate-dispersed tree. *Ecology Letters*, 9(5), 516-525. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00897.x>
- Hernández-Hernández, M., Juan-Baeza, I., Márquez-Hutzil, R. y Martínez-Garza, C. (2021, 19-24 de junio). *Change in land cover and use in critical areas of forest fires in the state of Morelos, Mexico* [ponencia]. Paper presented at The 9<sup>th</sup> World Conference on Ecological Restoration, Québec, Canada. <https://new.ser-rrc.org/resource/change-in-land-cover-and-use-in-critical-areas-of-forest-fires-in-the-state-of-morelos-mexico/>
- Howe, H. F. y Smallwood, J. (1982). Ecology of Seed Dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13, 201-228. <https://www.jstor.org/stable/2097067>
- United Nations Development Programme (2022). Human Development Index. <https://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>
- Jardel-Peláez, E. (2010). *Planificación del manejo del fuego*. Jalisco: Universidad de Guadalajara, Fundación Manantlán para la Biodiversidad de Occidente AC, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible ac, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza AC. <https://www.ccmss.org.mx/acervo/planificacion-del-manejo-del-fuego/>
- Jardel-Peláez, E., Pérez-Salicrup, D., Alvarado, E. y Morfín Ríos, J. (2014). *Principios y criterios para el manejo del fuego en ecosistemas forestales: guía de campo*. Conafor. <http://www.conafor.gob.mx:8080/biblioteca/ver.aspx?articulo=727>
- Juan-Baeza, I. B. (2020). *Análisis espacial y ecológico de áreas afectadas por incendios forestales en Morelos*. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de Morelos]. RIAA UAEM. <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/1135>
- Lamb, D., Erskine, P. D. y Parrotta, J. A. (2005). Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, 310(5754), 1628-1632. <https://doi.org/10.1126/science.1111773>
- Latawiec, A. E., Crouzeilles, R., Brancalion, P. H. S., Rodrigues, R. R., Sansevero, J. B., Santos, J. S. y Strassburg, B. B. (2016). Natural regeneration and biodiversity: a global meta-analysis and implications for spatial planning. *Biotropica*, 48(6), 844-855. <https://doi.org/10.1111/btp.12386>
- León-Carvajal, K. (2021). *Efecto de la severidad de incendio en el banco de semillas de un bosque templado en Morelos*. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de Morelos]. RIAA UAEM. <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/2495>

- Maass, J. M., Jordan, C. F. y Sarukhan, J. (1988). Soil Erosion and Nutrient Losses in Seasonal Tropical Agroecosystems Under Various Management Techniques. *Journal of Applied Ecology*, 25(2), 595-607. <https://doi.org/10.2307/2403847>
- Martínez-Garza, C., Méndez-Toribio, M., Ceccon, E. y Guariguata, M. R. (2021). Ecosystem restoration in Mexico: insights on the project planning phase. *Botanical Sciences*, 99(2), 242-256. <https://doi.org/10.17129/botsci.2695>
- Martínez-Garza, C., Campos-Alves, J., Valenzuela-Galván, D., Alba-García, L. y Nicolás-Medina, A. (2022). Siembra directa de árboles nativos para la restauración de la selva estacionalmente seca. *Acta Botanica Mexicana*, en prensa.
- Meli, P., Rey-Benayas, J. M. y Brancalion, P. H. S. (2019). Balancing land sharing and sparing approaches to promote forest and landscape restoration in agricultural landscapes: Land approaches for forest landscape restoration. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 17(4), 201-205. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.09.002>
- Myers, R. L. (2006). *Convivir con el fuego: Manteniendo los ecosistemas y los medios de subsistencia mediante el Manejo Integral del Fuego*. The Nature Conservancy. [https://www.conservationgateway.org/Documents/el\\_manejo\\_integral\\_del\\_fuego.pdf](https://www.conservationgateway.org/Documents/el_manejo_integral_del_fuego.pdf)
- Pausas, J. G. (2012). *Incendios forestales*. Catarata/CSIC.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Conabio [https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx\\_Cont.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf)