

# **La agonía de los bosques de La Malinche**

**Dra. Bárbara Cruz Salazar  
M. en C. Saúl George Miranda  
Biól. Aidee Tlapa Haro  
Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta  
Universidad Autónoma de Tlaxcala**



## Resumen

El bosque templado mexicano pierde 0.8 % de su superficie anualmente por actividades humanas. El volcán La Malinche alberga 20,607 ha de bosque templado, en él, más de 937 especies (muchas de ellas endémicas de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) y otras en alguna categoría de riesgo) están amenazadas por el uso descontrolado de los recursos forestales. Debido a la deforestación y degradación del ecosistema, también, está en peligro la conectividad (de fauna y flora de alta montaña) con otros volcanes de la FVT, tales como, el Iztaccíhuatl, Popocatepetl, Pico de Orizaba, Cofre de Perote, entre otros. Este trabajo muestra que el disturbio humano afecta negativamente al bosque de La Malinche de tres maneras: 1. Disminuyendo el número de especies arbóreas, 2. Incrementando la dominancia de pocas especies y 3. Reduciendo la masa forestal. Para conservar a las especies de La Malinche y de los bosques templados del centro de México es necesario regular las actividades humanas y detener de inmediato la deforestación.

## Palabras clave

Actividades humanas, bosque templado, conservación, especies arbóreas.

## Abstract

The Mexican temperate forest loses 0.8 % of its surface annually due to human activities. La Malinche volcano conserves 20,607 ha of temperate forest, in it, more than 937 species (many of them endemic of the Trans-Mexican Volcanic Belt (TVB) and others in some category of risk) are threatened by the uncontrolled use of forest resources. Due to deforestation and degradation of the ecosystem, the connectivity of high mountain fauna and

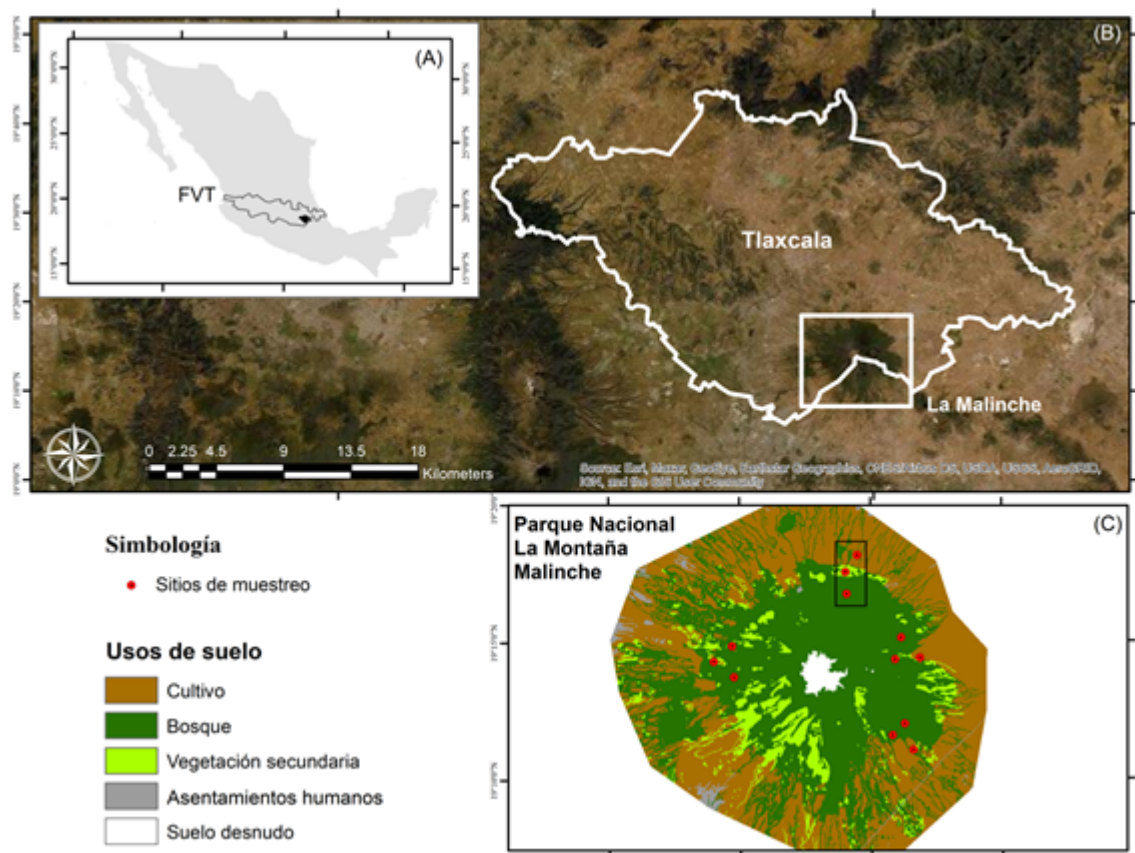
flora with other volcanoes of the TVB, such as Iztaccíhuatl, Popocatepetl, Pico de Orizaba, Cofre de Perote, among others, is also in danger. This work shows that human disturbance negatively affects to La Malinche forest of three ways: 1. Decreasing the number of tree species, 2. Increasing the dominance of few species, and 3. Reducing the forest mass. To conserve the species of La Malinche and the temperate forests of central Mexico, it is necessary to regulate human activities and stop deforestation immediately.

## Keywords

Conservation, humans activities, tree species, temperate forest.

## La Malinche

También llamada Matlalcuéyatl o Malitzin, es uno de los volcanes principales que forman la cadena montañosa de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT) (Vargas, 1997). Se ubica en los estados de Tlaxcala y Puebla, con un rango altitudinal entre los 2300 hasta los 4461 metros sobre el nivel del mar (msnm) (López-Domínguez y Acosta, 2005; SEMARNAT, 2016) (Figura 1A, B). Los principales tipos de vegetación son: (1) el bosque de pino-encino (*Quercus* spp., *Pinus leiophylla*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. patula* y *P. ayacahuite*) entre los 2600 y 2850 msnm; (2) el bosque de oyamel (*Abies religiosa*), entre los 2800 y 3500 msnm; (3) el bosque de alta montaña (*P. hartwegii*), desde los 3200 hasta los 4200 msnm; y (4) el zacatonal de alta montaña (*Calamagrostis tolucensis*, *C. tolucensis*, *Festuca tolucensis*), sobre los 4000 hasta los 4500 msnm (Sánchez y López, 2003; Rojas-García y Villers, 2008). Hasta el momento se han reconocido más de 937 especies, de las cuales 22 son endémicas de la FVT,



**Figura 1.** Clasificación del carbón según su capacidad energética, abundancia, contenido de carbono (C) y aplicación final. Modificado de World Coal Institute (2009).

27 sólo se han registrado en La Malinche y 25 se encuentran bajo algún tipo de protección (Fernández y López-Domínguez, 2005; Varela y Aguilera, 1999).

Históricamente, el volcán fue llamado Matlacuéyatl (“fuente azul”) por los náhuatl de la región en honor a la diosa madre, relacionada con Tláloc, divinidad vinculada a la lluvia y la humedad (Luna-Ruiz, 2007), lo que muestra la representación del volcán como un área mítica y altamente biodiversa que resalta la importancia no solo ecológica, sino también

cultural del centro de México. Las amplias faldas del volcán se extienden 134 km a su alrededor sobre una gran llanura, lo que ha permitido el relativo fácil acceso de las personas (Yarza, 2003), condición que ha causado la transformación de bosque a áreas productivas, por ejemplo parcelas de cultivos y áreas de pastoreo (Figura 2).

### La amenaza

La Malinche fue decretada un Área Natural Protegida el 6 de octubre de 1938 con el objetivo de conservar la diversidad de especies y endemismos en 46,112.24 hectáreas



**Figura 2.** La Malinche, en sus faldas se observan parches sin vegetación convertidos a algún tipo de actividad humana (p.e. asentamientos, cultivos).

de superficie; el polígono fue nombrado Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlalcuéyatl (DOF, 1938) (Figura 1C). A través del Programa de Manejo se indicaron acciones de protección, manejo, restauración y conservación de la diversidad biológica y cultural (López-Téllez et al., 2019). No obstante, previo al decreto, el territorio estaba habitado por poblaciones de origen náhuatl (Luna-Ruiz, 2007), por lo que se decidió no expropiar la tierra (quitar una propiedad por causas de interés público o de la nación), sino regular el uso de suelo y el aprovechamiento de los recursos naturales.

Las poblaciones humanas asentadas en las faldas de La Malinche dependieron por cientos de años de la agricultura de temporal (cultivos que dependen de las lluvias durante la producción), así como de los recursos del bosque (Luna-Ruiz, 2007). Entre los usos actuales que se le da al bosque, destacan la extracción forestal que incluye la sustracción para leña (ramas o árboles pequeños) y madera (árboles adultos), además del “ocoteo” (cortes de trozos de madera de pinos impregnadas de resina utilizados para encender fuego). Como consecuencia, actividades agrícolas, pecuarias y asentamientos humanos han reducido la cobertura forestal y el funcionamiento del bosque; se estima que el 30% de su superficie original está fragmentada por sobrepastoreo, tala, agricultura e incendios (CONANP, 2013; Arriola-Padilla et al., 2014) (Figura 3).

A pesar de que el Parque Nacional La Montaña Malinche cuenta con un Plan de Manejo Integral que propone poco cambio en el uso de suelo y la extracción controlada de recursos forestales (Rojas y Villers

2008), el cambio de uso de suelo para áreas agrícolas, asentamientos humanos y pastizales inducidos no solo no ha reducido desde su decreto en 1938 sino que ha incrementado, principalmente, en laderas pertenecientes al estado de Puebla. El peligro de perder la vegetación y las especies de fauna asociadas al bosque templado de La Malinche es muy alta debido al continuo e intenso cambio de uso de suelo y extracción no controlada de los recursos naturales.

Esta problemática ha motivado a jóvenes investigadores, investigadores consolidados y estudiantes del Posgrado en Ciencias Biológicas, del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (CTBC-UATx), para estudiar la diversidad del volcán y su fragilidad ante el creciente e insesante uso y destrucción de los recursos naturales. Este artículo presenta parte de los resultados de un proyecto de investigación financiado por FORDECYT-PRONACES-Proyecto 15033 “Genética de comunidades arbóreas de bosque templado en un gradiente de disturbio: implicaciones para la conservación de la biodiversidad”, Universidad Autónoma de Tlaxcala. El objetivo fue evaluar cómo el disturbio humano afecta la permanencia del bosque templado de La Malinche, a través de un estudio ecológico que determina la estructura y composición de especies de árboles en un gradiente de disturbio humano.

### **Investigando el impacto de los humanos en los bosques**

El área de estudio se delimitó en el polígono del Parque Nacional Montaña Malinche, con base en la zonificación de uso del Programa de Manejo (SEMARNAT-CONANP 2013) (Figura 1C). Los sitios de muestreo



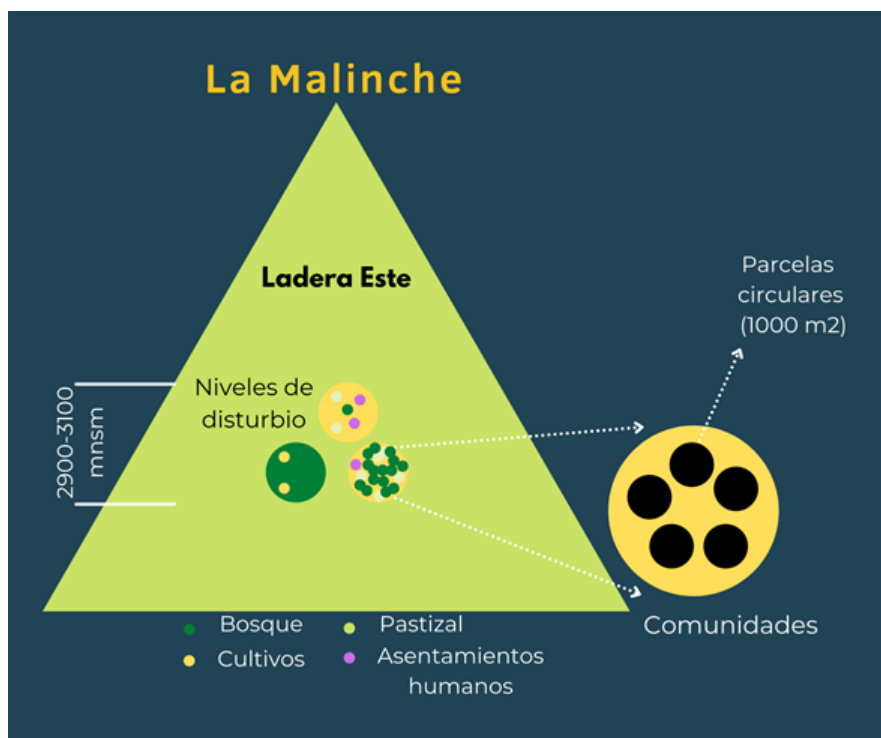
**Figura 3.** Bosque de oyamel (*Abies religiosa*) en La Malinche, alrededor de una zona deforestada.

se ubicaron desde los 2900 hasta los 3200 msnm porque en este rango las actividades humanas son más intensas, y sobre él la diversidad arbórea decrementa debido a condiciones ambientales extremas (temperatura, insolación, humedad), mismas que son toleradas por pocas especies, sobre todo aquellas que colonizan primero en la sucesión vegetal (proceso ecológico en el que surgen especies de flora en un sitio en donde no se encontraban), por ejemplo, el pino moctezuma (*P. montezumae*) (Vela-Correa et. al., 2007; Manzanilla Quiñones et. al. 2019).

Para elegir los sitios de muestreo, se analizaron imágenes de satélite que ayudaron a identificar la cobertura forestal de la zona, y a determinar a gran escala tres

niveles de disturbio: El nivel bajo se ubicó en áreas con bosque relativamente contínuo y poca o nula actividad humana; el nivel intermedio fueron aquellas zonas de bosque discontinuo (fragmentos sin vegetación o claros evidentes dentro del bosque, resultado del abandono de parcelas de cultivo); y el nivel alto se trató de sitios dominados por actividades productivas (parcelas de cultivo, asentamientos humanos, pastizal inducido) y algunos fragmentos de bosque (Figura 4).

En cada ladera (Norte, Sur, Este y Oeste), se ubicaron los tres niveles de disturbio, mismos que se consideraron comunidades biológicas (conjunto de distintas especies en interacción, en un área y tiempo deter-



**Figura 4.** Niveles de disturbio y diseño de muestreo para el registro de árboles de La Malinche.



minado). Cada comunidad se muestreó con cinco parcelas circulares de 1000 m<sup>2</sup> para el registro de las especies (Ramírez-Marcial et al., 2001; Figura 4). Se registraron todos los árboles capturados dentro de la parcela y se identificó hasta especie mediante la comparación de algunas colectas con el material del herbario de la Universidad Autónoma de Tlaxcala.

En cada ladera (Norte, Sur, Este y Oeste), se ubicaron los tres niveles de disturbio, mismos que se consideraron comunidades biológicas (conjunto de distintas especies en interacción, en un área y tiempo determinado). Cada comunidad se muestreó con cinco parcelas circulares de 1000 m<sup>2</sup> para el registro de las especies (Ramírez-Marcial et al., 2001; Figura 4). Se registraron todos los árboles capturados dentro de la parcela y se identificó hasta especie mediante la comparación de algunas colectas con el material del herbario de la Universidad Autónoma de Tlaxcala.

Para analizar los datos se obtuvieron los índices que describen la riqueza (número de especies) y abundancia (número de individuos de cada especie) de árboles. También, se estimó la masa forestal, a lo largo del gradiente de disturbio, por medio de la densidad (número de individuos en una hectárea) y el área basal (suma de todos los diámetros de los troncos de los árboles a una altura del pecho (AP) de 1.3 m, en una superficie determinada).

### Resultados preliminares

La especie dominante en las cuatro laderas fue el pino moctezuma (*P. montezumae*) (Figura 5).



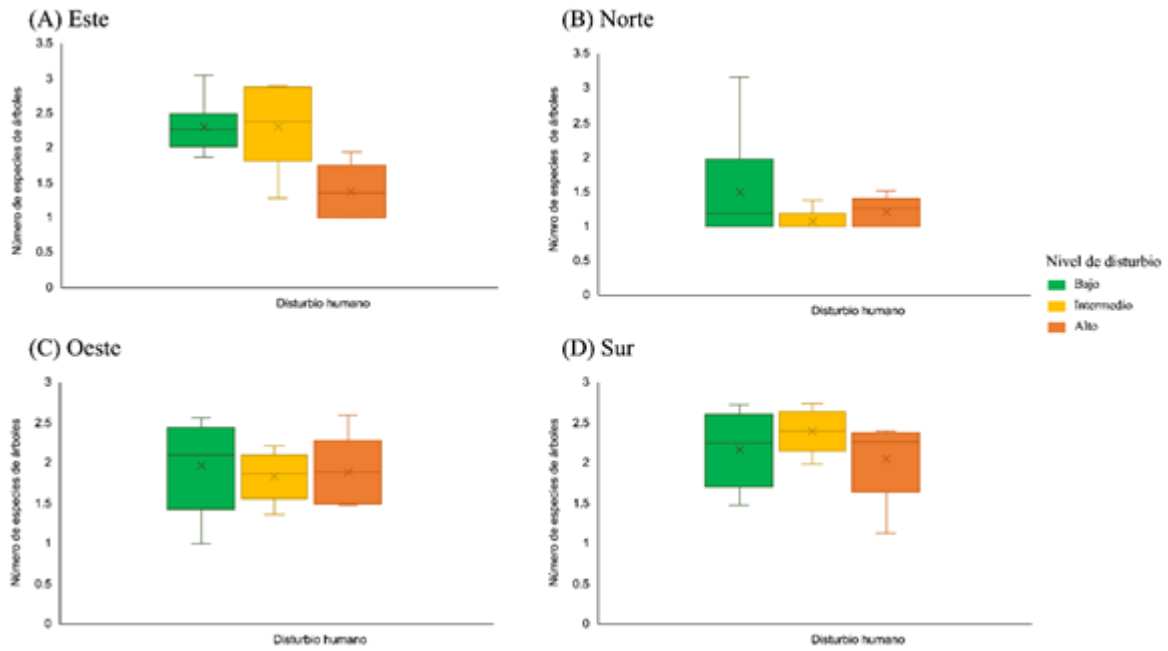
**Figura 5.** Pino moctezuma (*Pinus montezumae*) en La Malinche. El bosque que se observa se encuentra entre dos parcelas de cultivo.

El mayor número de especies promedio (riqueza) se presentó, en las laderas Este (Figura 6A), Norte (Figura 6B) y Oeste (Figura 6C) en disturbio bajo; y en la ladera Sur, en disturbio intermedio (Figura 6D).

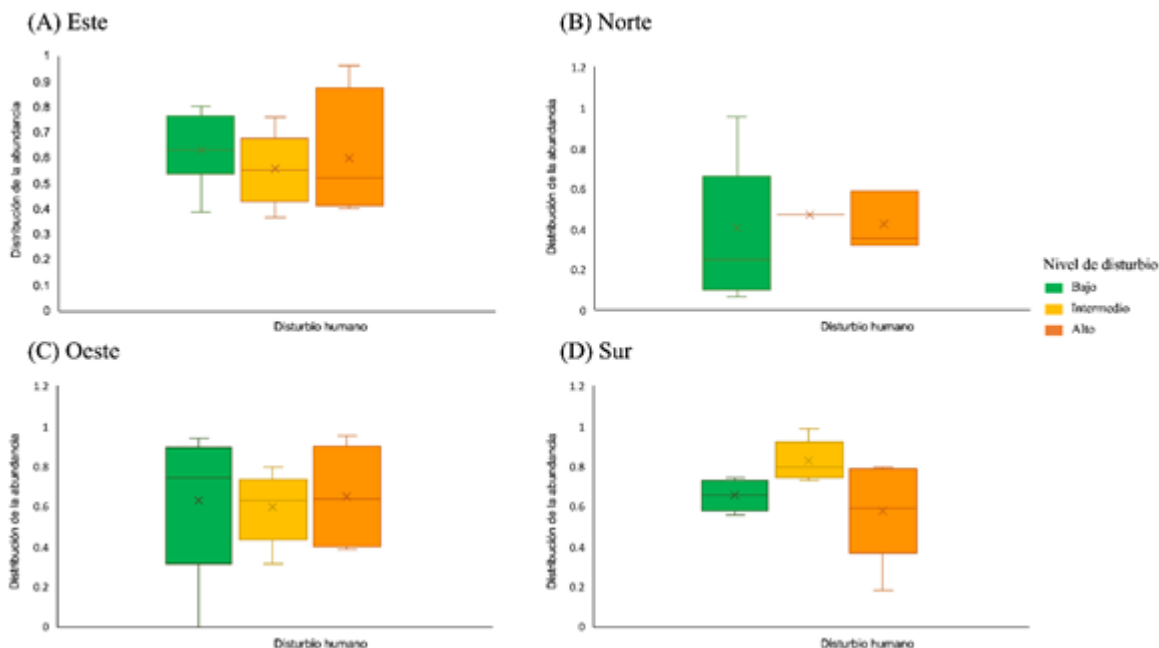
En general, la abundancia de las especies fue semejante (uniformidad de Pielou más cercana a 1) en disturbio bajo, en las laderas Este (Figura 7A) y Oeste (Figura 7C); y en disturbio intermedio en las laderas Norte (Figura 7B) y Sur (Figura 7D). Las comunidades con una abundancia más desigual (uniformidad de Pielou más cercana a cero) y por lo tanto con pocas especies dominantes fueron: el disturbio intermedio en la ladera Este (Figura 7A) y Oeste (Figura 7C), el disturbio bajo en la ladera Norte (Figura 7B) y el disturbio alto en la ladera Sur (Figura 7D).

Existió mayor masa forestal (área basal) en disturbio bajo en tres las laderas (Este,



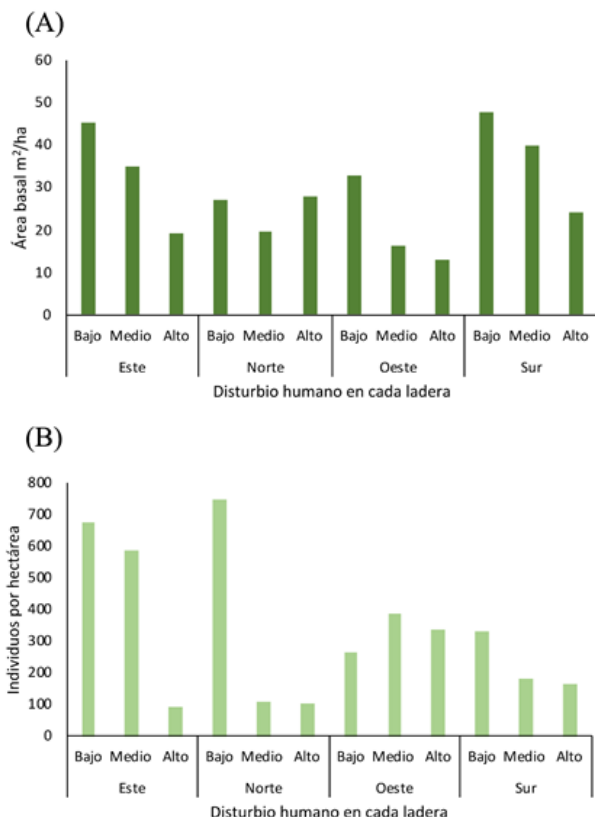


**Figura 6.** Número de especies arbóreas en las cuatro laderas de La Malinche en tres niveles de disturbio humano. La cruz al interior de la caja indica el promedio. Las barras fuera de la caja indican los valores mínimos (abajo) y máximos (arriba). La línea que divide la caja es la mediana de la distribución de los datos, es decir, el valor central del conjunto de datos ordenados.



**Figura 7.** Distribución de la abundancia de árboles (Uniformidad de Pielou) por nivel de disturbio humano en La Malinche. Valores más cercanos a 1 indican que la abundancia de las especies es más uniforme, mientras que, valores cercanos a cero muestran que en la comunidad hay pocas especies con alta dominancia. La cruz al interior de la caja indica el promedio. Las barras fuera de la caja indican los valores mínimos (abajo) y máximos (arriba). La línea que divide la caja es la mediana de la distribución de los datos, es decir, el valor central del conjunto de datos ordenados.

Oeste y Sur) (Figura 8A). La densidad (número de individuos en una hectárea) también fue mayor en disturbio bajo, a excepción de la ladera Oeste, en donde la mayor densidad se presentó en disturbio intermedio (Figura 8B).



**Figura 8.** Área basal (A) y densidad (B) de árboles en La Malinche por ladera y nivel de disturbio humano.

### Conclusiones: deterioro de La Malinche

La dominancia del pino moctezuma coincide con el rango de distribución altitudinal en el que se ha registrado en estudios previos (desde 1200 hasta 3500 msnm; Farjon, 2013).

Aunque el número de especies varió en

cada ladera y esto puede estar relacionado con diferentes condiciones ambientales (luz, humedad, suelo) que tendrían que analizarse en estudios posteriores, nuestro estudio revela un patrón asociado al gradiente de disturbio humano que se resume en lo siguiente:

1. Mayor riqueza de árboles (número de especies) en disturbio bajo, la riqueza disminuye cuando hay disturbio humano.
2. Menor dominancia (abundancia) de pocas especies en comunidades con disturbio bajo e intermedio.
3. Mayor área basal (masa forestal) conforme el grado de conservación de la comunidad arbórea incrementa.
4. En general, mayor densidad (número de árboles en una hectárea) a menor disturbio humano.

Los cambios en la naturaleza provocados por el humano tienen impactos serios en la abundancia, diversidad y conservación de las especies. En La Malinche, la mayor riqueza, área basal y densidad arbórea en comunidades con bajo disturbio humano es un aspecto muy importante de resaltar, puesto que, si las actividades humanas siguen el ritmo actual es posible que las poblaciones de ahora disminuyan y con ello la masa forestal. La pérdida del bosque templado de La Malinche implica no solo la pérdida de flora y fauna del volcán, sino de una parte esencial que funciona como un corredor biológico con otros volcanes de la FVT, por ejemplo, el Iztaccíhuatl, Popocatepetl, Pico de Orizaba y Cofre de Perote.



## Necesidades

La disminución de especies y áreas naturales causa un deterioro de los servicios ambientales que obtenemos de la naturaleza, de modo que, la destrucción de los bosques de La Malinche además de tener fuertes implicaciones ecológicas, tiene también serias consecuencias sociales y económicas, porque compromete la captación, filtración y disponibilidad de agua, así como la fertilidad del suelo, secuestro de carbono y regulación del clima y aire. A corto plazo, las repercusiones se verán en el aire, agua, productividad del suelo y biodiversidad, cuyo impacto trascenderá al ambiente, economía y salud de la sociedad local y de la región.

Por todo ello, es necesario encontrar estrategias que nos permitan caminar hacia el uso controlado de los recursos naturales para nuestra subsistencia, porque de otra manera nuestra propia vida y bienestar están en riesgo. La problemática de la conservación del bosque templado de La Malinche es multifactorial, por tanto, es necesario atenderla desde diversos frentes, por ejemplo, desde el sector económico, social, ambiental y sanitario.

Como primer paso, se requiere la conciencia del impacto de la pérdida de la biodiversidad en nuestras vidas y la colaboración de la sociedad, para afrontar juntos el enorme reto que compromete la vida humana a mediano plazo. Los resultados obtenidos contribuyen a definir estrategias inmediatas y puntuales para la protección de los bosques de La Malinche, ya que muestran que el disturbio humano influye negativamente, y sin ninguna acción que sirva para detener y revertir esta tendencia, la conservación de la biodiversidad del Parque Nacional La Montaña Malinche

está en alto riesgo y con ello nuestro propio futuro.

## Referencias

- Arriola-Padilla, V. J., Estrada, M. E., Ortega-Rubio, A., Pérez, M. R. y Gijón, H. A. R., Deterioro en áreas naturales protegidas del centro de México y del Eje Neovolcánico Transversal, *Inv. Ciencia*, 22 [60], pp.37-49, 2014.
- Farjon, A., *Pinus montezumae*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2013: e.T42382A2976574, 2013.
- Fernández, F. J. A. y López-Domínguez J. A., *Biodiversidad del Parque Nacional Malinche, Tlaxcala*, México, Gobierno del Estado de Tlaxcala, pp.235, 2005.
- López-Domínguez, J. C. y Acosta, R. *Descripción del Parque Nacional La Malinche*. en Fernández, JA y López, JC (Compiladores), *Biodiversidad del Parque Nacional La Malinche*, Coordinación General de Ecología, Gobierno del Estado de Tlaxcala, México, 2005, pp.3-24.
- López-Téllez, M. C., Campos C. V. y Ramírez C. G. Parque Nacional La Malinche y el impacto ecológico social de su decreto como Área Natural Protegida, *Reg. Desarr. Sust*, 19[36], pp.10-30, 2019.
- Luna-Ruiz J., *Nahuas de Tlaxcala*. México, CDI, Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos indígenas, México, 2007.
- Manzanilla-Quiñones, U., Delgado Valerio, P., Hernández Ramos, J., Molina Sánchez, A., García Magaña, J. J. y Rocha Granados, M. D. C., Similaridad del nicho ecológico

- de *Pinus montezumae* y *P. pseudostrobus* (Pinaceae) en México: implicaciones para la selección de áreas productoras de semillas y de conservación, *Acta Bot. Mex.*, [126], 2019.
- Ramírez-Marcial, N., González-Espinosa, M. y Williams-Linera, G., Anthropogenic disturbance and tree diversity in montane rain forests in Chiapas, Mexico, *Forest Ecol. Manag.*, 154[1-2], pp.311-326, 2001.
- Rojas-García, F. y Villers-Ruíz, L., Estimación de la biomasa forestal del Parque Nacional Malinche: Tlaxcala-Puebla, *Rev. Mex. Ciencias For.*, 33[104], pp.59-86, 2008.
- Sánchez, A. y López, L., Clasificación y ordenación de la vegetación del norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal, *Anal. Inst. Biol. Serie Bot.*, 74[1], pp.47-71, 2003.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)., *Programa de Manejo Parque Nacional La Montaña Malinche o Matlal-cuéyatl.* pp. 205, 2013.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)., *Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave, de desempeño ambiental y de crecimiento verde. Edición 2015.* pp.498, 2016.
- Varela H. S. y Aguilera R. M., Breve descripción de los recursos forestales de México. Turrialba (Costa Rica). pp.116-134, 1999.
- Vargas, M. F. *Parques Nacionales de México. Vol. I. Zonas Centro, Oriente y Occidente, México*, Instituto Nacional de Ecología, pp.331, 1997.
- Vela-Correa, G., Vázquez-Martínez, B. E., Rodríguez-Gamiño, M. y Domínguez-Rubio, I. V., Caracterización edáfica de sitios con regeneración natural de *Pinus montezumae* Lamb. en el volcán la Malinche, México, *Agrociencia*, 41[4], pp.371-383, 2007.
- Yarza, de De la Torre, E. Los volcanes del sistema volcánico transversal, *Inv. Geog.* [50], pp.221-234, 2003.