


## DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL GÉNERO *Dendroctonus* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN EL MUNICIPIO DE AMANALCO, ESTADO DE MÉXICO

David Martín Santana-Zarza, Janeth Esmeralda Barraza-Domínguez , Israel Castillo-Jiménez

Tecnológico Nacional de México/ Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo, Km 30 de la Carretera Federal Monumento-Valle de Bravo, Ejido de San Antonio de la Laguna, Valle de Bravo, C. P. 51200, Estado de México, México.

 Autor de correspondencia: [j.barraza@tesvb.edu.mx](mailto:j.barraza@tesvb.edu.mx)

**RESUMEN.** Algunas especies del género *Dendroctonus* representan una amenaza para los bosques de coníferas, pues la diversificación del género *Pinus* los hace más susceptibles. Se modeló la distribución potencial geográfica de *Dendroctonus* spp. en Amanalco, utilizando el software MaxEnt, introduciendo variables ambientales de la plataforma WorldClim, del Continuo de Elevaciones Mexicano y datos de presencia del descortezador. Se encontraron cinco núcleos agrarios con presencia del patógeno *Dendroctonus* spp. Se determinaron taxonómicamente los hospedantes *P. pseudostrobus*, *P. hartwegii* y *P. leiophylla*, así como los agentes causales *D. adjunctus*, *D. valens* y *D. mexicanus*. El modelo arrojó un AUC = 0.97, lo que sugiere una excelente capacidad predictiva, también señaló que las variables que contribuyeron mayormente fueron las de temperatura y de manera particular, la pendiente, bio16 y bio08. En total, 13 núcleos agrarios tienen potencial para la distribución de los patógenos encontrados, vinculado con las áreas de aprovechamiento forestal maderable y con daños fisiológicos y mecánicos en los hospederos. Esta información es relevante como evidencia del impacto de las actividades silvícolas y antropogénicas en el desarrollo de brotes activos.

**Palabras clave:** Brotes activos, insectos descortezadores, agentes patógenos, MaxEnt,

### Potencial distribution of the genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae) in Amanalco, State of Mexico

**ABSTRACT.** Some species of the genus *Dendroctonus* represents a threat to coniferous forests because the diversification of *Pinus* genus makes them more susceptible. It was modeled the geographic potential distribution of *Dendroctonus* spp. in Amanalco using MaxEnt software, introducing WolrdClim platform environmental variables, of the Mexican elevation continuum and presence of bark beetle data. Five agrarian nucleuses were found with the presence of the pathogen *Dendroctonus* spp. Were determined *P. pseudostrobus*, *P. hartwegii* and *P. leiophylla* as hosts, and the causal agents *D. adjunctus*, *D. valens* y *D. mexicanus*. The model threw an AUC=0.97, that suggests an excellent predictive capacity, also showed the temperature variables were the most important; and, in a particular way, were the slope, bio16 and bio08. In total 13 agrarian nucleus have bark beetle distribution potential, linked whit the timber harvesting areas and whit physiological and mechanical damage. This information is very relevant because it serves as evidence of the impact caused to the forestry and anthropogenic activities in the outbreak's development

**Keywords:** active outbreaks, bark beetle, pathogenic agents, MaxEnt

### INTRODUCCIÓN

Algunas especies del género *Dendroctonus* son de los principales factores de mortalidad durante el desarrollo y establecimiento de los bosques y plantaciones. A nivel nacional, estos organismos causan la muerte de miles de árboles ocasionando un grave desequilibrio ecológico (Rodríguez *et al.*, 2013); sin embargo, son elementos esenciales en la sucesión, estructura y composición forestal (Pinzón *et al.*, 2018). Se han hecho estudios recientes para estimar su distribución potencial geográfica, los cuales han mostrado que los estados de Chihuahua, Michoacán, Estado de México, Nuevo León y Jalisco tienen una alta probabilidad de desencadenar brotes de insectos descortezadores (Sosa, *et al.*, 2018); esto está relacionado con el cambio climático, ya que a condiciones más cálidas,

mayor será el número de individuos, pues los ciclos biológicos serán más cortos, provocando más generaciones en menor lapso de tiempo (Dukes *et al.*, 2009; Jactel, *et al.*, 2019). En el Eje Volcánico Transmexicano el problema podría incrementarse, debido a que en este sistema montañoso se concentra un elevado porcentaje de especies de *Pinus*, los cuales son potenciales hospederos para los descortezadores (Salinas *et al.*, 2010). Para los estados del sur de México, se tienen registros de cinco especies: *Dendroctonus adjunctus* (Blandford, 1897), *D. frontalis* (Zimmerman, 1868), *D. mexicanus* (Hopkins, 1915), *D. valens* (LeConte, 1860) y *D. approximatus* (Dietz, 1890); las tres primeras especies son de mayor importancia económica (Cibrián *et al.* 1995); además, en la actualidad se anexan otras tres especies que son *D. mesoamericanus* (Armendáriz-Toledano and Sullivan, 2015), *D. parallellocollis* (Chapuis 1869), y *D. vitei* (Wood 1974) (Armendáriz *et al.*, 2018).

Entre 2005 y 2009, el gobierno federal autorizó el saneamiento de al menos 187 hectáreas en los bosques del Nevado de Toluca, tratando de controlar el daño ocasionado por el descortezador de montaña *D. adjunctus*, que afecta particularmente a *Pinus hartwegii* Lindl, *P. pseudostrobus* Lindl y *P. montezumae* Lamb. Este tratamiento implicó la extracción de cerca de 33,000 m<sup>3</sup> de madera y un poco más de 15,400 árboles infestados (Endara, *et al.*, 2012). En algunos núcleos agrarios del municipio de Amanalco, Estado de México, se han presentado brotes activos de los mismos agentes causales, afectando la superficie forestal y causando una problemática, ambiental, social y económica, tal fue el caso del ejido San Jerónimo donde, en el año 2018 fue necesario la implementación de trabajos de saneamiento por la presencia de *D. mexicanus* hospedado en la especie de *P. pseudostrobus*, impactando una superficie de 0.81 hectáreas y un volumen de 248.125 m<sup>3</sup> (PROBOSQUE, 2018). Esta problemática ha traído consecuencias en la ejecución de los programas de manejo, pues implica su modificación para ajustar los volúmenes correspondientes a las anualidades del aprovechamiento forestal maderable, impactando en el volumen residual calculado. Por todo ello, es imprescindible la generación de modelos predictivos que permitan conocer la distribución geográfica potencial para crear estrategias de prevención, combate y control.

## MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Amanalco, el cual se sitúa en la parte central de la porción occidental del Estado de México. La cabecera municipal se localiza a 19° 15" de latitud norte y 100° 01" de longitud oeste, a una altitud promedio de 2,320 msnm. De acuerdo con el INEGI (2016), el uso del suelo y vegetación de la mayor proporción de la superficie del municipio pertenece a agricultura de temporal anual (33.61 %), seguido de bosque de oyamel y de bosque de pino-encino (21.30 % y 11.93 %, respectivamente) en donde se presentan especies como *Abies religiosa* (Kunth Schltl. et Cham.), *P. hartwegii*, *P. pseudostrobus*, *P. leiophylla* Sch. y Cham y *Quercus crassifolia* Humb. & Bonpl. Según la clasificación de Koppen, modificada por García (1964), el 84 % del territorio posee un clima templado - subhúmedo C(w<sub>2</sub>)(w)b(i)g; con verano largo, lluvia invernal inferior al 5 %, es isotermal y la temperatura más elevada se manifiesta antes del solsticio de verano, en el 16 % restante es un clima semifrío – subhúmedo C(E)(w<sub>2</sub>)(w)b(i)g. La recolección de datos inició con la localización de brotes activos de *Dendroctonus* spp. mediante la realización de recorridos terrestres en los diferentes núcleos agrarios, georreferenciando cada uno de los individuos plagados que se identificaron por alguno de los signos característicos del ataque (Cibrián *et al.*, 1995). Se tomaron datos dasométricos para la estimación del volumen total del árbol (VTA, m<sup>3</sup>) que fue afectado; los cálculos se llevaron a cabo empleando las ecuaciones del segundo estudio dasonómico del Estado de México (Rodríguez, 1990), además se identificó el nivel de infestación de los individuos mediante la clasificación propuesta por Billings y Espino (2005). Se colectaron ejemplares que fueron

conservados según Triplehorn y Johnson (2005) y para su determinación taxonómica se usó literatura de Armendáriz y Zúñiga (2017).

Para la elaboración de mapas de distribución potencial se obtuvieron en formato raster (.Tif), de la plataforma de Worldclim (2017) (<https://worldclim.org/version2>) 19 variables bioclimáticas:

Bio01 = Temperatura media anual.

Bio02 = Rango diurno medio (promedio mensual: temperatura máxima - temperatura mínima).

Bio03= Isotermalidad (Bio02 /Bio07 \*100).

Bio04 = Estacionalidad de temperatura (desviación estándar\*100).

Bio05 = Temperatura máxima del mes más cálido.

Bio06 = Temperatura del mes más frío.

Bio07 = Rango anual de temperatura (Bio05 - Bio06).

Bio08 = Temperatura media del trimestre más húmedo.

Bio09=Temperatura media del cuarto más seco.

Bio10 = Temperatura media del trimestre más cálido.

Bio11=Temperatura media del cuarto más frío.

Bio12 = Precipitación anual.

Bio13=Precipitación del mes más frío.

Bio14 = Precipitación del mes más seco.

Bio15 = Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación).

Bio16 = Precipitación del trimestre más húmedo.

Bio17 = Precipitación del trimestre más seco.

Bio18 = Precipitación en el trimestre más cálido.

Bio19 = Precipitación en el trimestre más frío.

Son variantes de los datos de la precipitación y la temperatura, con una resolución aproximada de 1 km<sup>2</sup> que se remuestrearon a una resolución de 15 m<sup>2</sup> con el software ArcGis versión 10.5. Se obtuvo también la variable topográfica de la plataforma Continuo de Elevaciones Mexicano (<https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>) en una resolución de 15 m<sup>2</sup>, de ella se generaron las variables de altitud, pendiente y orientación solar. El modelo de distribución potencial se realizó con el software MaxEnt versión 3.4.1, siguiendo a Pearce y Boyce (2006), Phillips *et al.* (2004) y Phillips (2017).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectaron cinco núcleos agrarios con presencia de brotes activos de insectos descortezadores; Ejido San Jerónimo (ESJ), Ejido San Lucas (ESL), Dotación y ampliación del Ejido Rincón de Guadalupe (DAERG), Dotación Ejido San Bartolo (DESB) y los Bienes Comunales Rincón de Guadalupe (BCRG), en donde se identificaron tres especies hospedadoras; *P. pseudostrobus*, *P. hartwegii* y *P. leiophylla*, cuantificando en total 789 árboles y un VTA de 2,336.76 m<sup>3</sup>. El primero de ellos representó la especie hospedante con mayor afectación, con un 97.43 % del volumen total, las otras especies con un 1.39 % y 1.18 %, respectivamente. El núcleo agrario más afectado por el patógeno fue BCRG con 1089.89m<sup>3</sup>, seguido por ESJ con 697.03 m<sup>3</sup>, luego DAERG con 274.67m<sup>3</sup>, después ESL con 234.15 m<sup>3</sup> y con el menor VTA DESB con 40.92 m<sup>3</sup>. Derivado de las muestras entomológicas, se logró identificar a *D. valens*, *D. adjunctus* y *D. mexicanus*. El primer agente causal fue identificado como insecto primario oportunista en DAERG, presentándose en un área incendiada de *P. pseudostrobus*, lo que concuerda con lo mencionado por Fonseca *et al.* (2014) quienes lo

reportaron bajo la misma condición en *P. patula* Schl. et Cham; sin embargo, Armendáriz *et al.* (2018) lo han reportado en algunas localidades de México y Centroamérica matando árboles saludables. *D. adjunctus*, tiene una generación por año y el periodo de mayor dispersión de los insectos adultos e infestación de nuevos árboles ocurre principalmente entre agosto y noviembre, aunque los primeros ataques se presentan desde julio y los últimos pueden prolongarse hasta enero, coincidiendo con el periodo en el que se le llevó a cabo el presente estudio (agosto-octubre). Así mismo, *D. mexicanus* se encontró en estado adulto, pues su segunda generación abarca de junio hasta noviembre, aunque la mayoría de las larvas se encuentran entre julio y agosto; las pupas y adultos durante los meses de septiembre y octubre (Castellanos *et al.*, 2013). La mayor parte de los árboles infestados se encontraron en fase 1, los cuales presentaron la copa verde y grumos de resina fresca, aunque en algunas ocasiones con grumos de resina secos, con un total de 658 árboles (83.40 %); de los cuales 634 fueron *P. pseudostrobus* (80.36 %), *P. hartwegii* con 15 árboles (1.90 %) y *P. leiophylla* con nueve árboles (1.14 %); en fase 2, los árboles presentaron la copa amarillenta con grumos de resina secos y duros a lo largo del fuste, sin encontrar larvas dentro de la corteza, con un total de 48 árboles (6.08 %) únicamente presentándose en *P. pseudostrobus*; en fase 3, los árboles presentaron la copa rojiza o de color marrón, con orificios de salida de los adultos emergentes en la corteza suelta, así como árboles muertos y sin follaje, con un total de 83 árboles (10.51 %); encontrándose a *P. pseudostrobus* con 81 árboles (10.26 %) y *P. hartwegii* con dos árboles (0.25 %). Con respecto al modelo de distribución espacial, se seleccionó el que presentó mayor sensibilidad en el área bajo la curva (AUC, por sus siglas en inglés), representando las condiciones óptimas y prediciendo la distribución potencial del insecto descortezador. Los datos de entrenamiento obtuvieron un AUC = 0.97, lo que encaja dentro del intervalo como una excelente capacidad predictiva (Ruiz de Larramendi, 2017), de igual manera, los datos de prueba arrojaron un AUC = 0.95, lo que señala que los datos de entrenamiento fueron auténticos para predecir el modelo (Navarro *et al.*, 2013; Muñoz-Reja, 2018).

Las estimaciones de las contribuciones relativas de las variables ambientales muestran que el 41.3 % fue proporcionado por las de temperatura, un 40.91 % por las de precipitación y sólo un 17.78 % por las topográficas, siendo contrastante con lo reportado en otros estudios (Jactel *et al.*, 2019). De manera particular, la pendiente fue la que contribuyó en mayor proporción al modelo (15.3 %), seguido por bio16 (12.6 %) y bio08 (11.9 %). Por su parte, la evaluación aislada de la prueba Jackknife validó que las variables con mayor relevancia fueron bio01, bio05, bio06, bio08, bio10, demostrando su robustez con un AUC > 0.84. Si bien, a pesar de que sólo se tomaron datos en cinco núcleos agrarios, se puede apreciar, de acuerdo con el modelo, que además de éstos hay otros ocho que tienen la probabilidad de desarrollar brotes activos, estos son: los Bienes Comunes de San Mateo y San Miguel Tenextepec, y los Ejidos de Agua Bendita, Amanalco, Capilla Vieja, San Miguel Tenextepec, San Juan y el Potrero (Figura 1).

## CONCLUSIONES

El porcentaje de afectación (96.70 %) de *P. pseudostrobus* es mayor que el de las otras especies hospederas registradas, pues está en relación con la composición vegetal de la zona. *D. adjunctus* fue el único agente causal que se encontró en los cinco núcleos agrarios, resaltando su evidente asociación con *D. valens*, pues ésta última se presentó como insecto secundario en árboles infestados con *D. adjunctus*. Es importante destacar que las áreas potenciales de distribución geográfica arrojadas por la modelación coinciden con aquellas que fueron o serán destinadas como áreas de corta de las diferentes anualidades correspondientes a los Programas de Manejo de Recursos

Maderables de cada uno de los núcleos agrarios, además de haber actividades que impactan el estado fisiológico de los individuos, como lo es la presencia de plantas parásitas, el daño mecánico causado por rayos, la extracción ilícita de productos maderables e incendios, pues las áreas afectadas por el descortezador presentaron estas características.

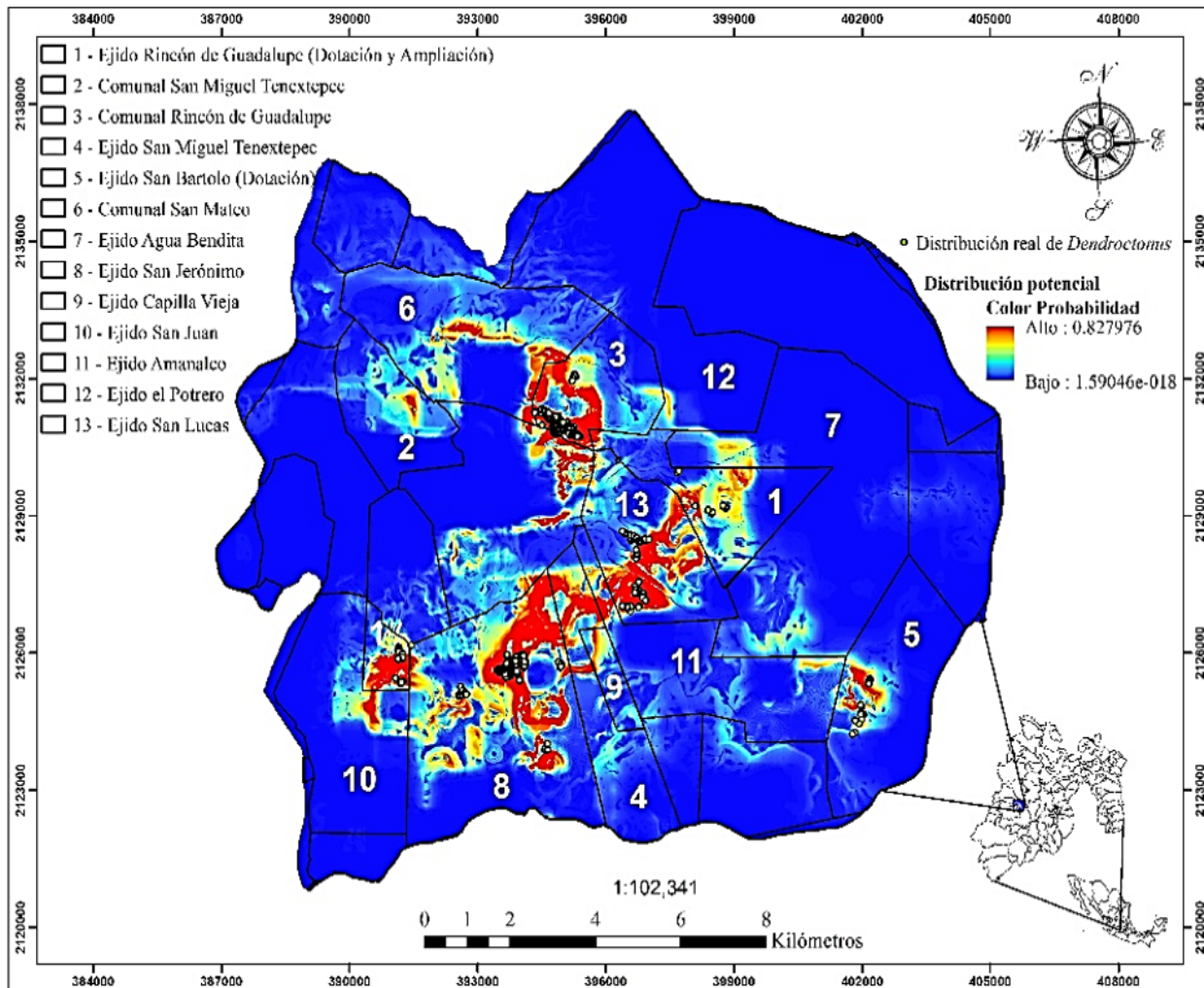


Figura 1. Modelo de distribución potencial del género *Dendroctonus* en Amanalco.

## AGRADECIMIENTOS

A los representantes de las mesas directivas de los diferentes núcleos agrarios por brindarnos el acceso, y a la Unión de Ejidos Emiliano Zapata por el apoyo en la gestión. Al Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo que facilitó la realización del estudio.

## LITERATURA CITADA

Armendáriz, T. F. and Zúñiga, G. 2017. Illustrated key to species of genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae) occurring in México and Central America. *Journal of Insect Science*, 17(1): 1- 15. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iex009>.

- Armendáriz, T. F., Zúñiga, G. García, R. L. J., Valerio, M. O. y García, N. P. G. 2018. *Guía ilustrada para identificar a las especies del género Dendroctonus presentes en México y Centroamérica*. Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, México, 116 pp.
- Billings, R. F. y Espino, M. V. 2005. El Gorgojo Descortezador del Pino (*Dendroctonus frontalis* Zimmerman, 1868) en Centroamérica. *Cómo reconocer, prevenir y controlar plagas*. Servicio Forestal de los Estados Unidos, Programa Internacional Forestal, 17 pp.
- Castellanos, B. J. F., Ruiz, M. E. O., Gómez, C. M. y González, C. R. 2013. Guía metodológica para combatir plagas de descortezadores en el sur de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Villa de Etla, Oaxaca, México. *Publicación Especial, núm. 12*, 43 pp.
- Cibrián, T. D., Méndez, M. J. T., Campos, B. R., Yates III, H. O. y Flores, L. J. E. 1995. *Insectos Forestales de México*. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, México, 447 pp.
- Dukes, J. S., Pontius, J., Orwig, D., Garnas, J. R., Rodgers, V. L., Brazee, N., Cooke, B., Theoharid, K. A., Stange, E. E., Harrington, R., Ehrenfeld, J., Gurevitch, J., Leerdau, M., Stinson, K., Wick, R. and Ayres, M. 2009. Responses of insect pests, pathogens and invasive plant species to climate change in forests of northeastern North America: What we predict?. *Canadian Journal of Forest Research*, 39(2): 231-248. <https://doi.org/10.1139/X08-171>.
- Endara A. A. R., Maass, S. F., Nava, B. G., Valdez, H. J. I. y Fredericksen, T. S. 2012. Effect of human disturbance on the structure and regeneration of forests in the Nevado de Toluca National Park, México. *Journal of Forestry Research*, 23(1): 39-44. <https://doi.org/10.1007/s11676-012-0226-8>.
- Fonseca, G. J., de los Santos, P. H.M., Rodríguez, O. A. y Rodríguez, L. R. 2014. Efecto del daño por fuego y descortezadores sobre la mortalidad de *Pinus patula* Schl. et Cham en Hidalgo, México. *Agrociencia*, 48 (1): 103-113. Recuperado de <https://agrociencia-colpos.mx/>
- García, E. 1964. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*, (1era Ed. Serie de Libros, Núm. 6). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 90 pp.
- INEGI (s.f). Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM). *Elevaciones mexicano*. <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>. Fecha de consulta 10-X-2019.
- INEGI (2016). Conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000 Serie VI (Capa Unión). *Catálogo de metadatos geográficos*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.conabio.gob.mx/información/gis/>, fecha de consulta 20-X-2019.
- Jectel, H., Koricheva, J. and Castagneyrol, B. 2019. Responses of forest insect pests to climate change: not so simple. *Current opinion in insect science*, 35: 103-108. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2019.07.010>.
- Muñoz-Reja, M. L. M. 2018. Elaboración de un modelo predictivo de distribución potencial del cultivo *Chenopodium quinoa* Willd. basado en necesidades edafoclimáticas con objeto de determinar las zonas de correcta adaptación en Extremadura. Universidad de Extremadura. Escuela de Ingenierías Agrarias. Badajoz, Extremadura, España. 53 pp.
- Navarro, G. R., Salazar, R. M., Álvarez, R. E., Peñalosa, M. D. O., Riquelme, C. I., Blas, J. D., Candia, D. C. R. y Janampa, F. J.K. 2013. *Modelamiento espacial de nichos ecológicos para la evaluación de presencia de especies forestales maderables en la Amazonía Peruana*, (1era

- Edición. Serie Técnica No. 4). Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre-OSINFOR. Lima, Perú. 77 pp.
- Pearce, J. L. and Boyce, M. S. 2006. Modelling distribution and abundance with presence-only data. *Journal of Applied Ecology*, 43, 405-412. Recuperado de <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/>
- Phillips, S. J., Dudík, M., and Schapire, R. E. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. *Proceedings of the Twenty-First International Conference on Machine Learning*, 655-662.
- Phillips, S. J. 2017. A Brief Tutorial on Maxent. [http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent/](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/). Fecha de consulta 22-XI-2019.
- Pinzón, D., Cuéllar, G., Jurado, E. y González, M. A. 2018. Efecto de la sequía en la distribución y densidad de *Dendroctonus mexicanus* Hopkins, 1905 en bosques templados. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9 (50): 463-478. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.256>.
- Protectora de Bosques (PROBOSQUE). 2018. Notificación de Saneamiento para el ejido de San Jerónimo municipio de Amanalco, Estado de México. Oficio N° PB-NSF-028-18.
- Rodríguez, C. R. 1990. *Segundo Estudio Dasonómico del Estado de México (SEDEMEX)*. Gobierno del Estado de México. SEDAGRO-PROBOSQUE, 334 p.
- Rodríguez O. A., Equihua M. A., Cibrián T. J., Estrada, V. E. G., Méndez J. T., Villa J., y Barrón R. M. 2013. Fluctuación de *Dendroctonus adjunctus* Blandford (Curculionidae: Scolytinae) y sus depredadores atraídos por frontalina + alfa-pineno, en los Pescados, Veracruz, México. *Revista Chilena de Entomología*, 38: 41-50. Recuperado de <http://www.insectachile.cl/revista/>
- Ruíz de Larramendi, F. M. 2017. Diseño de metodología y desarrollo de recursos para la modelización de especies exóticas invasoras; análisis de su aplicabilidad en el caso de *Vespa velutina*. Universidad Pública de Navarra, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Pamplona, España. 88 pp.
- Salinas, Y., Vargas, C., Zúñiga, F., Víctor, J., Ager, A. y Jane, L. 2010. *Atlas de distribución geográfica de los descortezadores del género Dendroctonus (Curculionidae: Scolytinae) en México*. Instituto Politécnico Nacional. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jal., México. 90 pp.
- Sosa, L., Méndez, J., García, M. A., Cambrón, V. H., Villareal, J.A., Ruiz, C. G. y Montoya, J. C. 2018. Distribución potencial de barrenadores, defoliadores, descortezadores y muérdagos en bosques de coníferas de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9 (47):187-08. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i47.159>.
- Triplehorn, C. A. and Johnson, N. F. 2005. *Borror and DeLong's introduction to the study of insects*, (7th Ed) Thomson Brooks/Cole. U.S.A, 864 pp.
- Worldclim. 2017. WorldClim. Global Climate Data. Free climate data for ecological modeling and GIS. <https://worldclim.org/version2>. Fecha de consulta 5-X-2019.