

Categorías diamétricas y volumen de pino afectados por *Dendroctonus spp* en el ejido Tixtlancingo, municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero.

AVILA-PEREZ Humberto†, ROSAS-ACEVEDO Ana Yolanda, GARZÓN LÓPEZ Luis Alvin
12682@uagro.mx Universidad Autonoma de Guerrero

Recibido: septiembre, 22, 2020; Aceptado febrero 9, 2021

Resumen

El ejido Tixtlancingo tiene superficie de 19,380 has, con un área de coníferas equivalente a 6,805 has. Se realizaron recorridos de campo para examinar una superficie aproximada de 2334.033 hectáreas, que presenta el tipo de vegetación pino-encino. El objetivo de este estudio fue identificar las categorías diamétricas y el volumen afectado de pino. Se encontró al descortezador afectando a *Pinus maximinoi* y *P. pringlei* en una superficie de 164.001 has. El inventario se realizó en 16 polígonos y se contabilizaron 2,354 árboles plagados; 809 de *P. pringlei* y 1545 *P. maximinoi*, presentes en las diamétricas de 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 y 60. El mayor ataque por *Dendroctonus mexicanus* Hopkins y *D. frontalis* Simmermann se presentaron en las categorías diamétricas de 20, 25 y 45 centímetros. Adicionalmente para calcular el volumen en pie se midió el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) y la altura. Se registró un volumen total plagado de 2914.21 m³r.t.a. y distribuidos en 264.84 m³r.t.a. para *P. pringlei* y 2649.37 m³r.t.a. en *P. maximinoi*. Al relacionar el volumen total de árboles, con la superficie total plagada, se registraron las existencias reales totales plagadas por hectárea (17.76 m³ r.t.a.).

Palabras claves: Descortezadores, brotes, volumen, categoría diamétrica

Abstract

The Tixtlancingo ejido has an area of 19,380 hectares, with an area of conifers equivalent to 6,805 hectares. Field trips were carried out to examine an approximate area of 2334,033 hectares, which presents the type of pine-oak vegetation. The objective of this study was to identify the diameter categories and the affected volume of pine. The bark beater was found affecting *Pinus maximinoi* and *P. pringlei* in an area of 164,001 hectares. The inventory was carried out in 16 polygons and 2,354 plagued trees were counted; 809 of *P. pringlei* and 1545 *P. maximinoi*, present in diameters of 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 and 60. The greatest attack by *Dendroctonus mexicanus* Hopkins and *D. frontalis* Simmermann occurred in the diameter categories of 20, 25 and 45 centimeters. Additionally, to calculate the standing volume, the Diameter at Chest Height (DBH) and the height were measured. A total infested volume of 2914.21 m³r.t.a. was recorded. and distributed in 264.84 m³r.t.a. for *P. pringlei* and 2649.37 m³r.t.a. in *P. maximinoi*. By relating the total volume of trees, with the total area planted, the total real stocks plagued per hectare (17.76 m³ r.t.a.) were recorded.

Keywords: Bark beetles, sprouts, volume, diameter category

Citación: AVILA-PEREZ Humberto†, ROSAS-ACEVEDO Ana Yolanda, GARZÓN LÓPEZ Luis Alvin. **Categorías diamétricas y volumen de pino afectados por *Dendroctonus spp* en el ejido Tixtlancingo, municipio de Coyuca de Benítez, Guerrero.** Foro de Estudios sobre Guerrero. 2022, mayo 2021 - abril 2022 Vol. 9 No. 2 113 - 122

*Correspondencia al Autor (avila_ph@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Los escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus* spp. (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), desde el siglo pasado se registran en el sur de México como las plagas forestales primarias más importantes en los bosques de pino (Wood, 1963), se considera a *D. frontalis* Simmermann una de las plagas de interés económico en los Estados Unidos de Norteamérica, Centroamérica y en México, es decir, la plaga más común y dañina de los bosques del sureste FAO, (2007).

Por lo general, la mayoría de las especies de escarabajos descortezadores atacan árboles debilitados por la edad, la sequía, el fuego, enfermedades o daños mecánicos, sin embargo, hay algunas especies agresivas que cuando sus poblaciones se expanden (Bentz *et al.*, 1991; Safranyik y Linton, 1998; Raffa *et al.*, 2008) pueden infestar árboles sanos y realizar ataques masivos en superficies extensas (Billings *et al.*, 2004; Bentz *et al.*, 2010).

La presencia de estos coleópteros, por lo regular se asocian a algún fenómeno natural, como es la sequía, altas temperaturas (Logan *et al.*, 2003; Anderegg *et al.*, 2015), incendios forestales, fuertes vientos y cambios climáticos (Walther *et al.*, 2002; Parmesan y Yohe, 2003), lo que hace propicio el establecimiento e incremento de sus poblaciones, lo que genera focos activos y el avance de la plaga hacia bosques sanos. De este modo, en las áreas afectadas desde el punto de vista ecológico, económico y social, los riesgos con la muerte de los árboles modifican en corto plazo el tipo de vegetación y con ello alteraciones en suelo, agua y fauna, rompiendo el equilibrio en la

calidad de vida (Castellanos-Bolaños *et al.*, 2009). Estos territorios ecosistémicos, además, son sometidos a una fuerte presión antrópica, baja productividad de la tierra, incremento en la vulnerabilidad a sequías e inundaciones, aumento de riesgos ante desastres naturales (CONAGUA, 2011; López *et al.*, 2013), que afecta la calidad de vida de las comunidades que reciben servicios de ellas. Por su parte Ungerer *et al.*, (1999), discuten que las poblaciones de los insectos descortezadores pueden alcanzar mortalidades hasta del 100% cuando la temperatura en el aire es de menos de los 16°C, por lo que enfatizan la importancia ecológica de estimar su distribución y fluctuación dado que son sensibles a los cambios de temperatura, pero al comportarse como plaga puede atacar árboles sanos en todas las categorías diamétricas.

En este contexto la Norma Oficial Mexicana NOM- 019-SEMARNAT-1999, establece los lineamientos técnicos para el combate y control de los insectos descortezadores en las coníferas. Por lo que en el ejido Tixtlancingo desde el año 2011 a la fecha, se han ejercido cinco diagnósticos sin lograr controlar la plaga. Lo anterior se le atribuye a problemas internos en la dirección del ejido, que propician que algunas comunidades se beneficien realizando aprovechamientos sin manejo forestal. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue realizar un registro de las categorías diamétricas susceptibles y el volumen afectado, como punto de partida, para a mediano y largo plazo establecer estrategias de manejo y control del insecto participativos.

Objetivos

Realizar un estudio para conocer el volumen maderable plagado, las categorías diamétricas más afectadas por el *Dendroctonus* y proponer un método para el combate y control de la plaga según la normatividad, en el ejido Tixtlancingo, Gro.

Materiales y métodos

El ejido de Tixtlancingo, Municipio de Coyuca de Benítez, se ubica en la Sierra Madre del Sur, Región Costa Grande del estado de Guerrero, tiene una superficie total de 19,380 has y está conformado por 10 comunidades: El Papayito, La Lima, Tixtlancingo, Piedras Grandes, La Almolonga, Agua Hedionda, Ocotito, El Paso del Bellaco, La Carbonera y La Cuadrilla. Colinda al Norte con los ejidos de Las Compuertas y Santa Rosa, al Sur con los ejidos Valle del Río, Bajos del Ejido y Aguas Blancas, al Este con los ejidos Santa Cruz Tasajeras, Platanillo, San José Agua Zarca y San Juan del Rio y al Oeste con el ejido Pueblo Viejo y Aguas Blancas (Figura 1). Altitud de ejido de 100 a 2200 msnm, específicamente el área diagnosticada presenta altitudes que van de 1700 a 2200 msnm, con 15 a 35 % de pendientes, precipitación de 12 a 18 mm y temperatura media anual de 24 a 33 °C.

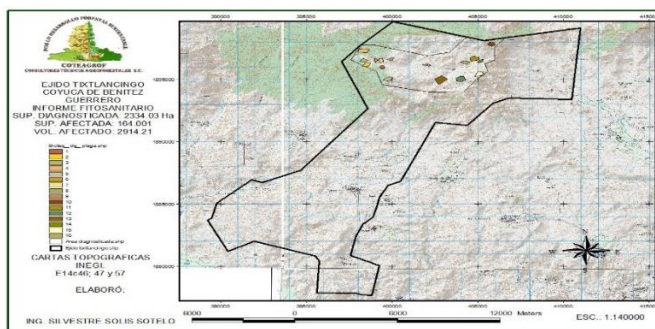


Figura. 1. Ejido Tixtlancingo y área afectada por presencia de *Dendroctonus* spp.

Metodología

Se consultaron los diagnósticos anteriores y se realizaron recorridos de campo a la zona con vegetación de pino para inspeccionar características y síntomas visibles del arbolado en pie como son los cambios en la coloración de las hojas, desprendimiento de corteza, galerías con aserrín, volumen, vigor del arbolado dado que a menor vigor del árbol, mayor será la probabilidad de ataque debido a que la resina que segregan los árboles dañados pierden sus cualidades protectoras naturales, además de que su olor alterado, permiten al insecto localizar a estos árboles (Hendrichs, 1977). Se registraron tres fases de ataque al arbolado en pie como lo menciona Billings *et al.*, (1990): fase 1 con follaje verde, grumos blandos de resina en la corteza y la superficie de la madera de color blanco (sin galerías del gorgojo); fase 2 con copa amarillenta, galerías serpenteadas bajo la corteza y superficie de la madera de color café; fase 3 con copa roja, marrón o sin follaje y con pequeños orificios de salida en la corteza. Los brotes se delimitaron perimetralmente y fueron georreferenciados utilizando un GPS, para posteriormente con el programa Arc GIS obtener los polígonos correspondientes. Tomando en consideración los protocolos de CONAFOR (2015). Se realizó el conteo directo de árboles en pie, la topografía, altitud, pendiente, temperatura precipitación, incendios presentados, estructura de las masas y se elaboró una base de datos para conocer las interrelaciones entre las diferentes variables. Además, se examinaron los síntomas y se colectaron muestras de la plaga, que fueron preservadas en alcohol al 70 % e identificadas utilizando claves taxonómicas.

Artículo

Medio Ambiente y Recursos Naturales

Las categorías diamétricas comerciales utilizadas fueron: arbolado de 18-22 cm le corresponde categoría de 20cm, de 23 a 27 le corresponde 25 cm y así sucesivamente hasta llegar a la categoría de 60 cm, además se identificó el hospedero y el barrenador. El volumen plagado de cada árbol y por brote se obtuvo al considerar una relación entre el Diámetro a la Altura del Pecho y la altura del árbol, lo cual deriva en tablas de volumen (Ferreira, 1994) con formula: $V = (DAP)^2 \times (\pi/4) \times H \times Fm$ donde: $V =$ volumen en M^3 , $DAP =$ Diámetro a la Altura del Pecho, $\pi/4 = 0.7854$, $H =$ altura, $FM =$ factor mórfico.

Pinus maximinoi H.E. Moore puede llegar a medir desde 20 a 30 metros de altura, con un diámetro de 100 centímetros, su corteza lisa y delgada de 2 a 4 cm en placas grandes rectangulares, cuando es vieja tiende a quebrarse en plaquetas elongadas con fisuras que presentan una coloración café rojiza en la parte interna mientras que la externa es color gris (Chaman, 2015). Presenta hojas de cinco acículas por fascículo, con una longitud de 20 a 27 centímetros y 0.7 a 0.1 milímetros de ancho. Conos ovoides u oblongos, simétricos de color marrón-rojizo, con dimensiones de 5 a 8 centímetros de largo y de 4 a 7 centímetros de ancho. Madera: presenta un color castaño pálido, superficie lustrosa, olor agradable y sabor característico, textura fina y grano recto. Presenta un peso específico de 0.44 a 0.50 g/cm^3 , liviana, moderada fácil de trabajar, fácil de tratar con preservantes, y con buena velocidad al secado, con la característica de no presentar defectos. (Pérez, 2009).

Pinus pringlei Shaw, es nativo de México Árbol de 15 - 25 m de alto, con más de 90 cm

Foro de Estudios sobre Guerrero

Mayo 2021 - abril 2022 Vol. 9 No. 2 113 - 122

de diámetro normal. En árboles maduros la copa es redondeada, con ramas largas irregularmente dispuestas (Perry 1991), conos persistentes, hojas: perennifolia y florea de febrero a marzo. Distribución De $16^{\circ} 30'$ a los $20^{\circ} 00'$ de latitud norte y los $96^{\circ} 45'$ a $102^{\circ} 20'$ de longitud oeste (Eguiluz, 1982) Tiene una distribución limitada, se presenta en zonas templadas y subtropicales, en los estados de Michoacán, Guerrero, México, Morelos, Puebla, y Oaxaca.

Resultados

El bosque estudiado en los polígonos fue de Pino-Encino, con diferentes proporciones de *Pinus maximinoi*, *P. pringlei*, *P. oocarpa*, *P. chiapensis*, y el género *Quercus*. Es precisamente en las masas del género *P. maximinoi*, *P. pringlei* donde se concentra el ataque del descortezador de las coníferas. El inventario de *Dendroctonus* spp se realizó en 16 brotes o polígonos como se muestra en la (figura 2) con una superficie total diagnosticada de 2334.033 has. y una superficie afectada de 164.001 has.

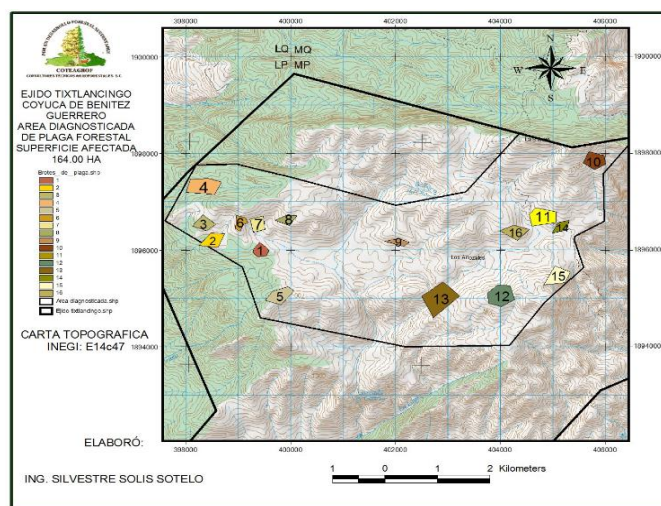


Figura 2. Ubicación de áreas con brotes de *Dendroctonus* spp

Árboles plagados. En los 16 polígonos se encontraron 2354 árboles plagados distribuidos en 809 árboles de *P. pringlei* y 1, 545 de *P. maximinoi*, ubicados en los parajes: El Arrozal, Filo del Gallo, El Campamento, Cerro de la Isla, La Ciénega II, La Pata de Conejo, La Lima y La Cueva.

Clases o categorías diamétricas. El análisis del arbolado por clase o categoría diamétrica es el intervalo en que se ha dividido la amplitud total del diámetro de los árboles y permite evaluar su estado ecológico y de conservación. En la zona afectada del ejido Tixtlancingo de 2354 árboles, se registraron las categorías diamétricas de 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 y 60 centímetros (Tabla 1), en donde el mayor ataque se presentó en arbolado en pie con categorías diamétricas de 20, 25 y 45 centímetros, que resultaron los más susceptibles, esto se debe según Coulson (1981) a que el ataque lo inicia la hembra, normalmente en árboles de más de 10 cm de diámetro, es decir cuando el arbolado es joven o débil y/o sufrió algún incendio forestal; este comportamiento es favorecido por las condiciones extremas de sequía y altas temperaturas (Torres *et al.*, 2004), situación que se agrava con la presencia de incendios forestales que además de los daños, les causa una fuerte deshidratación a los árboles (Serrato y Ascencio, 1996).

BROTOS	CATEGORIAS DIAMÉTRICAS en cm										TOTALES
	20	25	30	35	40	45	50	55	60		
1	34	28	22	23	14	19	12	20	15	187	
2	19	20	17	18	8	10	8	10	8	118	
3	23	28	23	18	23	11	10	12	10	158	
4	43	35	32	28	32	64	15	8	5	262	
5	32	24	12	17	20	12	14	11	15	157	
6	12	10	7	6	7	8	5	4	6	65	
7	12	10	7	6	5	8	5	6	5	64	
8	8	4	5	6	5	11	3	4	6	52	
9	0	0	0	5	4	6	5	4	6	30	
10	13	18	25	15	11	10	8	10	6	116	
11	45	56	47	67	40	28	43	30	25	381	
12	28	12	8	23	18	30	15	19	16	169	
13	40	28	18	23	33	47	29	27	15	260	
14	10	8	7	9	10	11	9	5	8	77	
15	30	22	13	22	18	19	20	14	11	169	
16	15	9	8	12	13	10	8	5	9	89	
TOTALES	364	312	251	298	261	304	209	189	166	2354	

Tabla 1.- Brotes y categorías diamétricas afectadas por el descortezador.

Los descortezadores presentan cuatro hasta nueve generaciones al año, con considerables sobreposiciones generacionales y estados fisiológicos de inactividad para sobrevivir en condiciones ambientales desfavorables como temperaturas extremas, sequías, o carencia de alimento, según las condiciones climáticas (Perry, 1951; Rose, 1966; Thatcher y Pickard, 1967; Islas, 1974; Burgos *et al.*, 1975). Para este estudio se identificaron 16 brotes de la plaga (Tabla 2), se registró un promedio de 50 *pinos pringlei* plagados por brote y 96 *Pinus Maximinoi* plagados por brote.

BROTE	SUPERFICIE	NÚMERO DE ARBOLES		VOLUMEN (M ³ R.T.A)		TOTAL		
		<i>Pinus pringlei</i>	<i>Pinus maximinoi</i>	<i>Pinus pringlei</i>	<i>Pinus maximinoi</i>	No. de Árboles	Árboles por ha	Volumen (m ³ s.t.a.)
1	5.926	84	103	26.910	199.68	187	31.555	226.590
2	8.726	56	62	19.030	113.68	118	13.522	132.710
3	7.659	74	84	25.660	149.04	158	20.629	174.700
4	16.99	110	152	36.010	243.70	262	15.420	279.710
5	11.346	68	89	20.020	170.24	157	13.837	190.260
6	4.726	29	36	9.150	69.54	65	13.753	78.690
7	6.627	29	35	9.150	68.81	64	9.657	77.960
8	4.717	17	35	5.290	68.25	52	11.023	73.540
9	3.619	0	30	0.000	61.73	30	8.289	61.730
10	10.354	56	60	21.420	107.33	116	11.203	128.750
11	14.499	148	233	51.670	411.47	381	26.277	463.140
12	16.93	48	121	12.950	230.91	169	9.982	243.860
13	26.864	0	260	0.000	350.37	260	9.678	350.370
14	4.881	25	52	8.100	99.09	77	15.775	107.190
15	11.258	65	104	19.480	190.90	169	15.011	210.380
16	8.879	0	89	0.000	114.63	89	10.023	114.630
TOTAL	164.001	809	1545	264.84	2649.3	2,354	14.353	2,914.21

Artículo

Medio Ambiente y Recursos Naturales

Foro de Estudios sobre Guerrero

Mayo 2021 - abril 2022 Vol. 9 No. 2 113 - 122

Tabla 2.- Brotes, superficie, número de árboles y volumen plagado por especie de Pino.

Se aprecia una mayor afectación en *P. maximinoi* provocada por un incremento repentino en la cantidad de insectos, se encontró que los brotes 11, 4 y 13 presentaron la mayor cantidad de árboles infestados y mayor volumen plagado para *pinus maximinoi* 2649.3 m³r.t.a esto se relaciona a los registros de sitios en donde se ha presentado la mayor cantidad de incendios forestales.

La clasificación taxonómica para la plaga encontrada se localiza en la figura 3. Los hospederos para *D. mexicanus* son *P. arizonica*, *P. ayacahuite*, *P. cembroides*, *P. chihuahuana*, *P. cooperi*, *P. douglasiana*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. greggii*, *P. hartwegii*, *P. herrerae*, *P. lawsoni*, *P. leiophylla*, *P. maximinoi*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. pinceana*, *P. pringlei*, *P. ponderosa*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis*, y *P. teocote* (Wood, 1982). La distribución geográfica en la República Mexicana se encuentra en los estados de Coahuila, Chiapas, Chihuahua, Durango, Estado de México, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas (Wood, 1982) en parámetros altitudinales desde los 1,200 hasta 2,858 msnm.

CATEGORIA	TAXON
1.- Phylum	Arthropoda
2.- Subphylum	Atelocerata
3.- Clase	Insecta
4.- Subclase	Pterygota
5.- División	Endopterygota
6.- Orden	Coleóptera
7.- Suborden	Polyphaga
8.- Superfamilia	Curculionoidea
9.- Familia	Scolytidae
10.- Género	<i>Dendroctonus</i>
11.- Especies	<i>frontalis</i> , <i>Zimmermann</i> <i>mexicanus</i> Hopkins

Figura 3. Clasificación taxonómica de la plaga encontrada. Por su parte, *D. frontalis* tiene por hospedantes a *P. arizonica*, *P. durangensis*, *P. greggii*, *oocarpa*, *P. pringlei*, *P. pseudostrobus*, *P. tenuifolia* y *P. teocote*. Con distribución geográfica en los estados de Colima, Chiapas, Durango, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Sinaloa y Tamaulipas, con rangos altitudinales desde los 700 a 1,900 msnm (Wood, 1982).

Volumen afectado. La especie más afectada fue *pinus maximinoi* (Figura 4) y encontrando un volumen total plagado de 2914.21 m³r.t.a. distribuidos en 264.84 m³r.t.a. para *Pinus pringlei* y 2649.37 m³r.t.a. en *Pinus maximinoi* y relacionando el volumen total plagado (2914.21 m³r.t.a.), con la superficie total plagada (164.001 ha), nos dan unas existencias reales totales plagadas de 17.76 m³ r.t.a. por hectárea.

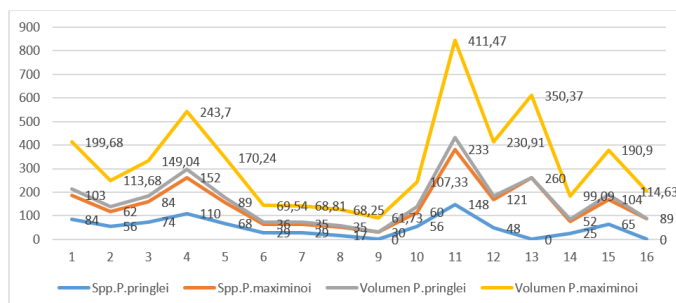


Figura.4. Especies de *Dendroctonus* spp. y volumen afectado en Pinos.

Agradecimientos: Para la empresa prestadora de Servicios Técnicos Forestales, Consultores Técnicos Agroforestales S. C., COTEAGROF S. C cuyo Representante Legal es el Ing. Eloy Acosta Pérez, así como el Ing. Silvestre Solís Sotelo Director técnico de la empresa y la mesa directiva del comisariado ejidal en turno: Agustín Castillo Dorantes, Carlos López Navarrete y Rosendo Memije Mateo.

Conclusiones

De acuerdo con la CONAFOR (2020), actualmente se tiene el registro de 47,807 ha que están siendo afectadas por diversos agentes causales de daño; destacando los insectos defoliadores con 20,228 ha (42.3%); en segundo lugar las plantas parásitas y epífitas con 12,779 ha (26.7%); en tercer lugar se ubican los insectos descortezadores con 10,422 ha (21.8%); en cuarto lugar se encuentran otras plagas con 1,878 (3.9%), en quinto lugar los insectos barrenadores con 1,269 ha (2.7%) y en el último lugar las enfermedades con 1,231 ha (2.6%). Específicamente el estado de Guerrero presenta una superficie afectada de 11,698 ha. Los insectos descortezadores son la principal amenaza de los bosques de coníferas y latifoliadas en México, ya que cuando se presentan de manera epidémica pueden afectar de manera muy importante nuestros ecosistemas, se tiene el registro histórico de afectación en los estados de Durango y Chihuahua en donde afectaron 433 mil hectáreas durante el periodo 2012-2013. Este grupo de insectos en los últimos 10 años han afectado 766 mil hectáreas principalmente en bosques de coníferas; en 7 Estados se concentra

la mayor afectación (90%) Durango, Chihuahua, Oaxaca, Nuevo León, Chiapas, México y Guerrero.

En relación al presente estudio, se encontró un volumen total plagado de 2914.21 m³r.t.a. distribuidos en 264.84 m³r.t.a. para *Pinus pringlei* y 2649.37 m³r.t.a. en *Pinus maximinoi* con 1545 individuos plagados y un volumen de 2649.37 m³ r.t.a y la mayor cantidad de afectación se encontró en el brote 11 con 381 árboles. Las categorías diamétricas más susceptibles de ataque por descortezador fueron las de 20, 25 y 45 centímetros, además de árboles en pie plagados o aquellas áreas en donde se presentó adicionalmente algún fenómeno natural adverso como incendios forestales recurrentes, como ocurrió en los brotes 11, 4 y 13. Relacionando el volumen total plagado (2914.21 m³r.t.a.), entre la superficie total plagada (164.001 ha), nos dan unas existencias reales totales plagadas de 17.76 m³ r.t.a. por hectárea. El hospedero es *Pinus maximinoi* y *P. pringlei*, pero también ya están siendo invadidas las especies de *P. pseudostrobus* y *P. chiapensis*, esta última enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Con base a la información cuantitativa y cualitativa que se obtuvo de los recorridos e inventarios y siguiendo los lineamientos de la NOM 019 SEMARNAT 1999 se propone el método físico mecánico para el combate y control de la plaga.

Referencias

Anderegg, W. R. L., Hicke, J. A., Fisher, R. A., Allen, C. D., Aukema, J., Bentz, B. J., Hood,

S., Lichstein, J. W., Macalady, A. K., McDowell, N., Pan, Y., Raffa, F. K., Sala, A., Shaw, J. D., Stephenson, N. L., Tague, C. y Zeppel, M. (2015) Tree mortality from drought, insects and their interactions in a changing climate. *New Phytologist* 208:674-683. DOI: 10.1111/nph.13477.

Bentz B. J., Logan, J. A. y Amman, G. D. (1991) Temperature-dependent development of the mountain pine beetle (Coleoptera: Scolytidae) and simulation of its phenology. *The Canadian Entomologist* 123: 1083-1094.

Bentz, B. J., Regniere, J., Fettig, C. J., Hansen, E.M., Hayes, J.L., Hicke, J.A., Kelsey, R.G., Negron, J.F. y Seybold. S. J (2010). Climate Change and Bark Beetles of the western United States and Canada: Direct and Indirect effects. *Bio-science*. 60: 602-613. DOI: 10.1525/bio.2010.60.8.6

Billings, R. F., H. A. Pase III and Jaime Flores L. 1990. Los escarabajos descortezadores del pino, con énfasis en **Dendroctonus frontalis**: Guía de campo para la inspección terrestre. *Texas Forest Service Publication* 146. 19p.

Billings, R.F., Clarke, R.S., Espino Mendoza, V., Cordón-Cabrera, P., Meléndez Figueroa, J. R., Campos, J.R. y Baeza, G (2004). Bark beetle outbreaks and fire: a devastating combination for Central America's pine forests. *Unasylva* 55: 15-21

Burgos, M., S. F Islas., A. Villa Salas B.1975. Primeros estudios sobre la biología y el combate de dos escarabajos descortezadores de

pino en los Bosques de la Unidad Forestal San Rafael y áreas contiguas. Unidad Industrial de Explotación Forestal San Rafael. México. Bol (7): 59 p.

Castellanos-Bolaños, J. F., O. Maldonado-Arango, F. Piñeiro-Márquez, J. Hernández-Hernández, M. Gómez-Cárdenas. 2009. Condición de los bosques afectados por insectos descortezadores en el estado de Oaxaca, México. En: *Memoria XV Simposio Nacional de Parasitología Forestal*. Oaxaca, México. pp. 28-32.

Chaman-Anleu, D. Y. (2015). Evaluación de tres concentraciones de ácido indolbutírico en combinación con dos sustratos y tres tipos de corte, para el enraizamiento de estacas vegetativas de *pinus maximinoi* HE Moore; diagnóstico y servicios realizados en el proyecto mejoramiento genético de *pinus maximinoi* HE Moore (Tesis) Universidad de San Carlos de Guatemala.

CONAFOR, 2020, Comisión Nacional Forestal. Estado que guarda el sector forestal en México. Bosques para el bienestar social y climático www.gob.mx/conafor. Edición marzo del 2021. Tiraje de impresión digital 71 ejemplares, 424 hojas interiores.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2011). Estadísticas del agua en México. Consultado el 1 de mayo de 2018 en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGP-1-11-EAM2011.PDF>.

CONAFOR 2015. Manual para la identificación, manejo y monitoreo de insectos descortezadores del pino.

Coulson, R. N. 1981. Evolution of concepts of integrated pest management in forest. *J. Georgia. Entomol. Soc.* 16: 301- 316.

Eguiluz, T. 1982. Clima y distribución del género *Pinus* en México. *Ciencia Forestal.* 38 (7): 30-44

FAO. 2007. Overview of forest pests Mexico. Forest Health and Biosecurity Working Papers. Forestry Department. Working Paper FBS/24E. Rome, Italy. 25 p.

Ferreira, O. (1994) Manual De Inventarios Forestales. "Salvemos Nuestros Bosques". Segunda edición. Siguatepeque - Honduras. 100 p

Hendrichs N., J. 1977. Distribución ecológica y geográfica de las especies primarias de escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus* (Coleoptera: scolytidae) en México. Tesis. ITESM. Monterrey, N.L. Mex. 71 p.

Islas, F. S. 1974. Observaciones sobre la biología y combate de los escarabajos descortezadores de los pinos: *Dendroctonus adjunctus* Blf. y *D. mexicanus* Hop. En algunas regiones del Estado de México. *Inst. Nal. de Invest. For. Méx Bol. Téc.* (40):1- 35.

Logan, J. A., Regniere, J. y Powell, J, A., (2003). Assessing the impacts of global

warming on forest pest dynamics. *Frontiers in Ecology and the environment* 1:130-137. DOI: 10.1890/1540-9295 (2003).

López, B. W.; Castro, M. I.; Camas, G. R.; Villar, S. B. López, M. J., 2013. El manejo de cuencas como herramienta para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Folleto Técnico Núm.19. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental centro de Chiapas, Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas. México. 25 p.

Parmesan, C. y Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421: 37-42

Pérez-De la Rosa, J. A. y Farjón, A. (2009). Flora mesoamericana. *pinacea* 2(1),1-14.

Perry, J. 1991. The Pines of Mexico and Central America. Timber press. Portland, Oregon.

Perry, J. P. 1951. Pine Bark beetles of Central Mexico. *Unasylya* (4):267-290.

Raffa, K. F., Aukema, B. H., Bentz, B. J., Carroll, A. L., Hicke, J.A., Turner, M. G. y Romme W. H. (2008). Cross-scale Drivers of Natural Disturbances Prone to Anthropogenic Amplification: The Dynamics of Bark Beetle Eruptions. *Bio-science* 58:501-517. DOI: 10.1641/B580607.

Rose, E. 1966. The Biology and ecology of *Dendroctonus valens* Lec; and the Biology, ecology and control of *Dendroctonus frontalis* (= *mexicanus*) Zimm, en Central México (Col. Scolitydae). Doctoral Thesis, Univ. Of Massachussets. U.S.A.: 243 p.

Safranyik, L. y Linton, D.A (1998) Mortality of mountain pine beetle larvae, *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Scolytidae) in logs of lodgepole pine (*Pinus contorta* var. *latifolia*). At constant low temperatures. Journal of the Entomological Society of British Columbia 95: 81-87.

SEMARNAT. 2000. Norma Oficial Mexicana NOM – 019 – SEMARNAT - 1999 que establece los lineamientos técnicos para el combate y control de insectos descortezadores de las coníferas. Diario Oficial, 25 de octubre de 2000.

Serrato, B. B. E. y V. E Ascencio, C. 1996. Determinación de las unidades calor de los descortezadores de los pinos *Dendroctonus mexicanus* Hopkins y *D. frontalis* Zimmerman. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacifico Centro. Campo Experimental Morelia. *Folleto Técnico Núm. 1*. 24p.

Thatcher, R. C. and L. S. Pickard. 1967. Seasonal development of the southern pine beetle in east Texas. *J. Econ. Entomol.* (60): 656-658.

Torres, E. L. M; J. A. Sánchez S; A. Cano P; O. U. Martínez B. 2004. Uso de feromonas en el manejo integrado del descortezador de pinos *Dendroctonus adjunctus* Blandford. INIFAPCIRNE. Campo Experimental Saltillo. *Folleto Técnico Núm. 13*. Coahuila México.

Ungerer, M.J., M.P. Ayres y M.J. Lombardero. 1999. Climate and northern distribution limits of *Dendroctonus frontalis* Zimmermann (Coleptera: Scolytidae). *Journal of Biogeography*. 26.1133-1145.

Vázquez, C.I., A. Villa, R., A. Del Río, M. y R. Sánchez, R. 2000. Diagnóstico de plagas y enfermedades de la Meseta Purépecha. Gob. Estado de Michoacán. COFOM. Fundación Produce Michoacán. INIFAP. México. 66p.

Walther, R.G., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J. C., Fromentin, J. M., Hoegh-Guldberg, O y Barilein, F. (2002). Ecological responses to resent climate change. *Nature* 416: 389-395. DOI: 10.1038/416389^a

Wood, S. L. 1963. A Revision of Bark Beetle Genus *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Scolytidae) *Great Basin Naturalist*. 23:1-117.

Wood, S. L. 1982. Aspectos Taxonómicos de los Scolytidae. Memorias de los Simposio Nacionales de Parasitología Forestal II y III S.A.R.H. pág. 170-174. Cuernavaca, Morelos 17- 20 febrero de 1982 México.