

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**TESIS**

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE INSECTOS DESCORTEZADORES  
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLITYNAE) EN LA REGIÓN  
DE EL SALTO, DURANGO.**

**POR**

**ELENEY VIVEROS GUERRERO**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

**JULIO, 2016**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**

**TÍTULO DE LA TESIS**

Distribución Espacial de Insectos Descortezadores (Coleoptera:  
Curculionidae: Scolitynae) en la región de El Salto, Durango.

**TESIS DE MAESTRÍA**

*Para obtener el grado de*  
**MAESTRA EN CIENCIAS FORESTALES**

**Por:**

**Ing. Eleney Viveros Guerrero**

**COMITÉ DE TESIS**

Dr. Luis Gerardo Cuéllar Rodríguez

Director

Dr. Eduardo Treviño Garza

Codirector

Dr. Eduardo Alanís Rodríguez

Asesor

## **DEDICATORIA**

Como muestra de mi amor y gratitud hacia ellos... A mis padres Eliezer Viveros  
y Clara Guerrero.

Con amor a mis hermanos Emelia y Eliezer.

A mi amado esposo José Guadalupe Colín.

Con toda la ilusión de sembrar en él, el mejor ejemplo de vida, a mi amado hijo  
Zaid Eliezer.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el estímulo económico brindado para hacer posible esta aportación a la investigación.

A la UANL por haberme acogido tan gratamente durante mi estancia en mi formación y por las facilidades brindadas.

Al Dr. Gerardo Cuéllar Rodríguez; por aceptar dirigir esta investigación, por compartir su conocimiento, por la confianza y el apoyo brindado, por la paciencia y las sugerencias tan acertadas.

Al Dr. Eduardo Treviño Garza por su grata colaboración, por sus acertadas sugerencias y por el interés mostrado durante este proceso para que este trabajo fuese culminado.

Al Dr. Eduardo Alanís Rodríguez, por su amabilidad y disposición para atender cada una de mis consultas.

Agradezco al Dr. José F. Negrón Investigador Entomólogo del USDA Forest Service/ Rocky Mountain Research Station, por compartir su conocimiento científico y sus experiencias lo cual fue verdaderamente enriquecedor, por todas las facilidades y la ayuda brindada. También quiero agradecer a su esposa, Miriam Villegas-Negrón por su hospitalidad, mi estancia no hubiese sido lo mismo si no me hubiesen acogido tan gratamente.

Al Dr. Javier Mercado, Investigador Entomólogo del USDA Forest Service/ Rocky Mountain Research Station por compartir conmigo su conocimiento, por la ayuda brindada y su amable hospitalidad.

A mi compañero de vida, Dr. José Guadalupe Colín, por la confianza brindada, por su amor, comprensión y apoyo incondicional durante este tiempo en busca de mis sueños.

A mi Hijo: Zaid Eliezer Colín Viveros; por ser mi inspiración, ese pedacito de cielo que Dios me prestó.

A mis Padres: Sr. Eliezer Viveros Muñiz y Sra. Clara N. Guerrero Castillo; por el ejemplo de constante lucha, de fe, de ser positivos, de amor en las cosas sembradas, de paciencia, de una sonrisa en los días tristes, y de siempre tener otra oportunidad para sus hijos. Por creer en mí.

A mis hermanos: Emelia Viveros Guerrero y Eliezer Viveros Guerrero; por su amor y apoyo.

A mi suegra: Sra. Irene Colín Esquivel; por su apoyo, por su ejemplo de sencillez y espíritu de servicio.

A mis compañeros de maestría y amigos, con quien compartí en tan poco tiempo tantas experiencias, que se convertirán en agradables recuerdos y enseñanzas.

A cada uno de mis profesores, por las enseñanzas que nos formaron en el ámbito profesional y por la sencillez y humildad de conducirnos.

Al personal de la UANL por la amabilidad y atención.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
ANTECEDENTES .....	4
JUSTIFICACIÓN .....	8
HIPÓTESIS .....	8
OBJETIVO GENERAL .....	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS.....	10
TIPOS DE VEGETACIÓN.....	15
CARACTERIZACIÓN.....	15
Colecta de datos .....	18
Colecta de insectos.....	18
Identificación de especies preferentes del genero <i>Pinus</i> .....	19
Determinación de la distribución espacial.....	19
Comparación de la distribución espacial .....	19
Comparación de las características dasométricas .....	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	20
Identificación de especies preferentes.....	20
Análisis estadístico.....	22
Distribución espacial de descortezadores .....	24
CONCLUSIONES .....	33
BIBLIOGRAFIA .....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Ubicación del área de estudio .....	9
Figura 2.- Distribución sistemática estratificada final de las parcelas permanentes de investigación forestal y de suelo, en el ejido Adolfo Ruiz Cortines Municipio de Pueblo Nuevo, Dgo.....	16
Figura 3.- Distribución espacial de descortezadores en el ejido Adolfo Ruiz Cortines .....	25
Figura 4.- Distribución de descortezadores con relación a la exposición, año 2013.....	26
Figura 5.- Distribución de descortezadores con relación a la exposición, año 2014.....	27
Figura 6.- Distribución de descortezadores con relación a la exposición, año 2015.....	28
Figura 7.- Mapa de pendiente relacionado con la distribución de descortezadores, año 2013.....	29
Figura 8.- Mapa de pendiente relacionado con la distribución de descortezadores, año 2014.....	30
Figura 9.- Mapa de pendiente relacionado con la distribución de descortezadores, año 2015.....	31

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Colindancias del ejido Adolfo Ruiz Cortines.....	9
Cuadro 2.- Climas presentes en el área de estudio.....	10
Cuadro 3.- Distribución mensual de la temperatura promedio, así como temperatura máxima y mínima en el predio durante los años 2013, 2014 y 2015. .....	11
Cuadro 4.- Distribución mensual de la precipitación en el predio durante los años 2013, 2014 y 2015 .....	12
Cuadro 5.- Tipo de rocas presentes en el Predio.....	13
Cuadro 6.- Tipos de suelo presentes en el Predio.....	13
Cuadro 7.- Fisiografía del Predio .....	14
Cuadro 8.- Superficie por rango de pendiente .....	14
Cuadro 9.- Superficie por tipo de Exposición.....	14

**Distribución Espacial de Insectos Descortezadores (Coleoptera:  
Curculionidae: Scolytinae) en la región de El Salto, Durango.**

*Resumen*

Se determinó la distribución espacial de insectos descortezadores (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) en la región de El Salto, Durango de 2013 a 2015. Además, se evaluaron características dasométricas, de sitio y la composición de especies. Los insectos descortezadores encontrados fueron: *Dendroctonus mexicanus*, *Dendroctonus valens*, *Pseudips mexicanus* y *Pityophthorus* sp. La mayor incidencia de ataques se presentó en exposiciones este y oeste, en pendientes menores a 10 grados, en *Pinus leiophylla* de 20 a 25 cm de diámetro cuando el ataque fue por *D. mexicanus* y en *Pinus durangensis* de 15 cm de diámetro cuando el ataque fue realizado por *D. valens*.

Palabras clave: Distribución espacial, *Dendroctonus mexicanus*, *Dendroctonus valens*.

## **Spatial distribution of bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in the region of The Salto, Durango.**

### *Abstract*

The spatial distribution of bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) was determined in the region of El Salto, Durango, from 2013 to 2015. In addition, dasometric characteristics, site and species composition were evaluated. The bark beetles found were: *Dendroctonus mexicanus*, *Dendroctonus valens*, *Pseudips mexicanus* and *Pityophthorus sp.* East and west exposures, with slopes less than 10 grades had the highest number of *D. mexicanus* attacks when *Pinus leiophylla* with diameters between 20 and 25 cm were present, but when *Pinus durangensis* of 15 cm in diameter was present, the attacks were by *D. valens*.

Key Words: spatial distribution, *Dendroctonus mexicanus*, *Dendroctonus valens*

## INTRODUCCIÓN

Durante los años 2010, 2011 y 2012 varios estados del centro y norte del país, sufrieron una sequía prolongada que favoreció las condiciones para el desarrollo de infestaciones de insectos descortezadores; siendo Durango uno de los estados más afectados. En Durango, esta condición inédita de infestaciones alcanzó casi la cifra de 760,000 metros cúbicos de madera, que representan en promedio una afectación del 25 % de la producción anual del Estado, según las notificaciones de saneamiento expedidas por la SEMARNAT durante 2012-2013 (Cibrián, *et al.*, 2013). En el ejido Adolfo Ruiz Cortines el volumen afectado en el año 2013 fue alrededor de 1000 m<sup>3</sup> que corresponden al 33 % de la anualidad.

Los daños en el recurso repercuten en el bienestar de los productores silvícolas de la región, dado que la actividad forestal es parte importante de su fuente de ingresos; esto sin considerar las pérdidas de los valores y servicios que producen las áreas forestales, como son: la captación de agua, la protección del suelo, la producción de oxígeno, la protección del hábitat de flora y fauna endémica o amenazada, además del potencial recreativo de la zona (Torres *et al.*, 2003).

Las plagas y enfermedades forestales son insectos o patógenos que ocasionan daños de tipo mecánico o fisiológico a los árboles, como deformaciones, disminución del crecimiento, debilitamiento o, incluso, la muerte, con un impacto ecológico, económico y social muy importante. Son consideradas como una de las principales causas de disturbio en los bosques templados del país. Actualmente se tiene registro de alrededor de 250 especies de insectos y patógenos que afectan al arbolado en nuestro país (CONAFOR, 2012). Las plagas y enfermedades cumplen una función importante en estos ecosistemas, e incluso son necesarias para su funcionamiento, puesto que son reguladores de los procesos ecosistémicos (Fonseca *et al.*, 2009). Además de causar la muerte generalizada de los árboles, los escarabajos descortezadores cambian

sustancialmente la estructura del bosque, su composición y las funciones (Raffa, 2008).

Los descortezadores han evolucionado con los ecosistemas forestales nativos y son agentes importantes para mantener la composición de las especies huésped, patrones de distribución y clases de edad (Waring y Pitman, 1985; Oliver, 1995; Malmstrom y Raffa, 2000). Cambios en la composición y estructura del bosque por los procesos naturales y las prácticas de manejo aumentan la competencia entre los árboles por agua, nutrientes y espacio incrementando la susceptibilidad a descortezadores y otros insectos forestales (Fettig *et al.*, 2007). Las Infestaciones siempre se han asociado con masas forestales que están estresadas o moribundas y con los árboles hospedantes que tienen menor vigor y menos mecanismos de defensa (Klepzig *et al.*, 1991; Reid y Robb, 1999). Uno de los factores más reconocidos en la predisposición de los árboles al ataque de los insectos y en la disminución de la salud forestal es la deficiencia de humedad (Mattson y Haack, 1987; Guarín y Taylor, 2005). Por otra parte, factores como la densidad, el área basal, el índice de densidad y el diámetro del árbol han sido identificados como los principales atributos asociados a las infestaciones de descortezadores (Carroll *et al.*, 2004; Negrón y Popp, 2004).

Los paisajes forestales que contienen escasa heterogeneidad promueven la creación de grandes áreas contiguas susceptibles a los brotes de insectos similares (Fettig *et al.*, 2007).

Para determinar las consecuencias a corto y largo plazo del manejo forestal en la vegetación sobre las poblaciones de descortezadores y los niveles asociados a la mortalidad de los árboles en las escalas espaciales se requiere mayor investigación (Coulson *et al.*, 1989, 1999; Samman y Logan, 2000; Dymond *et al.*, 2006; Wulder *et al.*, 2006).

El ejido Adolfo Ruiz Cortines, donde se llevó a cabo esta investigación es netamente forestal, se encuentra dentro de la región de El Salto, Pueblo Nuevo, Durango, y abarca una superficie de 4223.84 ha; fue fundado en el año 1974,

iniciando sus aprovechamientos forestales bajo el Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI), el que posteriormente se modificó en el año 2008 - 2011 a Método Mixto (MMOBI y MDS) y a partir del 2012 retomaron el MMOBI. Desde que se inició formalmente su manejo no se había registrado ningún suceso de infestaciones por insectos descortezadores como el que se presentó en los años 2011, 2012 y 2013; por tal motivo, surgió la necesidad de realizar estudios para conocer la distribución y preferencias de los insectos descortezadores que permitan un mejor manejo, así como la prevención y control de insectos descortezadores.

Realizar un estudio de distribución espacial tiene la finalidad de conocer rasgos de susceptibilidad que puedan promover un brote por descortezadores con la finalidad de apoyar en la toma de decisiones en el manejo del bosque en caso de volver a presenciar infestaciones. Los aspectos que se evalúan en la presente investigación son: la influencia de la exposición, la influencia de la pendiente, la preferencia por el diámetro, y la situación del bosque como resultado de las prácticas de manejo.

El análisis espacial proporciona valiosa información sobre las relaciones recíprocas entre organismos y medio ambiente, lo que permite determinar los procesos que originan la distribución en el espacio de una especie (Maestre, 2006).

Los datos que sustentan esta investigación fueron tomados durante las cortas de saneamiento realizadas en el año 2013, (bajo los criterios que establece la NOM-019-SEMARNAT) para el informe de saneamiento entregado a la SEMARNAT. Para los años 2014 y 2015 se trabajó con la misma metodología, aunque ya no se realizaron cortas de saneamiento por el bajo número de arbolado infestado, pero si el monitoreo de las poblaciones de descortezadores.

## ANTECEDENTES

La diversidad biológica de México se expresa geográficamente como un mosaico complejo de distribución de especies y ecosistemas. Estas tendencias de distribución espacial de la riqueza de especies y endemismos corresponden con su heterogeneidad fisiográfica, producto de una compleja historia geológica y climática (Espinosa *et al.*, 2008). La superposición distribucional de los taxones define unidades biogeográficas o componentes bióticos integrados espacio-temporalmente, debido a una historia común (Morrone, 2005).

Los métodos de análisis espacial han generado un creciente interés en las últimas décadas, debido a la demanda desde una variedad de campos, entre ellos la ecología. Para combinar modelos con datos, es necesario utilizar herramientas matemáticas o estadísticas. La explosión de herramientas informáticas, permiten desarrollar métodos que directamente responden a preguntas ecológicas (Bolker, 2004). 20 años atrás, varios investigadores han estudiado el uso de geoestadística y SIG para describir y cartografiar la distribución espacial de los diferentes insectos (Liebhold *et al.*, 1993; Park y Tollefson, 2005; Merrill *et al.*, 2009; Bressan y Alabama, 2010).

Sileshi *et al* (2002), estudiaron la distribución espacial para *Mesoplatys ochroptera* (Coleoptera: Chrysomelidae) en *Sesbania sesban*. Encontraron que las pendientes de los modelos de regresión fueron mayores que la unidad para todas las etapas que indican la distribución espacial agregada. Los valores de la ordenada al origen fueron mayores que cero para las masas de huevos, larvas y adultos que indican que los componentes básicos de la población son grupos.

French *et al* (2004), realizaron una caracterización de paisaje y distribución espacial de gusanos de la raíz del maíz (Coleoptera: Chrysomelidae) en Dakota del sur. Utilizando SIG examinaron las relaciones espaciales, la dinámica poblacional de *D. barberi* y la estructura del hábitat, la textura del suelo y la

elevación tratando de encontrar relaciones cuantitativas entre la cantidad de insectos y la estructura del paisaje. Ellos encontraron que todas estas características se asocian con el tamaño, el número y la disposición de las infestaciones.

En el año 2005, Koivula evaluó los efectos de los caminos forestales en la distribución espacial de escarabajos (Coleóptera: Carabidae) en Finlandia; encontró que los caminos forestales pueden funcionar como corredores de dispersión y/o hábitat para los escarabajos.

En el año 2006, Park y Tollefson analizaron la distribución espacial de adultos, larvas y huevos del gusano del maíz (Coleóptera: Chrysomelidae) y las implicaciones para la toma de muestras, encontrando que la distribución de huevos a escala de campo no mostró dependencia espacial, lo que indica una distribución aleatoria.

En el año 2008, Cherry y Stansly determinaron la abundancia y la distribución espacial de gusanos de alambre (Coleóptera: Elateridae) sobre caña de azúcar en suelos lodosos y arenosos en Florida. Ellos realizaron esta investigación en 14 campos de azúcar y encontraron que la distribución espacial de los gusanos de alambre dentro de cada campo fue similar en las dos clases de suelo.

Jones *et al.* (2008), estudiaron la diversidad de insectos que habitan en la hojarasca de bosques tropicales en el sur de México, encontrando que los pequeños fragmentos de bosque de niebla (10 ha) pueden mantener poblaciones viables de las especies más comunes de gorgojos de hojarasca durante períodos prolongados. Sin embargo, debido a su baja potencial de dispersión y sus altos niveles de endemismo son particularmente vulnerables a la extinción cuando los fragmentos de bosques enteros se pierden o cuando los recientes cambios climáticos empujan los bosques de niebla a elevaciones más altas.

En el 2010, Jenkins y Goenaga estudiaron la distribución espacial y la emergencia de *Phyllophaga vandinei* (Coleóptera: Scarabaeidae) dentro y alrededor de un huerto de zapote mamey (*Pouteria sapota*) en Isabela, Puerto

Rico. Encontraron que la oviposición de estos escarabajos no se realiza bajo los árboles hospederos, sino en los campos de césped adyacentes.

En el 2010, PF-Reay, estudio la distribución espacial del escarabajo de la hoja del cereal (Coleóptera: Chysomelidae) en el trigo en Carolina del Sur. Los resultados indican que las distribuciones de muestreo de ambos adultos y poblaciones de larvas de *O. melanopus* fueron agregados.

Pérez *et al.* (2014), determinaron la distribución espacial de *Incurrrens sphenophorus* (Coleóptera: Curculionidae) utilizando SIG en el estado de Morelos, México. El modelo de distribución calculado para *S. incurrens* predijo la existencia de este gorgojo en el área de la caña de azúcar cultivada en el estado de Morelos, al este de la frontera con Puebla considerando como variable más importante para determinar la distribución del insecto a la temperatura media del trimestre más frío.

Cuéllar *et al.* (2013), encontraron que los ataques de *D. mexicanus* se presentaron en el intervalo altitudinal de 1900 a 3260 m. También encontraron que la mayoría de las infestaciones se iniciaron en las cimas y partes altas de las laderas, zonas que se caracterizan por tener bosques más densos que en las partes bajas, lo cual sugiere que el área basal tiene un papel importante en el inicio de la infestación, una vez que los insectos se establecen, su expansión se efectúa hacia menores altitudes donde existen nuevos hospederos. Por otra parte, la orientación de la pendiente tiene un papel determinante en la cantidad de energía solar que llega al sistema ambiental e incide sobre los procesos fisiológicos de las plantas, mediante la alteración de su capacidad de defensa.

Negrón y Popp (2004) y Klutsch *et al.* (2009), sugieren que las características del árbol en pie, pueden estar relacionadas con el diámetro a la altura del pecho (DAP), mientras que Furniss *et al.* (1979) y Safranyik y Carroll (2006), agregan a esta relación la altura, la edad y el incremento radial de los posibles árboles hospederos.

Logan *et al.* (2003), encontraron que el comportamiento de brotes a escala de paisaje, puede estar vinculado a la variabilidad climática; mientras que Aguirre *et al.* (2015) lo vinculan con la altitud y Bentz *et al.* (2010) lo atribuye de forma indirecta, a la dinámica de las poblaciones de descortezadores ante estos factores.

Wermelinger *et al.* (2004); Raffa *et al.* (2005) y Six *et al.* (2014), encontraron que los factores de disminución en la precipitación y la humedad, tienen relación directa con la capacidad de defensa de los árboles, mientras que Raffa *et al.* (2008), sugiere una dependencia de los insectos a la temperatura.

Negrón *et al.* (2004), encontraron que la estructura de los rodales puede ser un factor que incida la probabilidad de ataque de descortezadores, ya que dependiendo de su densidad (Fettig *et al.* 2007), puede propiciar que condiciones del microclima del rodal, eleven el riesgo de ataque del insecto.

## **JUSTIFICACIÓN**

El estudio de distribución espacial de insectos descortezadores en la región de El Salto, Durango es de suma importancia para el control y prevención de insectos que pudieran transformarse en plaga y afectar los valores ecológicos, económicos o sociales.

## **HIPÓTESIS**

La expansión de los brotes de insectos descortezadores está influenciada por la distribución de las características dasométricas de los rodales circundantes.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar la distribución espacial de los insectos descortezadores de la subfamilia Scolytinae y relacionarla con las características dasométricas de los rodales infestados en los años 2013, 2014 y 2015 en el ejido Adolfo Ruiz Cortines.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Identificar especies preferentes del género *Pinus* a ataques de descortezadores (Coleoptera: Curculionidae: Scolitynae).
2. Determinar la distribución espacial de los insectos descortezadores (Coleoptera: Curculionidae: Scolitynae) en los años 2013, 2014 y 2015.
3. Comparar la distribución espacial de los insectos descortezadores (Coleoptera: Curculionidae: Scolitynae) en 2013, 2014 y 2015.
4. Comparar las características dasométricas de los rodales infestados en 2013 con los infestados en los años 2014 y 2015.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el ejido Adolfo Ruíz Cortines, localizado dentro de la región de El Salto, Durango (Figura 1). Ocupa una superficie de 4 223.86 ha. El predio se ubica en la Provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, específicamente en la subprovincia de Gran Meseta y Cañones Duranguenses y Mesetas y Cañadas del Sur. La altura sobre el nivel del mar varía entre 2 450 y 2 650 m, con un promedio ponderado de 2 550 m. Geográficamente se localiza entre los 23° 41' y los 23° 45' de latitud Norte y entre los 105° 14' y los 105° 19' de longitud Oeste.

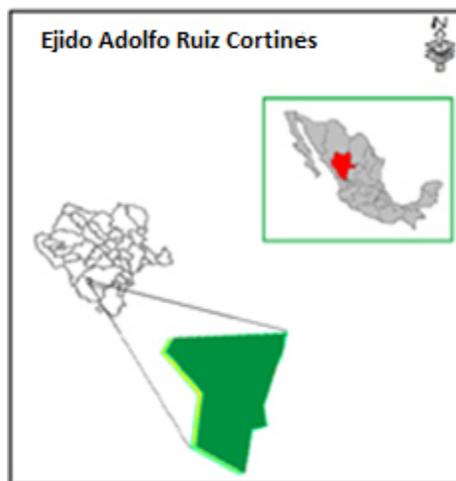


Figura 1.- Ubicación del área de estudio

El predio cuenta con las siguientes colindancias (cuadro 1):

PUNTO	COLINDANTE
Norte	Ejido San Antonio y Anexos
Sur	Ejido Laguna de las Joyas
Este	Ejido Laguna de las Joyas
Oeste	P.P. Fraccionamiento. Coyotes

Cuadro 1.- Colindancias del ejido Adolfo Ruíz Cortines.

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y BIOLÓGICAS

### Clima

Según la clasificación climática de Köeppen adaptada para México por Enriqueta García, los climas presentes en el predio se describen en el Cuadro 2.

Tipo climático	Descripción
C(W2)	Clima templado subhúmedo con lluvias en verano con un porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2 mm
C(E)(W2)	Semifrío Subhúmedo con lluvias en verano. Con un porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2 mm

**Cuadro 2.- Climas presentes en el área de estudio.**

La época de lluvias, en esta zona está definida por la influencia de vientos húmedos, tormentas tropicales y huracanes provenientes del Océano Pacífico, en particular aquellas que se forman en la costa de los estados de Nayarit y Sinaloa en los meses de julio a septiembre, los cuales en su ascenso por la vertiente oeste de la Sierra Madre Occidental, producen la mayor parte de la precipitación que se capta en esta zona, la presencia de granizadas en esta época es ocasional y sin abarcar grandes extensiones.

Durante los meses de septiembre a marzo se presenta la influencia de “Frentes Fríos”, masas de aire provenientes de zonas árticas, los cuales a su paso por el estado de Durango, según la dirección de donde provienen, causan descenso en la temperatura (cuadro 3), lluvia o incluso nevadas, los frentes fríos que llegan con dirección NE, se caracterizan por producir heladas con descenso en la temperatura de hasta -18 °C, y aquellos que llegan con dirección NW al combinarse con la humedad del Mar de Cortés, pueden producir lluvias invernales o nevadas.

TEMPERATURA	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Promedio 2013	11.4	14.1	15.9	19.4	21.7	25.2	22.4	22.4	20.5	19.2	15	12.8
Max	20.6	24.1	26.5	30.3	31.7	33.8	29.3	29.7	26.8	27.5	22.6	21.4
min	2.1	4.2	5.2	8.5	11.8	16.6	15.5	15.2	14.2	10.9	7.4	4.1
Promedio 2014	11.6	15.8	16.8	19.6	21.5	24.2	22.8	22.8	21.5	19.9	12.8	12.2
Max	21	26.6	27	29.5	30.8	32.4	30	29.9	28.3	28.6	21.7	21.9
min	2.3	4.9	6.6	9.7	12.2	16	15.6	15.6	14.7	11.1	3.9	2.4
Promedio 2015	11.6	15.8	16.8	19.6	21.5	24.2	22.8	22.8	21.5	19.9	12.8	12.2
Max	21	26.6	27	29.5	30.8	32.4	30	29.9	28.3	28.6	21.7	21.9
min	2.3	4.9	6.6	9.7	12.2	16	15.6	15.6	14.7	11.1	3.9	2.4

Fuente: Reporte Anual CONAGUA 2013, 2014 y 2015.

**Cuadro 3.- Distribución mensual de la temperatura promedio, así como temperatura máxima y mínima en el predio durante los años 2013, 2014 y 2015.**

La velocidad de los vientos y su dirección dependen de la época del año, sin embargo, en general la velocidad máxima de los vientos oscila entre los 60 y 65 Km/hr.

Los vientos dominantes provienen de la costa occidental y son los que originan las lluvias principalmente. En invierno se presentan rachas de viento del norte ocasionando precipitación en forma de nieve.

La velocidad y dirección del viento son dos de las características más importantes, comúnmente utilizadas para determinar las condicionantes del ciclo hidrológico tales como, intercambio energético, evapotranspiración y los patrones de precipitación para lluvia, nieve, granizo (se presenta a mediados del mes de junio – agosto, con diámetro de 5mm aproximadamente, el cual presenta daños menores a la regeneración).

### **Precipitación**

Este componente es uno de los principales descriptores del clima. Es un término genérico para describir algún tipo de condensación atmosférica de vapor de agua, que posteriormente precipita en forma de agua, nieve, granizo, escarcha, etc. Los patrones de distribución en espacio y tiempo de la precipitación, conjuntamente con la temperatura son utilizados para realizar la caracterización

del clima local. Los resultados pueden ser extrapolados hacia otras regiones mediante modificaciones, tal como el sistema de clasificación climática de Köeppen, modificado por Enriqueta García para las condiciones de México.

El régimen de lluvias presentadas en la región es escaso, aunque con intensidad en ciertas épocas del año, principalmente en junio, julio, agosto y septiembre, siendo su precipitación promedio media anual de 800 mm, en el Cuadro 4, 5 y 6 se presenta la distribución mensual de la precipitación para los 3 años estudiados, y en el Cuadro 4 el número de días con heladas por mes en la Región, de acuerdo con los datos históricos de la estación climatológica de El Salto, Dgo.

Precipitación (mm)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Promedio 2013	4.6	0.1	0.1	0.3	4.7	29.7	147.4	89.4	138.5	19.3	59.9	22.9
Promedio 2014	5.3	0.6	4.9	0.3	7	77.1	101.2	111.5	112.1	18.7	55.3	2.6
Promedio 2015	5.3	0.6	4.9	0.3	7	77.1	101.2	111.5	112.1	18.7	55.3	2.6

Fuente: Reporte Anual CONAGUA 2013, 2014 y 2015.

**Cuadro 4.- Distribución mensual de la precipitación en el predio durante los años 2013, 2014 y 2015**

## Geología

De acuerdo con la carta geológica escala 1:000,000 editada por INEGI (AÑO), en el Predio bajo estudio se presentan los tipos de rocas que se describen en el Cuadro 5.

Tipo	Descripción
<b>Tom(Ta)</b>	Constituida por vidrio, cuarzo y fragmentos de feldspatos potásicos. Presenta color rosa con tonos rojos y morados ocasionalmente colores verde y amarillo, tiene textura

---

piroclástica microesferulítica, vesicular con agujas de cuarzo y fluidal, incluye tobas vitreas cristalinas riolíticas.

---

**Cuadro 5.- Tipo de rocas presentes en el Predio**

**Suelo**

De acuerdo con la información contenida en la carta edafológica escala 1:250,000 (inérita preliminar, INEGI, 2004) en el predio, se localizan los tipos de suelo que se describen en el Cuadro 6.

Unidades de Suelo	Descripción
<b>Regosol</b>	Se caracteriza por no presentar capas distintas, son claros y se parecen a la roca que les dio origen, se pueden presentar en muy diferentes climas y con diversos tipos de vegetación, son de susceptibilidad variable a la erosión.
<b>Litosol</b>	Es un suelo de distribución muy amplia, se encuentra en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, son suelos sin desarrollo, con profundidad menor a 10 cm, tiene características muy variables, según el material que los conforma. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona donde se encuentre, pudiendo ser desde moderada a alta.

**Cuadro 6.- Tipos de suelo presentes en el Predio.**

La clase textural es 2 (Media), y se refiere al contenido en la parte superficial del suelo (30 cm.) de partículas de diversos tamaños que en este caso corresponde con Limos.

**Fisiografía**

Se ubica en la Provincia de la Sierra Madre Occidental, por lo que el predio forma parte de esta asociación fisiográfica, que se describe en el Cuadro 7:

<b>Clave</b>	15-320-0/02
<b>Provincia:</b>	Sierra Madre Occidental
<b>Subprovincia:</b>	Gran meseta y cañones duranguenses
<b>Clase de sistema de topoformas:</b>	Mesetas
<b>Asociación:</b>	Sin asociación
<b>Fase:</b>	Sin fase
<b>Tipo de sistema de topoformas:</b>	Sierra baja

**Cuadro 7.- Fisiografía del Predio**

Las pendientes de la superficie aprovechable del Predio son como se observa en el Cuadro 8. La altura sobre el nivel del mar varía entre 2450 y 2650 MSNM con un promedio ponderado 2550 m de altura.

Rango de Pendiente (%)	Superficie Aprovechable	
	(ha)	%
0% a 9%	616.47	47.70
10% a 19%	301.75	23.35
20% a 29%	210.67	16.30
30% a 39%	128.66	9.95
40% a 49%	34.97	2.71
TOTAL	1292.52	100.00

**Cuadro 8.- Superficie por rango de pendiente**

Por la orografía del predio, se encontraron todas las exposiciones francas y combinaciones posibles, dando como resultado el Cuadro 9 en donde para cada exposición se muestra el porcentaje de superficie que lo representa.

Exposición	Sup. Aprovechable	
	(ha)	%
Cenital (Z)	552.71	42.76
Norte (N)	119.23	9.22
Noreste (NE)	224.96	17.40
Este (E)	43.15	3.34
Sureste (SE)	53.33	4.13
Sur (S)	84.44	6.53
Suroeste (SW)	62.87	4.86
Oeste (W)	45.94	3.55
Noroeste (NW)	105.89	8.19
TOTAL	1292.52	100.00

**Cuadro 9.- Superficie por tipo de Exposición.**

## **Hidrología**

La zona de interés se encuentra en la Región Hidrológica 11 (Presidio-San Pedro), y comprende a las cuencas D (Río Acaponeta) que incluye la subcuenca c (Arroyo El Salto) y d (Río Presidio). Los arroyos que existen dentro del predio, son clasificados como permanentes y temporales, entre los que destacan Las Papas, Chaparral, Altos de las Calabazas, Rio San Diego.

## **TIPOS DE VEGETACIÓN**

En el Ejido Ruiz Cortines existe una gran diversidad de especies vegetales representadas por los siguientes tipos de vegetación:

### **Bosque de Pino - Encino**

La fisonomía característica se la imprime la dominancia de especies perennifolias pertenecientes a los géneros *Pinus* y *Quercus*, siendo por ello una comunidad vegetal arbórea con un estrato superior de 20 m de alto, los componentes florísticos en el estrato arbóreo está representado por diferentes especies de pino: *Pinus cooperi*, *P. durangensis*, *P. leiophylla*, *P. teocote*, *P. lumholtzii*, *P. ayacahuite*, *P. engelmannii*, así como por diferentes especies de encino: *Quercus rugosa*, *Q. sideroxyla*, *Q. crassifolia*, *Q. striatula*, *Q. durifolia*, *Q. laeta*, *Q. coccolobifolia*, existen además varias especies de madroño: *A. bicolor*, *A. madrensis*, *A. tessellata*, *A. arizonica*, *A. xalapensis*, encontrándose también de manera aislada *Prunus serotina* y *Alnus acuminata*, hay dominancia de las especies de pino sobre las especies de encino. Este tipo de vegetación se presenta en la mayor parte de la superficie del ejido.

## **CARACTERIZACIÓN**

La caracterización del área de estudio fue tomada de los 13 sitios de investigación y monitoreo forestal establecidos en el año 2009 en el ejido Adolfo Ruiz Cortines, con datos de la segunda medición realizada el año 2014 y de los 879 sitios del inventario forestal tomados en el año 2011.

El tamaño de los sitios de investigación y monitoreo forestal fue de 50x50 m (0.25 ha), establecidos bajo un diseño de muestreo sistemático estratificado, utilizando una malla cuadrada de 2 kilómetros (Figura 2), dando como resultado un total de 13 parcelas para cubrir la superficie forestal del ejido.



**Figura 2.- Distribución sistemática estratificada final de las parcelas permanentes de investigación forestal y de suelo, en el ejido Adolfo Ruiz Cortines Municipio de Pueblo Nuevo, Dgo.**

Las variables evaluadas en los sitios de investigación y monitoreo forestal se agruparon en 4 categorías conforme a la Guía para el Establecimiento de Sitios de Investigación Forestal y de Suelos en Bosques del Estado de Durango, desarrollada por Corral-Rivas *et al.*, (2009).

- Información ecológica y de control de la parcela.
- Información de control, silvícola y dasométrica
- Evaluación de la regeneración natural
- Evaluación del recurso suelo.

Para el levantamiento de información del inventario forestal se utilizaron sitios de dimensiones fijas con una superficie de 500, 1000 y 1500 m<sup>2</sup>. La intensidad de muestreo sobre la superficie aprovechable resultó de 6.80 %, con un total de 879 sitios levantados, estableciendo un mínimo de dos sitios por unidad de manejo con error de muestreo promedio de 7.99% calculado con un nivel de confianza del 95 %.

Las variables evaluadas en el inventario se agrupan en 6 categorías:

- Información de control
- Información ecológica y silvícola (incluye datos de biodiversidad de especies de flora)
- Información de incrementos
- Información dasométrica a nivel árbol
- Información de cobertura de copas, sanidad y daños físicos
- Información de la regeneración

### **Colecta de datos**

Para la toma de información se realizó un censo, recorriendo toda el área de estudio que correspondiera a bosque de Pino-encino, bosque de Encino-pino o bosque de Pino en busca de árboles vivos o muertos con ataque por descortezadores. Estos árboles se identificaron por la presencia de grumos de resina en el fuste, coloración del follaje, identificación del insecto descortezador, la etapa de desarrollo del insecto.

Una vez localizados los brotes se identificaron las especies de *Pinus*, se tomaron datos dasométricos, de ubicación, altitud, exposición, pendiente, número de brote, los árboles con evidencia de daño fueron descortezados para coleccionar los escarabajos. Una vez coleccionados los ejemplares se colocaron en frascos con alcohol al 70% y se etiquetaron con la especie de *Pinus* donde fue coleccionado, localidad y fecha de colecta.

Para la comparación de las características dasométricas de los rodales se evaluó el número total de árboles y el número de árboles infestados, especies de *Pinus* atacadas y el diámetro normal.

### **Colecta de insectos**

Para la obtención de ejemplares de descortezadores de la subfamilia Scolitynae durante los años 2013 y 2014 se derribaron los árboles infestados, una vez derribados se descortezaron, con la finalidad de capturar ejemplares (adultos, pupas o larvas). En el año 2015 los árboles no fueron derribados pues ya estaba controlada la infestación, por lo que solo se identificaron los brotes; así como los descortezadores presentes en el fuste. Los ejemplares coleccionados se guardaron en frascos con alcohol al 70 %, los frascos cerrados herméticamente fueron etiquetados con los datos: especie de *Pinus* y fecha de colecta. Para reconocer cada uno de ellos se utilizaron claves para la subfamilia.

Como resultado de las colectas e identificaciones de insectos descortezadores, se reportan los siguientes géneros: *Dendroctonus*, *Pseudips* y *Pityophthorus*, atacando únicamente al género *Pinus*.

### **Identificación de especies preferentes del genero *Pinus*.**

La identificación a nivel género, se realizó utilizando las claves simplificadas reportadas por Cibrián *et al.* (1995) y las publicadas por Wood (1982), basadas en la distribución geográfica de la especie, sus hospedantes, color del cuerpo de los adultos maduros, características morfológicas de las antenas, tarsos, pronoto y vestiduras del declive élitral. Los descortezadores capturados se montaron en muestras por especie, utilizando un estereoscopio. Estas muestras fueron ordenadas por especie de Pino en el que fueron colectados, así como por el año de colecta.

### **Determinación de la distribución espacial**

Se utilizó Qgis para la distribución de las coordenadas tomadas a cada brote por cada año (2013, 2014, 2015), Así como el mapa rodalizado del ejido a escala 1: 20 000, y el MDE (Modelo Digital de Elevación) de donde se obtuvo la pendiente y exposición para conocer la tendencia de distribución de los descortezadores presentes. Las coordenadas fueron ingresadas con la finalidad de obtener una nube de puntos en las áreas infestadas y poder comparar los mapas obtenidos.

### **Comparación de la distribución espacial**

La comparación de la distribución espacial en los mapas se realizó considerando el porcentaje de incidencia de los brotes en relación a la exposición y la pendiente.

## **Comparación de las características dasométricas**

Para comparar las características dasométricas de los rodales infestados en los años 2013, 2014 y 2015 se generaron gráficos de clases diamétricas y por especie. Se realizó un análisis de varianza para determinar si existían diferencias significativas entre los diámetros y las especies. También se realizó una prueba de Tukey para conocer donde se encontraban esas diferencias.

También se analizó la posible preferencia en clases diamétricas y por especie de *Pinus* atacados por los descortezadores utilizando Chi cuadrado.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Identificación de especies preferentes**

El área de estudio tiene un rango altitudinal de 2350 a los 2600 msnm. Las especies de descortezadores registradas en los años 2013, 2014 y 2015 fueron *Dendroctonus mexicanus*, *Dendroctonus valens*, *Pseudips mexicanus* y *Pityophthorus sp*, colectados en 1773 árboles distribuidos en 88 rodales.

En los tres años muestreados se registró a *D. mexicanus* atacando a *P. leiophylla*, *P. engelmannii*, *P. cooperi*, *P. teocote*, *P. durangensis*, *P. ayacahuite* y *P. lumholtzii*. Cibrián *et al.*, (1995) enlista los hospederos de *D. mexicanus*, de las especies de *Pinus* que habitan en el área de estudio menciona a: *P. ayacahuite*, *P. cooperi*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. herrerae*, *P. leiophylla*, *P. teocote*. La especie que no aparece reportada es *P. lumholtzii*, mientras que Salinas-Moreno *et al.* (2004), lo reporta para *D. mexicanus* con una preferencia de 0.4%.

En el año 2015 se identificó a *D. valens* en 26 rodales como hospedero de *P. leiophylla*, *P. engelmannii*, *P. cooperi*, *P. teocote* y *P. durangensis*. Wood (1963) enlista las especies hospederas para *D. valens*, de las especies de *Pinus* que habitan en el área de estudio menciona a: *P. leiophylla*, *P. oocarpa*. Schwerdtfeger y Becker (1955) agregan a esa lista *P. ayacahuite*. Cibrián *et al.*

(1995), registro especies hospederas para *D. valens* dentro de las cuales se encuentra *P. ayacahuite*, *P. engelmannii*, *P. herrerae*, *P. leiophylla*, *P. ocarpa*, *P. teocote*. En este registro no figura *P. durangensis* ni *P. cooperi*, pero Salinas-Moreno (2004) si registra a *D. valens* para *P. cooperi* Black específicamente para el municipio de El Salto, Durango. A pesar de estos registros no se encontró bibliografía donde se encuentre reportado *P. durangensis* como hospedante de *D. valens*.

Furniss y Carolin (1977), Rodríguez (1962-3), Cibrián (1998) y Wood (1963), mencionan que *D. valens* funciona normalmente como una plaga secundaria. Se encuentra a menudo en asociación con otros escarabajos de la corteza tales como *Ips spp.* o *Dendroctonus spp.* En el área de estudio solo se registró en tres arboles la presencia de *D. mexicanus* y *D. valens*, en donde el éxito de colonización de *D. mexicanus* fue nulo, contrario a lo reportado por Zuñiga *et al.* (1999) quien reporto una sobreposición de *D. mexicanus* con *D. valens* en *P. leiophylla*.

En cuanto a la distribución en el fuste *D. valens* se localizó a más de 4 metros de altura, esto no hecho no se encuentra registrado ya que los ataques por este descortezador suelen limitarse a las porciones basales de árboles estresados (Cibrián, 1998), debilitados, muertos o moribundos (Furniss y Carolin, 1977); a la altura de un metro del suelo o a nivel del suelo (Wood, 1963). Cuando existen grandes poblaciones de insectos, pueden atacar arboles verdes; sin embargo, es extremadamente raro que tengan éxito en estos árboles (Cibrián, 1998). Los árboles con presencia de *D. valens* aparentemente no presentan ningún síntoma antes mencionado, esto abre la posibilidad a futuras investigaciones.

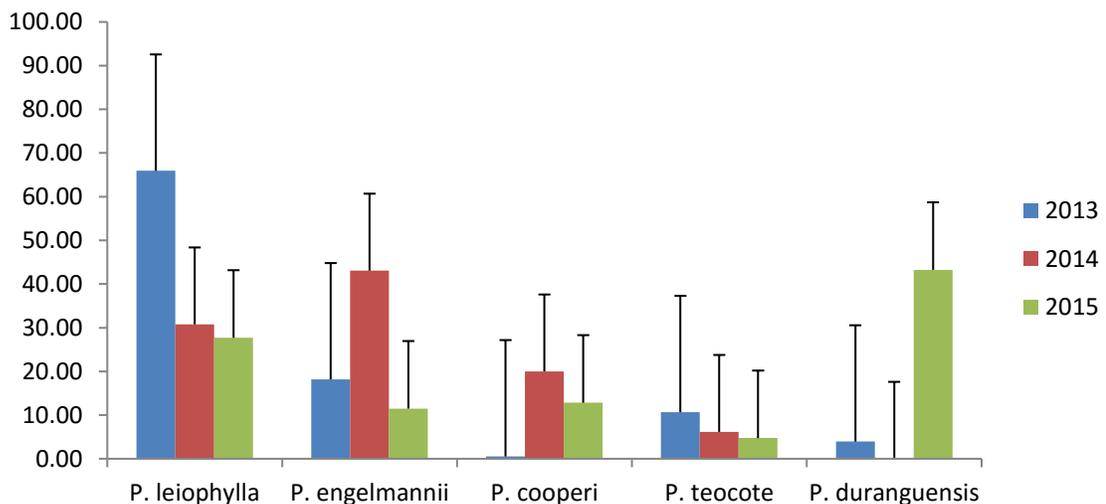
De manera normal se sugiere que *D. valens* se presenta en rodales donde se están realizando aprovechamientos forestales en los tocones de árboles recién cortados presumiblemente por los compuestos volátiles de resina liberados durante el aprovechamiento forestal (Cibrián, 1963; Hobson *et al.*, 1993; Smith, 1971). Los rodales que presentaron brotes de *D. valens* se encontraban en su segundo aclareo y no se registró colonización en los tocones por este

descortezador, pero si hubo una colonización por *Ips spp.* posterior al derribo del árbol.

Rose-Chaffin *et al* (1966) sugieren que en tales condiciones no hay daño, pero el peligro potencial radica en el aumento de población que puede ser un peligro para arboles próximo y, sobre todo, su ataque puede atraer a otros descortezadores, los cuales potencialmente podrían resultar más peligrosos para los árboles.

### Análisis estadístico

Considerando una muestra de 1773 árboles con presencia de descortezadores obtenida durante los años 2013, 2014 y 2015, se realizó un análisis de varianza para conocer si los descortezadores presentaban un patrón de colonización en cuanto al diámetro de sus hospederos. Se encontró que existen diferencias significativas entre los diámetros ( $P = 0.0024$ ,  $F=3.15$ ), la  $P < 0.05$ , esto indica que es muy poco probable que este suceso o alguno de ellos ocurra. Por lo que se realizó una prueba de *Tukey*, mediante la cual pudimos observar que existen diferencias significativas entre los años 2013 y 2014; así como 2013 y 2015 en cuanto a las características dasométricas. Mientras que en los años 2014 y 2015 no existen diferencias significativas.



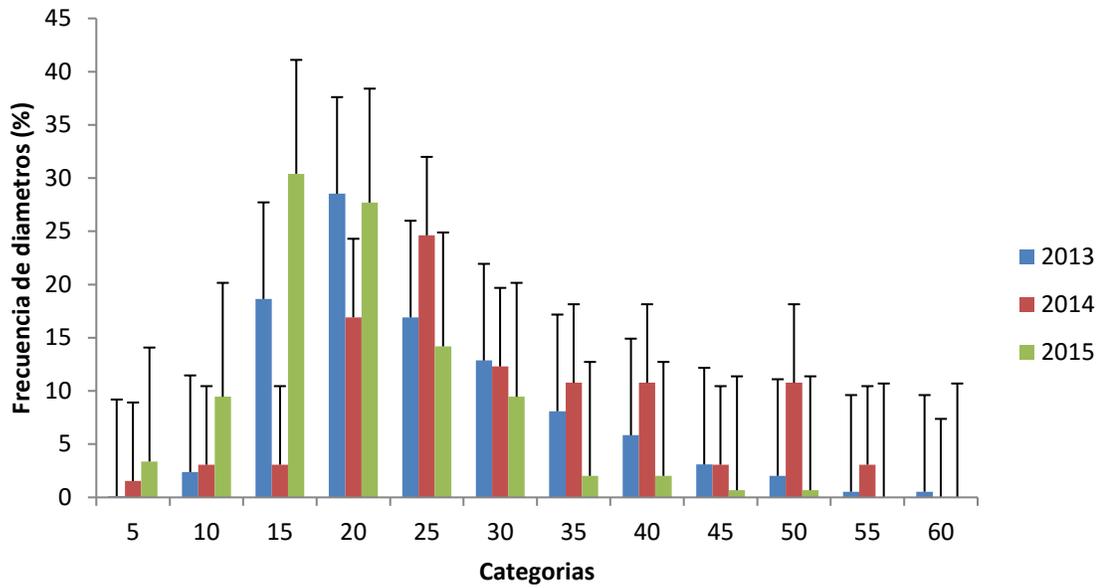
Gráfica 1.- Frecuencia de especies con brotes en los años muestreados.

En la gráfica 1 se observa *Pinus leiophylla* como la especie más susceptible al ataque de *Dendroctonus mexicanus* y *Pseudips mexicanus* en el año 2013. Esto coincide con lo reportado por Salinas-Moreno *et al*, 2004 quien menciona que *Dendroctonus* se puede encontrar en varias especies huésped, sin embargo, se observa una preferencia por una conífera, en el caso de *D. mexicanus* se encuentra con mayor frecuencia en *P. leiophylla*. Vázquez *et al.* (2007) y Zuñiga *et al.* (1999), también reportaron una preferencia de *D. mexicanus* en *P. leiophylla*.

En el año 2014 los ataques por *Dendroctonus mexicanus* disminuyeron considerablemente, en este año *Pinus engelmannii* fue el preferido por dicho descortezador. *P. engelmannii* está registrado como hospedero de *D. mexicanus* por Cibrian *et al.*, (1995) y Salinas-Moreno *et al.* (2010) pero no ha sido registrada como una especie preferida.

En el año 2015 la especie registrada con mayor incidencia de brotes fue *Pinus durangensis*, colonizado por *Dendroctonus valens*. Este es un nuevo registro ya que *Pinus durangensis* nunca ha sido reportado como hospedero de *D. valens*.

En la gráfica 2 se muestran las frecuencias por categorías diamétricas y se observa que el diámetro preferente para el año 2013 fue de 20 cm, para el año 2014 fue de 25 cm, atacados por *Dendroctonus mexicanus* y *Pseudips mexicanus*. Estos datos se encuentran dentro del rango de publicaciones como Negrón (2004), quien encontró que en rodales de *Pinus ponderosa* colonizados por *D. mexicanus* los ataques ocurren normalmente en árboles de alrededor de 20,3 a 22,8 cm; McCambridge *et al.* (1982) reportó que el descortezador de montaña causó mortalidad en *P. ponderosa* en diámetros de 20.3 a 22.8. Mientras que Schmid and Mata (1996) indicó que los ataques del descortezador de montaña comúnmente se presentan en diámetros mayores a 20.3 cm.

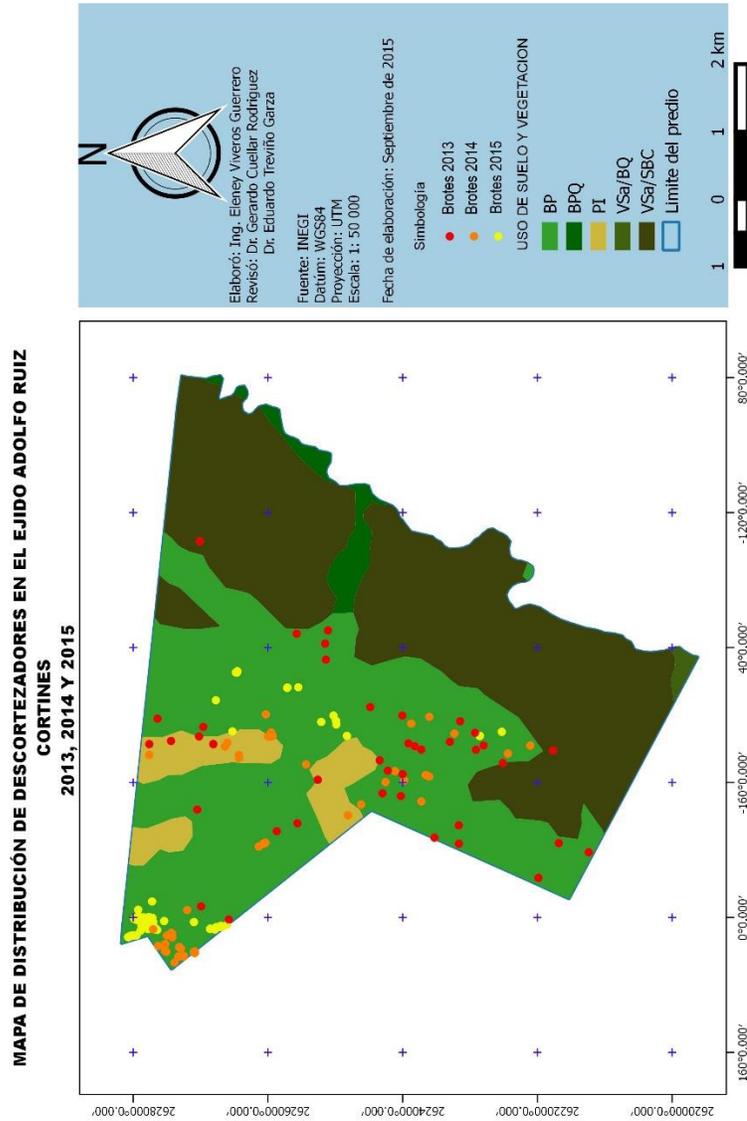


**Gráfica 2.- Frecuencia de categorías diamétricas con presencia de descortezadores en los años 2013-2015.**

En el año 2015 el diámetro preferido por *D. valens* fue de 15 cm. Esto podría considerarse en lo establecido por *Rodríguez* (1962), quien menciona que *D. valens* se ha encontrado como parasito primario en menor escala en pinos pequeños en el estado de chihuahua.

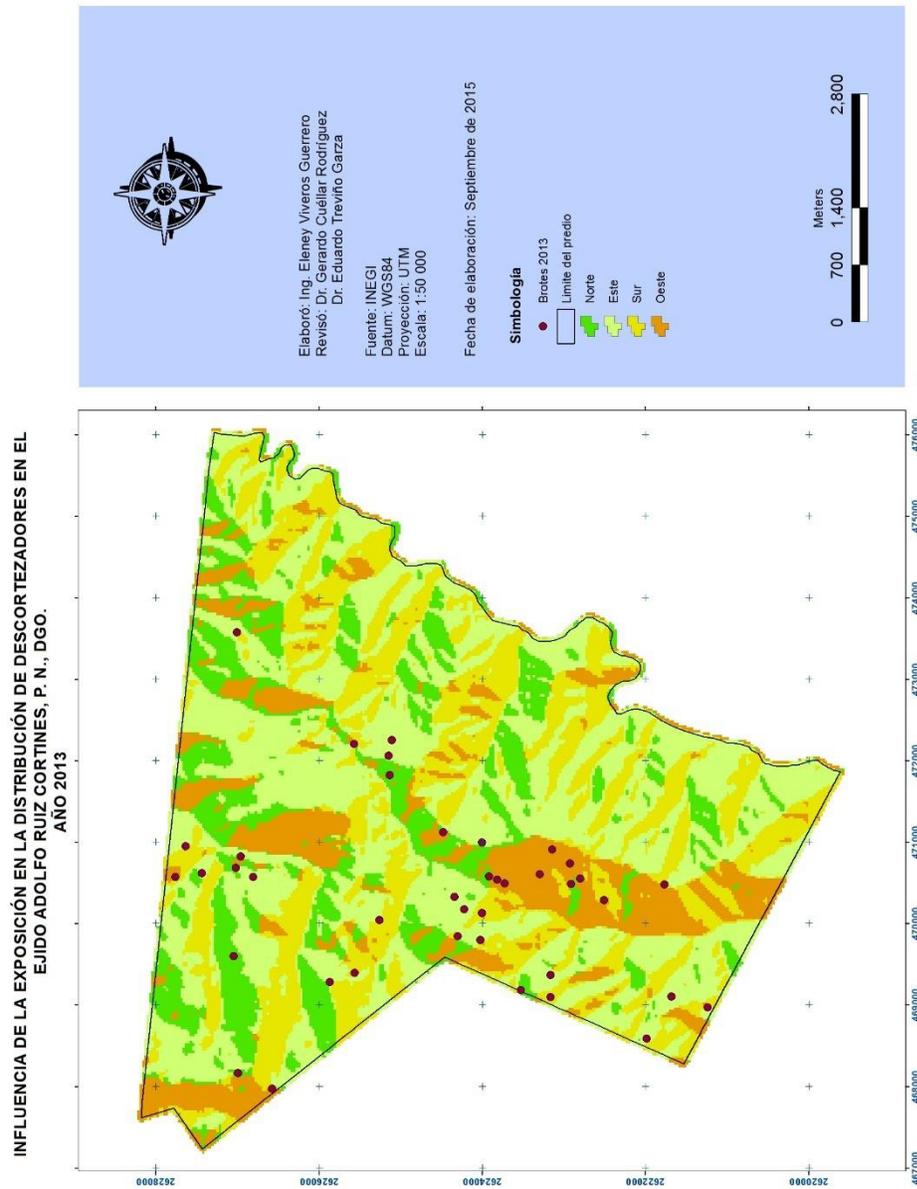
### **Distribución espacial de descortezadores**

El área de estudio presenta los tres tipos de vegetación regular, aleatoria y agrupada (*Corral-Rivas y Colin, 2009*) según el Informe técnico de establecimiento de una red permanente de sitios de investigación y monitoreo forestal, establecida en el año 2009; por consiguiente, podemos observar como la distribución de descortezadores obedece a la distribución de sus hospederos. La figura 4 nos muestra el agrupamiento de brotes, así como algunos distribuidos de manera aleatoria. lo cual concuerda con lo establecido por *Grego et al. (2006)*; *Ifoulis y Savopoulou-Soultani (2006)* y *Bressan et al., (2010)* quienes establecen que las poblaciones de insectos son por lo general espacialmente agregadas.



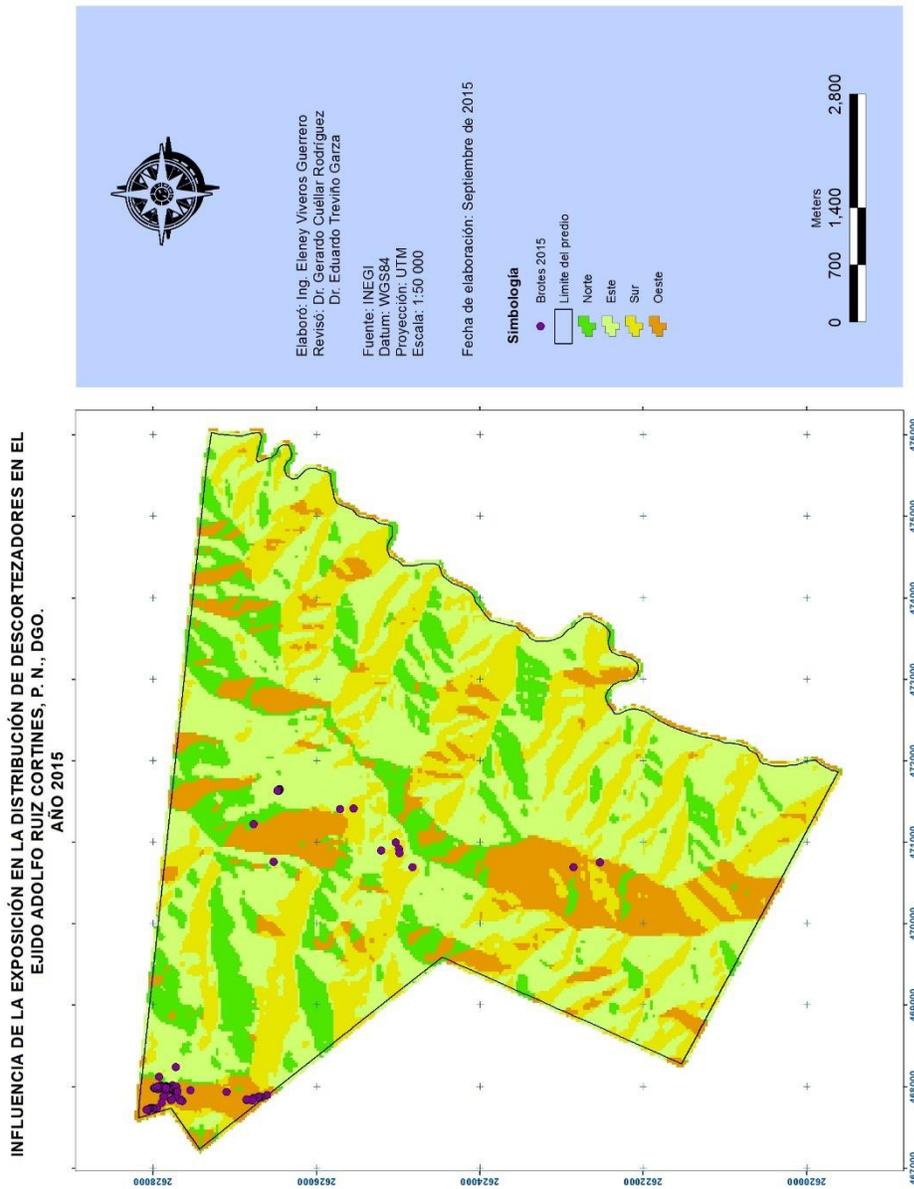
**Figura 3.- Distribución espacial de descortezadores en el ejido Adolfo Ruiz Cortines**

En el año 2013 la presencia de brotes se distribuye en toda el área muestreada, ya que en este año se encuentra en un estado patológico o plaga y la presencia de *D. mexicanus* fue abundante.



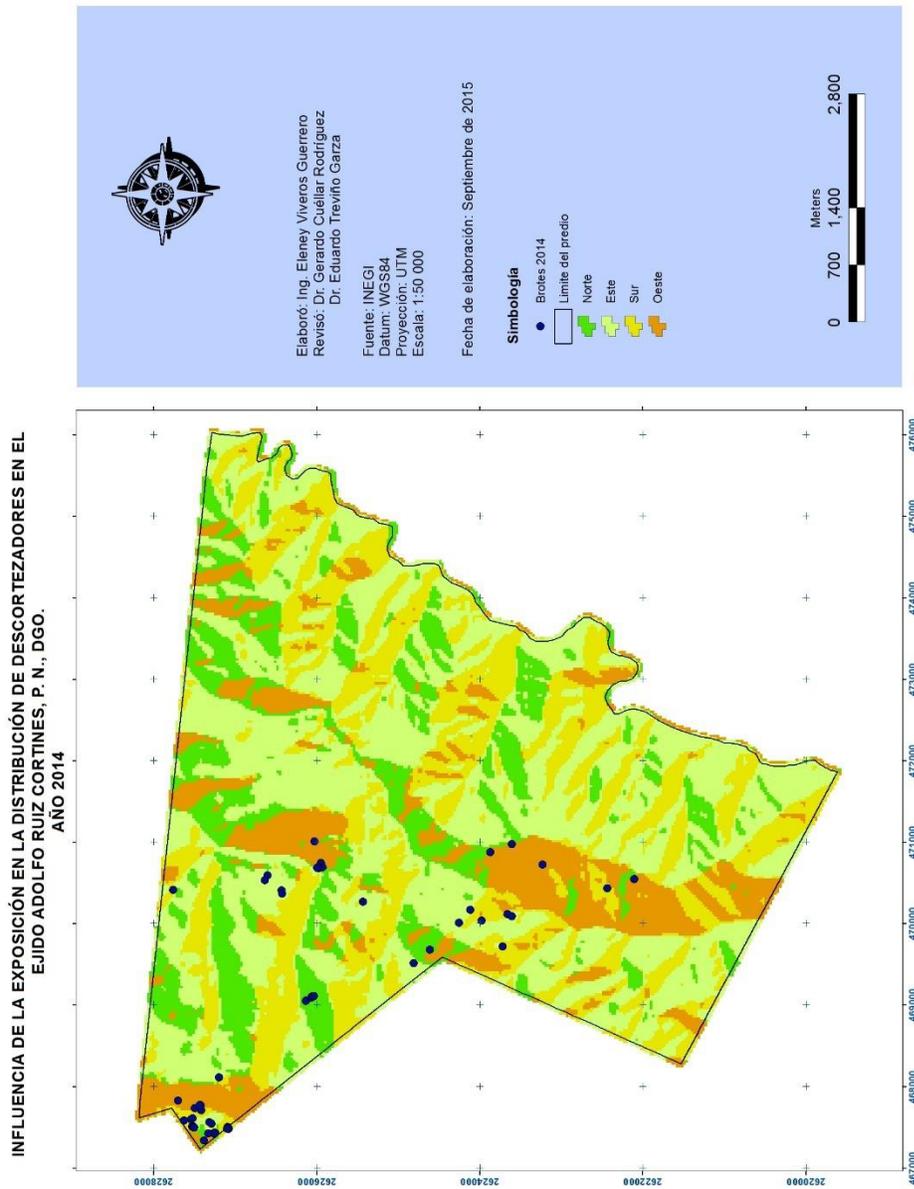
**Figura 4.- Distribución de descortezadores con relación a la exposición, año 2013.**

En el año 2013, con base en el mapa de exposición, los descortezadores se distribuyeron de la siguiente manera en el área de estudio: el Este con un 48.78% fue el que presentó mayor presencia de brotes; la exposición Sur con un valor de 19.51%; la exposición Norte con el 17.07% y para la exposición Oeste un valor de 14.63%.



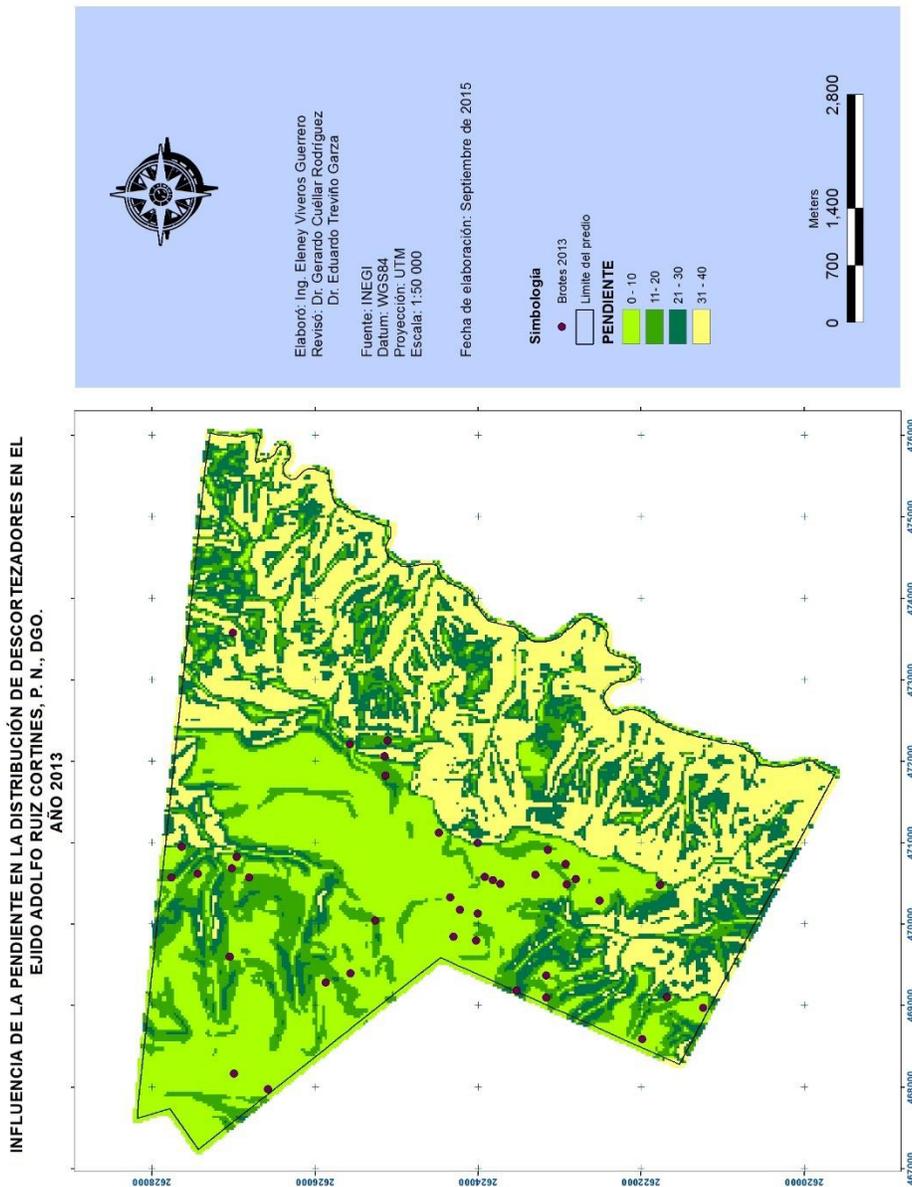
**Figura 5.- Distribución de descortezadores con relación a la exposición, año 2014.**

En el año 2014 basados en el mapa de exposición, los descortezadores se distribuyeron de la siguiente manera en el área de estudio: el Este con un 43.39% fue el que presentó mayor presencia de brotes; la exposición Oeste con un valor de 26.41%; la exposición Sur con un valor de 15.09% y la exposición Norte con el 15.09%.



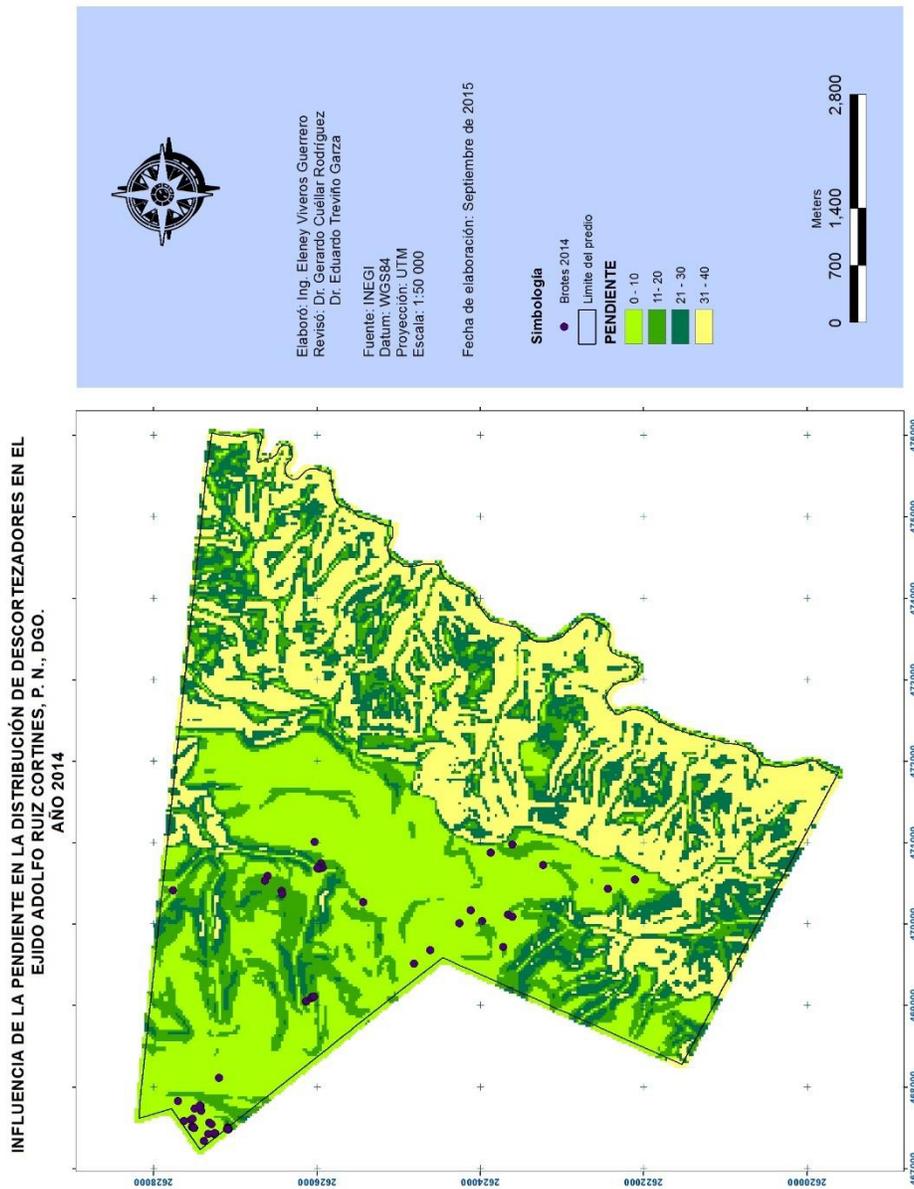
**Figura 6.- Distribución de descortezadores con relación a la exposición, año 2015.**

En el año 2015 basados en el mapa de exposición, los descortezadores se distribuyeron de la siguiente manera en el área de estudio: el Oeste con un 75.67 % fue el que presento mayor presencia de brotes; la exposición Este con un valor de 17.11%; la exposición Sur con un valor de 6.30% y la exposición Norte con el 0.9%.



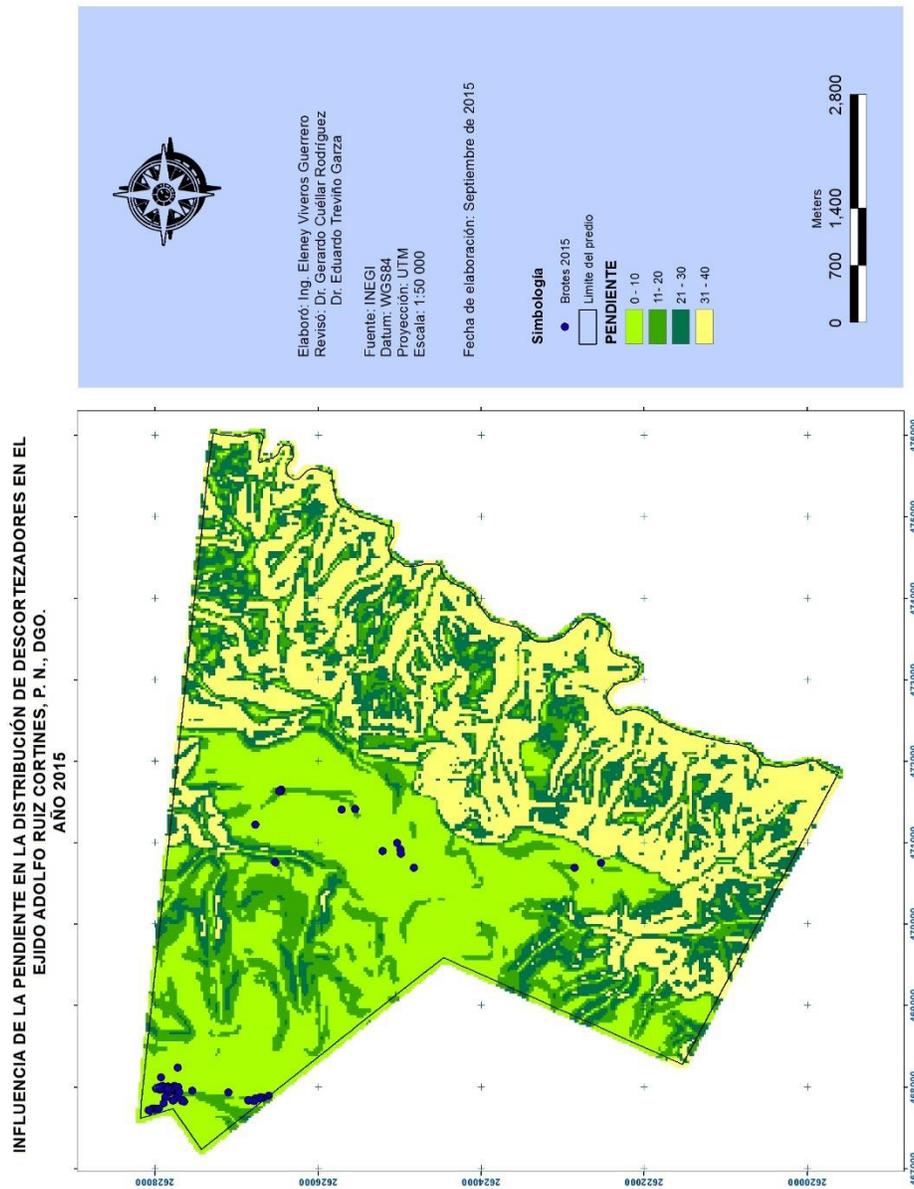
**Figura 7.- Mapa de pendiente relacionado con la distribución de descortezadores, año 2013.**

En el año 2013, con una pendiente de 0-10 grados (cenital) se presentó el 68.29% de incidencia de brotes; de 20-30 grados un 21.95% y de 30-40 grados un 9.75%.



**Figura 8.- Mapa de pendiente relacionado con la distribución de descortezadores, año 2014.**

En el año 2014, con una pendiente de 0-10 grados (cenital) se presentó el 74.07% de incidencia de brotes y de 10-20 grados un 25.92%.



**Figura 9.- Mapa de pendiente relacionado con la distribución de descortezadores, año 2015.**

En el año 2015, con una pendiente de 0-10 grados (cenital) se presentó el 91.66% de incidencia de brotes y de 10-20 grados un 8.33%.

Las figuras 6, 7 y 8 muestran la distribución de los descortezadores respecto a la exposición solar, en los años 2013, 2014 y 2015. Durante los años 2013 y 2014 la exposición este aparece 48.78 % y 43.39 % respectivamente. En el año 2015 la exposición oeste figura 75.67 %, estas condiciones son donde los árboles reciben mayor cantidad de radiación solar, esto coincide con los resultados obtenidos por Pérez-Camacho (2010) quien encontró que la exposición del terreno es el factor del sitio que más influencia tiene en la incidencia del descortezador *Dendroctonus adjunctus*, donde las exposiciones suroeste y sureste obtuvieron los valores más altos. Cervantes (2015) reportó que aunque el análisis de varianza realizado al número de insectos *Dendroctonus pseudotsugae* capturados por exposición solar no presentó diferencias significativas, sí encontró una diferencia numérica en la preferencia de ataque resultando que en la exposición oeste es donde se presenta una mayor incidencia.

Respecto a la pendiente en los tres años dominó de 0 – 10 grados, lo que consideramos sin pendiente, por lo que los brotes se ubicaron en rodales donde la radiación solar se presentaba durante todo el día, según Bennie *et al* (2008), la pendiente afecta la cantidad de radiación solar interceptada por la superficie, afectando las tasas de evapotranspiración y el contenido de humedad en el suelo; provocando que los árboles sean más débiles y por tanto más vulnerables al ataque. La pendiente ejerce una influencia significativa en la repercusión de la reserva de agua en el suelo. Es evidente que, al igual de cubierta vegetal, cuando mayor es la pendiente mayor es la ecorrenencia superficial y, en consecuencia, menor es la infiltración en el suelo (García, 2002).

Estos resultados coinciden con Robertson *et al.*, (2009) quien señala que tanto la topografía como los patrones climáticos son determinantes en las expansiones de la población de insectos.

## CONCLUSIONES

1. Para los años 2013, 2014 se encontraron las siguientes especies: *Dendroctonus mexicanus*, *Pseudips mexicanus* y *Pityophthorus sp.* Para el año 2015, se encontró además a *Dendroctonus valens*.
2. *Dendroctonus valens* se encontró colonizando *Pinus duranguensis*, lo cual no ha sido registrado. Así mismo los ataques de *D. valens* se localizaron arriba de los 4 m de altura, de igual manera este hallazgo no se encuentra registrado.
3. La mayoría de los brotes de descortezadores en los años 2014 y 2015 se encuentran ubicados en exposición Este, con valores de 48.78% y 43.39% respectivamente; mientras que en el año 2015 se encuentran ubicados en exposición Oeste con un valor de 75.67%.
4. En relación a la pendiente la mayoría de brotes se encuentran ubicados de 0 a 10 grados, con valores de 68.29%, 74.07% y 91.66% para los años 2013, 2014 y 2015 respectivamente.
5. Se encontró que los datos dasométricos del año 2013 son significativamente diferentes a los datos obtenidos en los años 2014 y 2015. Mientras que en los años 2014 y 2015 no existen diferencias significativas entre ninguno los datos dasométricos.

## BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, R., C. Sáenz, R. Lindig, A. del Rio, C. Tena, R. Campos y E. del-Val. 2015. Bark Beetle Pests in an Altitudinal Gradient of a Mexican Managed Forest. *Forest Ecology and Management* 343 (May): 73–79. doi:10.1016/j.foreco.2015.01.028.
- Bennie, J., B. Huntley, A. Wiltshire, M. O. Hill, R. Baxter. 2008. Slope, aspect and climate: Spatially explicit and implicit models of topographic microclimate in chalk grassland. *Ecological Modelling*, 2016(1):47-59
- Bentz, B., J. Régnière, C. J. Fettig, E. Hansen, J. Hayes, J. Hicke, R. Kelsey, J. Negrón, S. Seybold. 2010. Climate Change and Bark Beetles of the Western United States and Canada: Direct and Indirect Effects. *Bioscience*. Vol. 60, No. 8 (September 2010), pp. 602-613. Oxford University Press on behalf of the American Institute of Biological Sciences. [www.jstor.org/stable/10.1525/bio.2010.60.8.6](http://www.jstor.org/stable/10.1525/bio.2010.60.8.6).
- Bressan, A., F. J., MoralGarcia, O. Semetey, and E. Boudon- Padieu. 2010. Spatio-temporal pattern of *Pentastiridius leporinus* migration in an ephemeral cropping system. *Agric. For. Entomol.* 12: 59-68.
- Brown D., Bolker B. 2004. The Effects of Disease Dispersal and Host Clustering on the Epidemic Threshold in Plants. *Bulletin of Mathematical Biology* No. 66, Págs. 341-371.
- Carroll, A., Taylor, S., Regniere, J., Safranyik, L., 2004. Effects of climate change on range expansion by the mountain beetle in British Columbia. In: Shore, T.L., Brooks, J.E., Stone, J.E. (Eds.), *Mountain Pine Beetle Symposium: Challenges and Solutions*, October 30–31, 2003, Kelowna, British Columbia, Canada, Report BC-X-399, Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Victoria, BC, pp. 223–232.

- Cervantes, S. X. 2015. Preferencia de ataque de *Dendroctonus pseudotsugae* con relación a la exposición y altura del fuste, en la sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Forestal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 60 p.
- Cherry R. and Stansly P. 2008. Abundance and Spatial Distribution of Wireworms (Coleoptera: Elateridae) in Florida Sugarcane Fields on Muck versus Sandy Soils. Florida Entomologist, 91(3):383-387.
- Cibrián T. D., Méndez M. J., Campos B. R., Yates H. O., Flores L. J. 1995. Insectos Forestales de México. Universidad Autónoma de Chapingo, México. pp. 453.
- Cibrián T. J. y T. D. Cibrián. 1998. Las plagas y enfermedades de los bosques de México. Ciclo de Conferencias: El Sector Forestal de México, Avances y Perspectivas. Memoria. México D. F. pp. 19-23.
- Cibrián-Tovar D., S. Quiñonez-Barraza, J. Aguilar-Vitela, S. Quiñonez-Favila, J. Cassian-Santos, J. Soto-Rodríguez, J. Santillán-Soto, J. Olivo-Martínez, J. Villa-Castillo, S. Robles-Urbe, G. Hernandez-Villa. 2013. Guía Práctica: Control de infestaciones por insectos descortezadores de coníferas. 25 pp.
- Corral-Rivas J. y Colin J. 2009. Informe Técnico: Establecimiento de una red de parcelas permanentes de sitios de investigación y monitoreo forestal en bosques del ejido Adolfo Ruiz Cortines, Municipio de Pueblo Nuevo, Durango. 82 pp.
- Coulson, R.N., McFadden, B.A., Pulley, P.E., Lovelady, C.N., Fitzgerald, J.W., Jack, S.B., 1999. Heterogeneity of forest landscapes and the distribution and abundance of the southern pine beetle. For. Ecol. Manage. 114, 471–485.
- Coulson, R.N., Saunders, M.C., Loh, D.K., Oliveria, F.L., Drummond, D., Barry, P.A., Swain, K.M., 1989. Knowledge system environment for integrated

pest management in forest landscapes: the southern pine beetle. Bull. Entomol. Soc. Am. 34, 26–33.

Cuéllar - Rodríguez G., A. Equihua-Martínez, J. Villa-Castillo, E. G. Estrada-Venegas, T. Méndez-Montiel y J. Romero-Nápoles. 2013. Análisis Espacio-Temporal de los Bosques de *Pinus Cembroides* Zucc. Atacados por *Dendroctonus mexicanus* Hopkins. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Vol. 4. Núm. 17. p. 42-49.

Dymond, C.C., Wulder, M.A., Shore, T.L., Nelson, T., Boots, B., Riel, B.G., 2006. Evaluation of risk assessment of mountain pine beetle infestations. West. J. Appl. For. 21, 5–13.

Espinosa D., Ocegueda S., Aguilar C., Flores O., Llorente-Bousquets J. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, Capital natural de México, vol. 1: Conocimiento actual de la biodiversidad, Conabio, México. D. F. (2008), pp. 22–65

Fettig, C., Klepzig, K., Billings, R., Munson, A., Nebeker, T., Negrón, J., Nowak, J. 2007. The effectiveness of vegetation management practices for prevention and control of bark beetle infestations in coniferous forests of the western and southern United States.

Fonseca, J. G., C. Llanderal, D. Cibrián, A. Equihua y H. de los Santos. 2009. Secuencia de arribo de coleópteros en arboles de *Pinus montezumae* Lamb. dañados por incendios. Revista Ciencias Forestales en México, 34(106): 149-170.

French B., Beckler A and Chandler L. 2004. Landscape Features and Spatial Distribution of Adult Northern Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) in the South Dakota Areawide Management Site. Journal of Economic Entomology 97(6):1943-1957.

- Furniss, M., M. McGregor, M. Foiles and A. Partridge. 1979. Chronology and Characteristics of a Douglas-fir Beetle Outbreak in Northern Idaho. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT-59, 19 p. Intermt. For. and Range Exp. Stn. , Ogden, Utah.
- Furniss, R.L., and Carolin, V.M. 1977. Western forest insects. US Department of Agriculture Forest Service Miscellaneous Publication 1339.
- García S. J.,2002. Manual de repoblaciones forestales. Tomo I. Ed. MUNDI-PRENSA, Madrid, España. 2da. Edición. pp, 60-61,
- Grego, C. R., S. R. Vieira, and A. L. Lourencao. 2006. Spatial distribution of *Pseudaletia sequax* Franclemont in triticales under no-till management. Sci. Agric. 63: 321-327.
- Guarin, A., Taylor, A.H., 2005. Drought triggered tree mortality in mixed conifer forests in Yosemite National Park, California, USA. For. Ecol. Manage. 218, 229–244.
- Hobson, K.R., Wood, D.L., Cool, L.C., White, P.R., Ohtsuka, T., Kubo, I., and Zavarin, E. 1993. Chiral specificity in responses by the bark beetle *Dendroctonus valens* to host kairomones. Journal of Chemical Ecology, **19**: 1837–1846.
- Ifoulis, A. A., and M. Savopoulou-Soultani. 2006. Use of geostatistical analysis to characterize the spatial distribution of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) larvae in northern Greece. Environ. Entomol. 35: 497-506.
- Jenkins D. and Goenaga R. 2010. Spatial Distribution of *Phyllophaga vandinei* (Coleoptera: Scarabaeidae) Emergence within and Around a Mamey Sapote Orchard. Florida Entomologist 93(2):323-324.
- Jones F. 2010. Spatial Distribution of the Cereal Leaf Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in Wheat. Environmental Entomology 39 (6): 1943-1952.

- K.D. Klepzig, K.F. Raffa, E.B. Smalley. 1991. Association of insect-fungal complexes with red pine decline in Wisconsin. *For. Sci.*, 37 (1991), pp. 1119–1139
- Klutsch, J., J. Negrón, S L. Costello, C. Rhoades, D R. West, J Popp, and R Caissie. 2009. Stand Characteristics and Downed Woody Debris Accumulations Associated with a Mountain Pine Beetle (*Dendroctonus ponderosae* Hopkins) Outbreak in Colorado. *Forest Ecology and Management* 258 (5): 641–49. doi:10.1016/j.foreco.2009.04.034.
- Koivula M. 2005. Effects of Forest Roads on Spatial Distribution of Boreal Carabid Beetles (Coleoptera: Carabidae). *The Coleopterists Society .The Coleopterists Bulletin* 59(4):465-487.
- Liebholt, A. M., R. E. Rossi, and W. P. Kemp. 1993. Geostatistics and geographic information systems in applied insect ecology. *Annu. Rev. Entomol.* 38: 303-327.
- Logan, J., B. Bentz. 2003. Model Analysis of Mountain Pine Beetle (Coleoptera: Scolytidae) Seasonality. *Environ. Entomol.* 28(6): 924-934
- Maestre F. (2006) Análisis y modelización de datos espacialmente explícitos en ecología. *Ecosistemas XV* (3).
- Malmstrom, CM .. Raffa, KF., 2000. Biotic disturbance agents in the boreal forest: considerations for vegetation change models. *Global Change Biol.* 6 (Suppl. 1),35-48.
- Mattson Jr.,W.J., Haack, R.A., 1987. The role of drought in outbreaks of planteating insects. *Biosciences* 37, 110–118.
- McCambridge, W.F., Hawksworth, F.G., Edminster, C.B., Laut, J.G., 1982. Ponderosa pine mortality resulting from a mountain pine beetle outbreak. Research Paper RM-235. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, CO, 7 pp.

- Merrill, S. C., T. O. Holtzer, F. B. Peairs, and P. J. Lester. 2009. Modeling spatial variation of Russian wheat aphid overwintering population densities in Colorado winter wheat. *J. Econ. Entomol.* 102: 533-541.
- Morrone, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 76:207:252.
- Negrón, J., and J. Popp. 2004. Probability of Ponderosa Pine Infestation by Mountain Pine Beetle in the Colorado Front Range. *Forest Ecology and Management* 191 (1-3): 17–27. doi:10.1016/j.foreco.2003.10.026.
- Negrón, J., and J. Popp. 2004. Probability of Ponderosa Pine Infestation by Mountain Pine Beetle in the Colorado Front Range. *Forest Ecology and Management* 191 (1-3): 17–27. doi:10.1016/j.foreco.2003.10.026.
- Oliver, W.W., 1995. Is self-thinning in ponderosa pine ruled by *Dendroctonus* bark beetles? In: L.G. Eskew, comp. *Forest health through silviculture: proceedings of the 1995 National Silviculture Workshop*, Mescalero, New Mexico, May 8–11, 1995. General Technical Report.
- Park, Y. L., and J. J. Tollefson. 2005. Spatial prediction of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adult emergence in Iowa cornfields. *J. Econ. Entomol.* 98: 121-128.
- Park, Y. L., and J. J. Tollefson. 2005. Spatial prediction of corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) adult emergence in Iowa cornfields. *J. Econ. Entomol.* 98: 121-128.
- Pérez N., López V., Jiménez D. and Jones R. 2014. Determination of Spatial Distribution of *Sphenophorus incurrens* (Coleoptera: Curculionidae) using Gis in Morelos, Mexico. *Florida Entomologist* 97(1):285-287

- Pérez-Camacho M. 2010. Los factores del sitio y su relación con el ataque del descortezador *Dendroctonus adjunctus* B. en un bosque de *Pinus hartwegii* L. COLPOS. Tesis de Maestría. 75 pp.
- Raffa K.F. B. Aukema., J. Bentz., A. Carroll., J. Hicke., M. Turner., W. Romme. 2008. Cross-Scale Drivers of Natural Disturbances Prone to Anthropogenic Amplification: the Dynamics of Bark Beetle Eruptions. *BioScience*, 58 , pp. 501–517.
- Raffa Kenneth F., Aukema Brian H., Bentz Barbara J., Carroll Allan L., Hicke Jeffrey A., Turner Monica G. ; Romme William H. 2008. Cross-scale Drivers of Natural Disturbances Prone to Anthropogenic Amplification: The Dynamics of Bark Beetle Eruptions. *Bioscience* 58. 6: 501-517
- Raffa, K.F., B.Aukema,.N. Erbilgin., K. Klepzig., K. Wallin. 2005. Interactions Among Conifer Terpenoids and Bark Beetles Across Multiple Levels of Scale: an Attempt to Understand Links Between Population Patterns and Physiological Processes. in J.T. Romeo, editor. *Recent Advances in Phytochemistry*. Elsevier, St. Louis, MO. 318 p. Pp 79-118 (Vol. 39)
- Reid M. L, Robb T. 1999. Death of vigorous trees benefits bark beetles. *Oecologia*. 120:555–562.
- Robert W. Jones, Charles W. O'brien, Lorena Ruiz-Montoya, and Benigno Gómez-Gómez. 2008. Insect Diversity of Tropical Montane Forests: Diversity and Spatial Distribution of Weevils (Coleoptera: Curculionidae) Inhabiting Leaf Litter in Southern Mexico. *Annals of the Entomological Society of America*, 101(1):128-139
- Robertson, C., T. A. Nelson, D. E. Jelinski, M. A. Wulder and B. Boots. 2009. Spatial–temporal analysis of species range expansion: the case of the mountain pine beetle, *Dendroctonus ponderosae*. *Journal of Biogeography* 36(8): 1446-1458.

- Rodríguez-Lara, R. 1962-4. Comunicaciones personales. Instituto Nacional de investigaciones Forestales. México. D.F. México.
- Rose-Chaffin W.E., Ramírez-Genel, M. y Krogstad B. O. 1966. Biología y ecología del descortezador del pino *Dendroctonus valens* Lec. (Coleoptera: Scolytidae). *AGROCIENCIA* Vol. 1, Núm. 1, 1966, pp. 12-24.
- Safranyik, L. and Carroll, A. 2006. The Biology and Epidemiology of the Mountain Pine Beetle in Lodgepole Pine Forests. Pages 3-66 (Chapter 1) in L. Safranyik and W.R. Wilson, editors. *The Mountain Pine Beetle: a Synthesis of Biology, Management, and Impacts on Lodgepole Pine*. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Victoria, British Columbia. 304 p.
- Salinas-Moreno Y, Vargas Mendoza C., Zúñiga G., Víctor J., Ager Alan A. & Jane L. H. 2010. Atlas de distribución geográfica de los descortezadores del género *Dendroctonus* (Curculionide: Scolytinae) en México. 90 pp.
- Salinas-Moreno, Y., M. G. Mendoza, M. A. Barrios, R. Cisneros, J. Macías-Sámano and G. Zúñiga. 2004. Areography of the genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytidae) in Mexico. *Journal of Biogeography* 31:1163-1177.
- Samman, S., Logan, J.A., 2000. Assessment and Response to Bark Beetle Outbreaks in the Rocky Mountain Area. Report to Congress from Forest Health Protection. GTR-RM-62. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ogden, UT, 46 pp.
- Schmid, J.M., Mata, S.A., 1996. Natural variability of specific forest insect populations and their associated effects in Colorado. General Technical Report GTR-275. USDA Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, CO, 14 pp.
- Sileshi G., Baumgartner J., Sithanatham S., and Ogol C. 2002. Spatial Distribution and Sampling Plans for *Mesoplatys*

ochroptera (Coleoptera: Chrysomelidae) on Sesbania. Journal of Economic Entomology 95(2):499-506.

Six, D., E. Biber and E. Long. 2014. Management for Mountain Pine Beetle Outbreak Suppression: Does Relevant Science Support Current Policy? Forests. 5 (1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute: 103–33. doi:10.3390/f5010103.

Smith, R.H. 1971. Red turpentine beetle. Forest Pest Leaflet 55. USDA Forest Service, (available at: [www.barkbeetles.org/rtb/rtbFIDL55.htm](http://www.barkbeetles.org/rtb/rtbFIDL55.htm))

Torres E., L. M.; J. A. Sánchez S.; A. Cano P. y O. U. Martínez B. 2003. Manejo Integrado de Insectos descortezadores en los bosques de coníferas de Coahuila y Nuevo León. Informe Técnico Final. CONACYT-SIREYES. Campo Experimental Saltillo. CIRNE-INIFAP. 228 p.

Vázquez S. L., Tamarit U. J., Quintanar O.J. 2004. Caracterización de la declinación de bosques de encinos en “Sierra Lobos” Guanajuato, México. POLIBOTÁNICA, Num. 17, pp. 1-4,

Waring, R.H., Pitman, G.B., 1985. Modifying lodgepole pine stands to change susceptibility to mountain pine beetle attack. Ecol. 66, 889–897.

Wermelinger, B. 2004. Ecology and Management of the Spruce Bark Beetle *Ips typographus* a Review of Recent Research. Forest Ecology and Management 202 (1-3): 67–82. doi:10.1016/j.foreco.2004.07.018.

Wood, S. L. 1963. A revision of the bark beetle genus *Dendroctonus erichsoni* (Coleoptera: Scolytidae). The Great Basin Naturalist. 23 (1-2): 1-117.

Wulder, M.A., Dymond, C.C., White, J.C., Leckie, D.G., Carroll, A.L., 2006. Surveying mountain pine beetle damage of forests: a review of remote sensing opportunities. For. Ecol. Manage. 221, 27–41.

Zuñiga G., Mendoza C. G., Cisneros R., Salinas-Moreno Y. 1999. Zonas de sobreposición en las áreas de distribución geográfica de las especies

mexicanas de *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Scolytinae) y sus implicaciones ecológico-evolutivas. Acta Zool. Mex. (n.s.) 77: 1-22.