

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE EL SALVADOR

ESCUELA DE POSGRADO



“La Ciencia sin Moral es Vana”

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

“EVALUACIÓN DE ATRAYENTES E IDENTIFICACIÓN DE DESCORTEZADORES

DEL PINO (*Dendroctonus spp. e Ips spp*) EN EL SALVADOR, C.A.”

PRESENTADO POR

JOSE ROBERTO CABRERA CUÉLLAR

SERGIO RICARDO ESCOBAR VENTURA

GILMA MARIBEL HENRIQUEZ BOLAÑOS

**PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTROS EN GESTION Y GERENCIA AMBIENTAL**

JULIO 2021

SANTA ANA, EL SALVADOR. C. A.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE EL SALVADOR

AUTORIDADES ACADÉMICAS

MONSEÑOR Y LICENCIADO MIGUEL ÁNGEL MORÁN AQUINO

RECTOR

DOCTOR MOISÉS ANTONIO MARTÍNEZ ZALDÍVAR

VICERRECTOR GENERAL

MÁSTER MOISES ULISES GARCÍA PERDIDO

SECRETARIO GENERAL

DOCTORA ANTONIA LARISSA HERNÁNDEZ MONTERROSA

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE POSGRADOS

SANTA ANA, EL SALVADOR, C.A.

RESUMEN

Se documenta los atrayentes y la identificación en campo de insectos descortezadores del pino, *Dendroctonus* ya que son estos los principales causantes actuales de las pérdidas de bosques y plantaciones de pino en el territorio nacional. Además de esto documentamos también el comportamiento del descortezador, su ciclo biológico y el impacto que está generando actualmente en nuestro territorio.

Ya que al parecer esta problemática que no es muy novedosa, porque ya tiene unos cuantos años en el contorno nacional, tomó a nuestro país con las manos vacías con respecto a control de insectos y técnicas de sanidad vegetal en el área de silvicultura es por ello que a causa un impacto de tal magnitud tanto ecológico como también económico, ya que en el país no se contaban con investigaciones, equipos o recursos para controlar dicha plaga es por ello que la Dirección General de Sanidad Vegetal ha iniciado investigaciones a través de los atrayentes con un fin de bajar las poblaciones siendo más amigable con el medio ambiente.

La población de gorgojos en nuestro territorio silvopastoril se ha beneficiado de algunos factores como lo son las malas prácticas agrícolas y además del antes mencionado cambio climático. La unión de estos dos ha generado el alto desarrollo de dicha plaga la cual como lo indica su nombre ataca directamente la corteza del árbol. Especialmente la de los pinos, luego de esto la enfermedad avanza en sus etapas hasta ver morir el árbol. Lamentablemente no hay una cura para los arboles infectados más que realizar la tala y fumigación de dichos árboles para así tratar de reducir la población de descortezadores.

Palabras clave:

Descortezadores, atrayentes, plaga, corteza, medio ambiente.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	10
ALCANCES	11
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	12
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	12
1.2 JUSTIFICACIÓN... ..	19
1.3 OBJETIVOS.....	23
CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	24
2.2 MARCO HISTÓRICO.....	34
2.3 DESCRIPCION DETALLADA DE LAS ACTIVIDADES	52
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	56
3.1 HIPÓTESIS	56
3.2 METODOLOGÍA APLICADA	57
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	76
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
5.2 RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS.....	79
ANEXOS	82

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Plantaciones de pino con intervención del hombre.....	19
Figura 2. Adulto de <i>Dendroctonus frontalis</i>	34
Figura 3. Ciclo biológico de los descortezadores del pino (<i>Dendroctonus</i> spp e <i>Ips</i> spp).....	36
Figura 4. Diferentes fases de daño del comportamiento de la plaga en el cultivo de pino (<i>Pinus</i> sp).....	39
Figura 5: Los grumos (tubos de resina) que indican ataques de los gorgojos adultos en el fuste de un pino.....	40
Figura 6: Las galerías en forma de "S" llenas de aserrín caracterizan los ataques del gorgojo del pino <i>Dendroctonus frontalis</i>	40
Figura 7: Galerías bajo la corteza de pino en forma de "Y" o "H" que están vacías de aserrín (a) indican ataques de los gorgojos descortezadores del género <i>Ips</i>	41
Figura 8: En pinos tumbados o en trozas, los montones de aserrín de color rojo o café sobre la corteza son otro signo del ataque de los gorgojos secundarios de <i>Ips</i>	41
Figura 9. El cortar y dejar es un método práctico y simple para controlar brotes de <i>Dendroctonus</i> spp y <i>Ips</i> spp	45

Figura 10. Ubicación en el mapa de bosques usados para la investigación.....	59
Figura 11. Vegetación de puntos seleccionados para investigación.....	60
Figura 12. Tratamientos y repeticiones.....	71
Figura 13. Media de la media por tratamiento.....	72
Figura 14. Factor de corrección.....	73
Figura 15. Suma de cuadrados por tratamiento.....	74
Figura 16. Suma cuadradostotales	74
Figura 17. Suma de cuadrado del error.....	75

INDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Labor realizada por cuadrillas	
En enero de 2017, informe MAG 2017.....	22
Cuadro 2. Síntomas asociados con las diferentes fases de la infestación del árbol por <i>Dendroctonus</i> spp y <i>Ips</i> spp,....	42
Cuadro 3. Métodos más recomendados para el control directo para varias especies de descortezadores de pino.....	43
Cuadro 4. Materiales requeridos... ..	55
Cuadro 5. Coordenadas de los bosques para investigación	59
Cuadro 6. Resultados de laboratorio.....	70
Cuadro 7. Cuadro de Varianza.....	75
Cuadro 8. Listado de especies de plantas asociadas al bosque de pino en el parque nacional de Montecristo, municipio de Metapán, departamento de Santa Ana, El Salvador C.A. febrero a junio de 2021	95
Cuadro 9. Registro de datos dasométricos obtenidos durante el monitoreo realizado, febrero a junio de 2021	96

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1. Entrevista al jefe de la Oficina de Atención y Servicios de Sanidad Vegetal – Región Occidente. Sanidad Vegetal, MAG El Salvador, 2021 archivo personal del autor.....	37
Fotografía 2. Para aplicar el método de cortar y dejar	46
Fotografía 3. Para el control químico se aplica insecticidas a las trozas infestadas hasta el punto de goteo.....	48
Fotografía 4. Un brote de descortezadores del pino en el cual se ha aplicado la corta y apile de árboles infestados.....	50
Fotografía 5. Colocación de trampa.....	61
Fotografía 6. Colecta de muestra.....	63
Fotografía 7. Colecta de muestra.....	64
Fotografía 8. Colecta de muestra.....	65
Fotografía 9. Colecta de muestra.....	83
Fotografía 10. Camino en busca de las trampas.....	83
Fotografía 11. Parte de un gorgojo.....	84
Fotografía 12. Trampa para gorgojo descortezador.....	84
Fotografía 13. Tronco de pino caído con agujero de gorgojo.....	85
Fotografía 14. Parte de corteza de pino con agujeros del gorgojo descortezador.	85

Fotografía 15. Parte de un bosque de pino.....	86
Fotografía 16. Identificando daños en el tronco del pino causado por el gorgojo...	86
Fotografía 17. Colocación de atrayentes.....	87
Fotografía 18. Muestra de un tipo de atrayente.....	87
Fotografía 19. Limpieza del depósito de la trampa.....	88
Fotografía 20. Bosque afectado por plaga de gorgojo.....	88
Fotografía 21. Pino aún en pie con agujeros de gorgojo.....	89
Fotografía 22. Bolsa con atrayente ya terminado.....	89
Fotografía 23. Vaciado del contenido del depósito a una bolsa para toma de de muestra	90
Fotografía 24. Colocación de trampa para gorgojo... ..	90
Fotografía 25. Limpieza y preparación del bote contenedor de la trampa para reutilizarlo.....	91

INTRODUCCIÓN

Algunas de las principales causas actuales de las pérdidas de bosques y plantaciones de pino en el territorio nacional son: el aumento demográfico de descortezadores del pino (*Dendroctonus spp.*) debido a problemas de manejo silvicultural e incendios, dualidad de funciones institucionales, conflicto de intereses comunitarios, problema de difusión de información relacionada con la plaga, sin dejar de considerar los efectos del cambio climático.

Mediante el presente estudio se pretende generar información fehaciente, sobre la identificación de los gorgojos descortezadores del pino como la prueba de los atractivos, en El Salvador, estos datos serán útiles para la toma de decisiones, para efectuar análisis comparativos del comportamiento de las poblaciones en el tiempo, crear mecanismos de planificación enfocados al manejo y control de la plaga en mención.

La silvicultura a pesar que en nuestro país tiene un poco porcentaje del sector agrícola ésta no deja de tener menor importancia ya que tiene mucho peso medio ambiental en nuestro país. En los últimos años los bosques forestales han sufrido una baja en su capacidad productiva a causa de plagas y malas prácticas agrícolas.

Documentamos además segmentos de entrevistas realizadas a algunos del personal de la Dirección General de Sanidad Vegetal región occidental. Quien a través de algunas preguntas abiertas nos pudo dar a conocer su experiencia en la investigación nacional. Además, nos dio a conocer algunos datos muy importantes de dicha investigación, que el impacto de estos insectos está muy relacionado con el cambio climático.

ALCANCES

1. Se generará información fehaciente sobre la implementación de un atrayente para bajar poblaciones de descortezadores del pino (*Dendroctonus spp. e Ips spp*).
2. La investigación abarca únicamente en cultivos de “pino” (***Pinus, sp***).
3. Se obtendrá un dato cuantificable de cómo se encuentran las poblaciones de descortezadores del pino (*Dendroctonus spp. e Ips spp*) en el Parque Nacional de Montecristo, Metapán, Santa Ana, El Salvador. Sirviendo como referente en la Región Occidental.
4. Será una herramienta que podrán utilizar diferentes instituciones de nivel gubernamental o privado, al momento de la toma de decisiones ante lumbrales económicos superados por descortezadores del pino (*Dendroctonus spp. e Ips spp*).
5. Se obtendrá una metodología de diseño experimental que podrá replicarse en otros estudios.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

EVALUACION DE ATRAYENTES E IDENTIFICACION DE

DESCORTEZADORES DEL PINO (*Dendroctonus spp. e Ips spp*) EN EL SALVADOR, C.A.

El “Parque Nacional Montecristo”, comprende oficialmente de 1973 hectáreas, Su referencia Geográfica se encuentra a los 14 grados, 25 minutos Latitud Norte, 89 grados, 23 minutos Longitud oeste.

Vegetación: de acuerdo a la categorización de UNESCO 2000 está dividida por:

- Vegetación abierta, predominantemente siempre verde tropical submontana de coníferas: 781.02 Ha (27.72%)
- Vegetación abierta, predominantemente siempre verde latifoliada esclerófila (chaparral): 7.56 Ha (0.27%)
- Vegetación cerrada, principalmente siempre verde umbrófila, submontana: 863.48 Ha (30.66%)
- Vegetación cerrada, principalmente siempre verde umbrófila, montaña nubosa: 1, 161,72 Ha (41.25%)
- Vegetación cerrada tropical umbrófila, semidecídua, de tierras bajas: 2.78 Ha (0.09%)

Topografía: Accidentada con pendientes mayores del 25%, con rangos de altitud de 760 m s n m a 2434 m s n m. y esta caracteriza por relieve: Montaña y Pie de Montaña.

Suelo: Existen suelos desde clase IV hasta VIII, con uso forestal, protección por los problemas de pendiente.

Hidrología: Constituida por corrientes de ríos, riachuelos y quebradas que forman un drenaje dendrítico, subparalelo o paralelo; que originan el río San José que nace dentro del PNM, este río tiene una longitud de 20.88 Km., y es alimentado por otros afluentes en su recorrido, llegando a desembocar en la Laguna de Metapán.

Clima: Las temperaturas oscilan de 15° C – 25° C, con una precipitación anual que fluctúa entre 1500 a 2100 msnm y una humedad relativa media anual oscila entre 70% y 88%.

Socioeconómico: Esta zona tiene un régimen de propiedad estatal, existen dos poblaciones dentro la zona núcleo, no existen actividades productivas dentro, pero con actividades ilegales como leña, cacería y madera, existe infraestructura para el uso público y administrativo, además existen incendios forestales, el acceso a esta zona se realiza por calle la cual atraviesa la zona en todo lo largo la calle tiene una longitud de 15 kilómetros dentro de la Zona. Histórico Cultural Arqueológico Presencia de vestigios arqueológicos sub-urbanos y casco colonial de hacienda.

Administrativo Administrado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Departamento de Patrimonio Natural, presencia institucional a través de personal técnico y operativo. Legal Decreto ejecutivo No. 53, decretado en diario oficial Tomo 297, 17 noviembre de 1987.

A diferencia de otros países del istmo Centroamericano con presencia y daño por efecto de descortezadores del pino (*Dendroctonus spp. e Ips spp*), en El Salvador no se ha realizado ningún tipo de investigación de forma oficial o estudio fehaciente relacionados con la evaluación de atrayentes para establecer un análisis de las poblaciones y así determinar aspectos que conlleven a la toma decisiones con criterio técnico, como por ejemplo, un tipo de control amigable con el medio ambiente, refiriéndonos a los atrayente, el aumento demográfico por especie o inclusive un estudio de eficacia con alguna molécula de bajo impacto al medio ambiente o producto biológico. Lo cual tiene repercusiones directas en aspectos socioeconómicos de las comunidades que se dedican a la explotación, uso y manejo de plantaciones tecnificadas o por regeneración natural de bosques de coníferas, dicha importancia

socioeconómica radica porque poseen una corteza a partir de la cual se fabrican gran variedad de productos como: astillas, acículas (aguijones finos), postes, resina, celulosa, papel, etc. La madera de su tronco es utilizada para elaborar muebles, casas, cajas para empacar, contra enchapados, instrumentos musicales, artesanías, etc. De igual forma se debe resaltar la importancia en los factores biológicos y uso estéticos (Los pinos proporcionan alimento para los animales y los seres humanos. Sus semillas son consumidas por ardillas y pájaros, que distribuyen las semillas a nuevas áreas. Las mariposas y las polillas se alimentan de hojas de pino. Los seres humanos utilizan los estróbilos para cocinar y hornear, espolvoreándolos en ensaladas y como ingrediente. Los estróbilos han sido consumidos por los seres humanos desde los tiempos de los antiguos griegos y romanos, de igual forma el valor estético. Se utilizan en los jardines de las casas y en los parques y otras áreas públicas. Se cultivan comercialmente como árboles de Navidad. Las ramas de pino se utilizan como decoración en el invierno. Los conos del pino se utilizan como decoraciones y también en la artesanía. Algunos jardineros utilizan agujas de pino como mantillo en sus jardines, en especial para las flores acidófilas como las rosas.

Los bosques naturales y plantaciones de pino de El Salvador han sido afectados por la principal plaga forestal que ataca a las coníferas, el gorgojo descortezador del pino (*Dendroctonus frontalis*), plaga que mayor daño está causando a nuestro país, y al resto de la región centroamericana; ocasionando importantes pérdidas económicas, sociales y ecológicas, como un efecto ante los impactos negativos del cambio climático, producto de las altas temperaturas y prolongadas sequías proliferando las plagas y enfermedades forestales.

Sin embargo, es necesario aclarar que, por medio del Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG, Dirección General de Sanidad Vegetal, se han realizado Monitoreos anuales a nivel nacional para la verificación de la presencia o ausencia de la plaga, así mismo se han determinado las zonas atacadas por la plaga y los volúmenes de madera afectada.

El 19 de abril del 2016, el Ministerio de Agricultura y Ganadería declara Estado de Alerta Fitosanitario en todo el País, para el combate del gorgojo del pino (*Dendroctonus*

spp.); mediante Acuerdo N° 207. Para adoptar las medidas necesarias en la prevención y control del gorgojo de pino a través de La dirección General de Sanidad Vegetal y la Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riego, con el apoyo del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), quienes ejecutan " El Plan del Gorgojo Descortezador del Pino (*Dendroctonus* spp.) y Restauración de Áreas Afectadas por la Plaga en El Salvador" durante un periodo de 9 meses comprendido entre mayo a enero de 2016; en este periodo se intensificaron los monitoreos y controles de los brotes de gorgojo de pino, principalmente en los departamentos de Santa Ana, Chalatenango, Morazán, San Miguel y La Unión. Datos a enero 2017, numero de brotes 327 brotes, área afectada 335.05 hectáreas, área tratada 289.84 hectáreas, árboles talados 35,701, volumen de madera. 31,526.70 metros cúbicos, Bosque de conífera afectado 1.73%, El gorgojo descortezador del pino ha estado presente en los pinares de El Salvador desde años anteriores, en el año 2002 se encontraron brotes aislados en los alrededores del parque Nacional Montecristo y árboles aislados en la parte alta de San Ignacio y La Palma, ocasionando mayor daño en La Montañosa, Chalatenango estimándose un aproximado de 300 manzanas.¹ A finales del 2015 se comenzaron a evidenciar brotes más agresivos en los departamentos de La Unión y Morazán, donde en un muestreo realizado a inicios del 2016 se georreferenciaron ocho brotes con un área de 7.87 manzanas, un solo brote con 3.37 manzanas de árboles en fase III (árboles muertos) en el cantón Monteca de Nueva Esparta, departamento de la Unión (Informe MAG, 2017)

Por medio de la investigación se pretende dar paso a otras investigaciones que se requieran realizar con más profundidad. Dicha investigación se realizaría en el Parque Nacional de Montecristo, Metapán, Santa Ana, El Salvador. Una de las zonas identificadas por el MAG con daños que superan lumbrales económicos por el taque de los descortezadores del pino (*Dendroctonus* spp. e *Ips* spp).

El Salvador cuenta con muchas áreas de reserva naturales las cuales contienen una gran cantidad de coníferas, la mayoría de éstas están arriba de los 750 msnm, donde se pueden encontrar, tanto, zonas en monocultivo como en cultivos asociados por regeneración natural.

El gorgojo descortezador del pino ha estado presente en los pinares de El Salvador desde años anteriores, en el año 2002 se encontraron brotes aislados en los alrededores del parque Nacional Montecristo y árboles aislados en la parte alta de San Ignacio y La Palma, ocasionando mayor daño en La Montañona, Chalatenango estimándose un aproximado de 300 manzanas.¹ A finales del 2015 se comenzaron a evidenciar brotes más agresivos en los departamentos de La Unión y Morazán, donde en un muestreo realizado a inicios del 2016 se georreferenciaron ocho brotes con un área de 7.87 manzanas, un solo brote con 3.37 manzanas de árboles en fase III (árboles muertos) en el cantón Monteca de Nueva Esparta, departamento de la Unión. (Informe MAG, 2017).

Desde años atrás, hasta la actualidad, los factores antrópicos han influido en gran parte con el desequilibrio de estos recursos naturales, debido a la ampliación de la frontera agrícola, específicamente en el cultivo de las coníferas, dicho cultivo ha sufrido diversos acontecimientos, entre los cuales, se pueden mencionar: la tala masiva, quema incontrolada de bosques y un mal manejo agro silvopastoril, además, se puede mencionar factores edafoclimático, tales como la alteración del balance hídrico, reflejado en una mayor recurrencia de las canículas o ausencia de precipitación en los períodos normales de lluvias, lo cual provoca un fuerte estrés hídrico a los cultivos en general, por la falta capacidad de retención de humedad en el suelo, por lo tanto afecta desfavorablemente la ocurrencia de procesos fisiológicos y por ende un mal funcionamiento estomático dentro de los haces vasculares(floema – xilema), lo que ha ocasionado desbalances o variaciones en la dinámica poblacional de los descortezadores del pino, alcanzando niveles tan altos, en donde, el daño es tan perceptible en aspectos ambientales, económicos y sociales, principalmente.

Dichos insectos plaga, han estado presente en el país, pero debido a las diferentes condiciones en las coníferas, se ha incrementado, originando la muerte de muchos árboles de pino a nivel Nacional por el hongo *Ceratocystis nigri*, transmitido por los descortezadores, obstruyendo el floema del árbol, dicha muerte ocurre de forma decreciente.

Existe una relación de simbiosis entre los dos organismos ya que los descortezadores del pino diseminan al árbol las esporas del hongo como vector, Las galerías que realizan al árbol los descortezadores le crea el medio propicio para la germinación de las esporas, el hongo es considerado la causa principal de la muerte del árbol, debido a la rápida deshidratación del xilema y el boque del agua en las traqueidas por las hifas del hongo. Pero el desarrollo de ambas clases de organismo es diferente. (Hernández, 2021)

La importancia de poder identificar cada uno de los Géneros y especies de descortezadores por medio del uso de trampas y sus respectivos atrayentes, ayudará a mejorar el nivel de conocimiento sobre esta plaga, sus hábitos y comportamientos y desde luego un método de control.

La agricultura en términos generales representa un rubro muy importante para la economía y subsistencia de un país, ya que gracias a esta se encontró la solución para el abastecimiento regular de los seres humanos, y con ellos la reducción de la mortalidad de los mismos. Así mismo favorece el desarrollo del comercio contribuyendo a un crecimiento económico del país, por tal razón la agricultura es considerada como una de las actividades económicas sociales y ambientales más esenciales para el ser humano.

Es importante mencionar que la agricultura provee bienes naturales en forma de alimento, o de materias primas para la industria textil; en la actualidad millones de personas se sustentan gracias a la agricultura, tal y como indican los últimos informes elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación en la agricultura.

Es por ello, que se hace necesario conocer e investigar los diferentes factores que pueden afectar el desarrollo de este rubro siendo estos biótico y abióticos que expliquen el desarrollo de brotes epidémicos debido a que esto puede ser una limitante para la expansión de los cultivos, para evitar esto es necesario considerar las condiciones del suelo, calidad y disponibilidad del agua o temperaturas.

El crecimiento económico de El Salvador está relacionado con el desarrollo agrícola, hacer de la agricultura una actividad económica y ambientalmente viable, es imprescindible para el progreso del país.

Cabe mencionar que la producción de madera en el país contribuye al desarrollo agrícola y por ende económico. Los bosques forestales han sufrido una reducción en su capacidad productiva y calidad genética de las especies que la conforman y las posibles causas se asocian con el problema de los incendios y las plagas forestales.

Se han documentado varias plagas de importancia económica para los pinares, una de las plagas más importante es el gorgojo descortezador de los pinos (*Dendroctonus spp*), es un insecto descortezador que ataca varias especies de pino, el efecto de su ataque se da por la obstrucción al paso de nutrientes y agua dentro del árbol influenciado por la temperatura.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Realizar el estudio para la generación de información confiable, en un espacio de tiempo determinado, febrero a julio de 2021, para el análisis del comportamiento demográfico de la plaga, relacionados con los diferentes atrayentes, para la toma de decisiones sobre el manejo y control de descortezadores de pino. Con dicho estudio se estaría aportando una alternativa ambiental, demostrando que el uso de un atrayente determinado puede reducir población, evitando las aplicaciones de plaguicidas, acción biológica de los insecticidas, que hoy por hoy son la fuente de un buen porcentaje de contaminación en el sector agropecuario, social y ambiental. Dichos plaguicidas y la tala son utilizados como único control de la plaga en El Salvador, si bien es cierto existen monitoreos para dar lugar a la colecta de corteza en árboles de pinos, todos aquellos que se observan con daños, para luego examinarlas a nivel de laboratorio, dependiendo de la población encontrada se da lugar a la recomendación de aplicación, insecticidas, pero no hay alternativas precisas y concisas que lleven a bajar poblaciones de descortezadores, misma que pudieran evitar aplicaciones de agroquímicos, en otras palabras acciones preventivas.



Figura 1. Labor realizada por cuadrillas en enero de 2017, informe MAG 2017, PDF, Página nº 15, extraído de file:///C:/Users/Jose%20Cu%C3%A9llar/Downloads/Informe_Final_2017_Gorgojo_Descortezador%20(2).pdf

Aunque la plaga del gorgojo descortezador de pino (*Dendroctonus frontalis*) no es nueva en El Salvador, en 2016 ocurrió un importante rebrote en la zona norte de los departamentos de Morazán y La Unión, cuya zona montañosa está densamente poblada por la especie *Pino Oocarpa*. El 20 de marzo, los técnicos forestales indicaron que se tenían 50 manzanas afectadas.

Brotos de plaga detectados, controlados y registrados en una base de datos hasta el día 31 de octubre de 2017 se han registrado 327 brotes con 335.05 hectáreas (478.64 manzanas) de las cuales con la contratación de 10 cuadrillas (formadas por un motosierrista, tres ayudantes, un supervisor forestal y las brigadas conformadas por técnicos forestales para la zona occidental se han tratado 289.84 hectáreas (414.05 manzanas) (Informe MAG, 2017).

El gorgojo descortezador de pino puede terminar con la vida de un árbol en un mes, comienza hacer orificios en la corteza del pino y crea galerías en el árbol, provocando una coloración amarilla en las acículas, hasta llegar a los 32 días, donde muere.

Especialistas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) manifiestan que la plaga se intensificó en 2016 por las altas temperaturas y sequías prolongadas que disminuyen la robustez, nutrición de los árboles lo cual los vuelve débiles y susceptibles al gorgojo.

El empleo de plaguicidas, insecticidas, ha sido la recomendación para el control o bajar fluctuaciones poblacionales de la plaga como tal, esto por el hecho que no se cuenta con alternativas preventivas por medio de la vigilancia fitosanitaria del MAG.

Con el producto de esta investigación se dispondrá de suficientes elementos de juicio y dará pie a otras investigaciones o esta misma con más profundidad. Por ejemplo, dar lugar al estudio de las dinámicas poblacionales de descortezadores de esta forma determinar los meses en que estos tienden a incrementar. Al ser socializada dicha investigación se creará un mayor nivel de conciencia sobre alternativas que favorecen el sector ambiental, siendo este un pilar importante de la sostenibilidad, así garantizar un efecto positivo en el sector social y económico.

Los beneficiados directos de la investigación se estiman en una población de 223 personas, MAG (23 técnicos de vigilancia fitosanitaria) y personas aledañas a bosques de pino (200). Sin contar los beneficiarios en un futuro, por medio de esta investigación dará paso a otras investigaciones o ser retomada esta misma para profundizarla.

Se estaría brindando una alternativa, ayudando a ser menos vulnerables por la plaga de los descortezadores de pino, bajando poblaciones de dicha plaga, al mismo tiempo permitiría estudiar a profundidad e identificar especies y géneros o enemigos naturales. Se estaría brindando un método preventivo que llevaría a realizar un equilibrio entre la plaga, medio ambiente y factor antrópico.

Importante mencionar que en su momento puede emplearse insecticidas, pero, únicamente como control cuando las fluctuaciones poblaciones o cuando la plaga supere lumbrales económicos. El Salvador aún no cuenta con una investigación fehaciente sobre dicho tema.

En datos preliminares del inventario forestal nacional 2003-2005 el bosque de coníferas representa 0.81% del territorio nacional con un área de 16,753.07 Ha y 22298.95 Ha de bosque mixto (coníferas y otras especies). En base a los datos citados se estima que el daño ocasionado al bosque de coníferas por el gorgojo descortezador a nivel nacional es del 1.73% Las acciones de cortar y dejar, cortar y descortezar, cortar y fumigar realizadas por las 10 cuadrillas contratadas han sido muy efectivas, evitando así la propagación de brotes tratados; hasta fecha 12 de enero de 2017 se han tratado 209 brotes en la zona oriental con un área de 240.21 ha (343.16 manzanas), identificando 59,313 árboles dañados de los cuales se han talado 35,701 árboles, estimado un volumen de 31,526.70 metros cúbicos de madera y 8,551.67 metros cúbicos de leña, haciendo un total de 40,078.37 metros cúbicos, (equivalente a un aproximado de 0.68 metro cubico por árbol)

No.	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO	AREA (Mz.)		No Brote	No. ARBOLES		VOLUMEN (M ³)		
			Bosque	Brote		Total	Derribado	Madera	Lefia	TOTAL
1	Polorós	La Unión	109.05	38.75	27	9506	4073	2527.59	557.15	3084.74
2	Nueva Esparta	La Unión	130.53	55.65	26	7986	4010	7493.95	787.42	8281.37
3	San Simón	Morazán	2.00	3.50	1	1500	321	102.72	100.00	202.72
4	Osicala	Morazán	27.00	27.00	4	4000	814	40.70	0.00	40.70
5	Gualococti	Morazán	6.00	5.00	1	1300	265	0.00	5.00	5.00
6	Corinto	Morazán	186.45	35.00	31	3940	3830	2118.81	2560.76	4679.57
7	Perquín	Morazán	74.50	6.25	5	1553	1553	1227.90	238.98	1466.88
8	San Fernando	Morazán	193.36	20.98	14	2343	2343	1664.46	387.87	2052.33
9	Jocoaitique	Morazán	33.23	5.75	4	1112	1112	848.08	185.75	1033.83
10	Arambala	Morazán	622.12	108.30	73	19252	14530	12614.84	3118.63	15733.47
11	Delicias de concepción	Morazán	4.00	2.00	1	350	35	15.74	6.00	21.74
12	Yoloaiquin	Morazán	22.00	15.00	4	2400	674	265.17	137.95	403.12
13	Torola	Morazán	83.68	14.68	11	2226	1016	1541.00	262.26	1083.26
14	Ciudad Barrios	San Miguel	38.00	5.30	7	1845	1125	1065.74	203.90	1269.64
TOTAL			15,31.92	343.16	209	59,313	35,701	31,526.70	8,551.67	40,078.37

Cuadro 1. Labor realizada por cuadrillas en enero de 2017, informe MAG 2017, PDF, pág. N° 8, file:///C:/Users/Jose%20Cu%C3%A9llar/Downloads/Informe_Final_2017_Gorgojo_Descortezador%20(2).pdf

1.3 OBJETIVOS

A- OBJETIVO GENERAL.

Evaluar el mejor atrayente que permita el control preventivo de los especímenes de los descortezadores del pino (*Dendroctonus spp. e Ips spp*) para establecer un análisis de las poblaciones en el Parque Nacional de Montecristo, Metapán, Santa Ana, El Salvador.

B- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1- Evaluar los atrayentes usados para los descortezadores de pino.

Tratamiento 1 (T_1) = Atrayente Alfa Pineno (Aguarrás)

Tratamiento 2 (T_2) = Testigo Absoluto (sin ningún tipo de atrayente) Tratamiento 3 (T_3) = Atrayente Frontalina + Alfa Pineno

Tratamiento 4 (T_4) = Atrayente aceite de Romero / *Rosmarinus officinalis*)

Tratamiento 5 (T_5) = Atrayente Metanol (Atrayente Brokill/ Broca del café / *Hypothenemus hampei*)

2- Identificar y cuantificar los especímenes capturados de descortezadores del pino.

3- Analizar los resultados, producto de las investigaciones para tomar decisiones sobre posibles métodos de control.

CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 MARCO CONCEPTUAL

✓ **ACCIÓN BIOLÓGICA:** rango de actividad muy amplio contra insectos y ácaros, en todos sus estados de desarrollo, desde huevecillo hasta adulto. Controla también roedores tanto en los almacenes como en el campo.

✓ **ACÍCULA:** Hoja larga, delgada y puntiaguda en forma de aguja, como las hojas en las coníferas.

✓ **AGRICULTURA:** es una actividad que se ocupa de la producción del cultivo del suelo, el desarrollo y recogida de las cosechas, así como también de la explotación de bosques y selvas (silvicultura), la cría y desarrollo de ganado. Es una de las actividades del sector primario de cada nación, siendo el recurso más importante y con el que cuenta el hombre para su subsistencia, pues una porción de los productos agrícolas es consumida de manera directa y otra es proporcionada a la industria para obtención de alimentos derivados, materiales textiles, químicos o manufactureros.

✓ **AGROQUÍMICOS:** sustancia química que utiliza el ser humano con el objetivo de optimizar el rendimiento de una explotación agrícola. Dichos productos suelen utilizarse para luchar contra las plagas que afectan los cultivos y para favorecer un crecimiento más rápido de las plantas.

✓ **ÁRBOL:** es una planta de gran porte, de tronco único leñoso y que se ramifica a cierta altura del suelo. La planta será considerada como árbol si ya en su madurez, su altura, supera los 6 metros de alto y además produce ramas secundarias año tras año, diferenciándose por estas condiciones de los arbustos. Por otra parte, la longevidad resulta ser otra característica propia de este tipo de planta, por ejemplo, algunas especies, tales como las secuoyas gigantes californianas, las cuales pueden superar los 100 m de altura y más de seis mil toneladas de peso.

✓ **ASPECTOS EDAFOCLIMÁTICOS:** Para establecer un cultivo de plantación debemos tomar en cuenta los aspectos edafoclimáticos la cual son los siguientes: Temperatura, precipitación, humedad relativa. suelos, vientos, sombreado.

✓ **ASPECTO SOCIOECONÓMICO:** Se califica como socioeconómico a aquello vinculado a elementos sociales y económicos. Lo social, en tanto, está relacionado con la sociedad (una comunidad de individuos que viven en un mismo territorio compartiendo normas), mientras que lo económico depende de la economía (la administración de bienes escasos para la satisfacción de las necesidades materiales del ser humano).

✓ **ATRAYENTES DE ALIMENTACIÓN:** Los atrayentes de alimentación pocas veces son sustancias nutritivas en sí; más comúnmente son compuestos asociados con ellas de alguna manera, como la fragancia de las flores para los insectos que se alimentan del polen o del néctar, sustancias relacionadas con la descomposición o fermentación de los alimentos, o sustancias que producen respuestas similares sin guardar aparente relación química con los alimentos. Los atrayentes de alimentación pueden obtenerse a base de extractos de la planta, frutas maduras y trituradas, harina de pescado y otras materias igualmente complejas. Las sustancias más simples generalmente son productos de descomposición orgánica, como el amonio, aminos, sulfuros y ácidos grasos. Un atrayente de alimentación para las moscas de la fruta usado comúnmente es la proteína hidrolizada. (Cisneros,1995).

✓ **ATRAYENTES SEXUALES:** Los atrayentes relacionados con la atracción sexual de los insectos son muy poderosos; pueden ser las mismas feromonas sexuales, naturales o sintéticas, o sustancias bio análogas (mímicas) de esas feromonas; es decir sustancias que, teniendo una estructura química diferente, producen reacciones similares a las feromonas sexuales. En la mayoría de los casos las feromonas sexuales son secretadas por las hembras vírgenes y atraen a los machos. Las feromonas son activas en cantidades sumamente pequeñas. En condiciones de laboratorio se han logrado reacciones positivas con concentraciones del orden de una millonésima de gramo de feromona por litro de aire (Shorey y Gastón

1964). Debido a este gran poder de atracción es posible detectar con estas sustancias poblaciones muy bajas de insectos. En cierta forma una limitación en el uso de los atrayentes sexuales es que no se logra atraer a las hembras, que son los individuos que depositan los huevos. (Cisneros,1995)

✓ **BALANCE HÍDRICO:** resulta de la diferencia entre el agua que llega a la superficie por precipitaciones y la que sale por evaporación directa del suelo y transpiración de las plantas. (Thornthwaite, 1948)

✓ **BIOLOGÍA:** ciencia que estudia el origen, la evolución y las características de los seres vivos, así como sus procesos vitales, su comportamiento y su interacción entre sí y con el medio ambiente.

✓ **BOSQUE DE CONÍFERAS:** son **arbustos** y **árboles** con ramas que se presentan en **forma cónica** y frutos que también tienen una estructura de **cono**. (Pérez, 2016)

✓ **CADENA ALIMENTICIA:** es el proceso por el cual se transfieren sustancias nutritivas entre las diferentes especies que integran una biológica. La cadena grafica quién se alimenta de quién en la naturaleza. También denominada cadena trófica, una cadena alimenticia muestra la corriente de nutrientes y energía entre las diversas especies a partir de su alimentación. (Raffino, 2020)

✓ **CALIDAD GENÉTICA:** Consiste en determinar la autenticidad o fidelidad de las semillas de una determinada variedad con respecto a las características de la variedad liberada por el Fitomejorador. La manera de evaluar este tipo de calidad es en base a un catálogo de descripción varietal en el que se describen las características agronómicas, morfológicas, fisiológicas y bioquímicas con las que fue liberada la variedad de interés.

✓ **CAMBIO CLIMATICO:** Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma

a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.
(Cambio climático, 2015)

✓ **CANÍCULA:** La canícula o período canicular se denomina al período de tiempo en el que se alcanza la temperatura más alta del año. Dicha etapa se puede acotar de forma estadística para cada comarca, región o país, aunque de forma general suele tener lugar pocas semanas después del inicio del verano.

✓ **CICLO BIOLÓGICO:** conjunto de fenómenos o cambios que experimenta un organismo (o sucesión lineal de organismos) hasta el punto de partida donde comenzaría una nueva serie de cambios.

✓ **CRECIMIENTO ECONÓMICO:** evolución positiva de las condiciones de vida de un territorio concreto, lo cual, se medirá en función de la renta y de la capacidad productiva, en un periodo determinado.

✓ **CONTAMINACION AMBIENTAL:** Introducción en el medio natural de agentes de tipo físico, químico y biológico, que alteran las condiciones ambientales, provocando efectos dañinos para la salud, el bienestar y la habitabilidad de la vida animal y vegetal en general.

✓ **CONTROL DE PLAGAS:** es la regulación y el manejo de algunas especies referidas como plagas, normalmente por tratarse de especies que afectan la salud de los habitantes, la ecología, la economía, etc.

✓ **CONTROL QUIMICO:** es el control de sus poblaciones o la prevención de su desarrollo mediante el uso de sustancias químicas.

✓ **CORTEZA DE PINO:** es el sector superficial exterior de órganos vegetales y animales. (Pérez,2016)

✓ **CULTIVOS ASOCIADOS:** Los cultivos asociados o "consorciados" son una práctica en agricultura que consiste en la combinación de dos o más especies de plantas en el mismo espacio de suelo o terreno. (Scavone, 2011)

✓ **DIVERSIDAD BIOLÓGICA:** La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este reciente concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.

✓ **DESCORTEZAR:** Quitar la corteza de un árbol o lo que posea una corteza.

✓ **ESPORAS:** Son células que producen ciertos hongos, plantas (musgos, helechos) y bacterias. Las esporas participan en la reproducción. Ciertas bacterias producen esporas como una manera de defenderse. Esporas tienen paredes gruesas. Pueden resistir las altas temperaturas, la humedad y otras condiciones del medioambiente. Las bacterias Clostridium forman esporas. Estas esporas producen bacterias que causan un padecimiento poco común llamado gangrena gaseosa y un tipo de colitis que está asociado con el uso de antibióticos.

✓ **ESTOMAS:** Son poros en la superficie de las plantas, encontrándose mayoritariamente en las hojas y en menor medida en los tallos y otros órganos. Estos poros se rodean por células parenquimatosas especializadas, denominadas células guardia. Las estomas tienen dos funciones principales, en primer lugar, permiten el intercambio gaseoso, dando entrada al dióxido de carbono (CO₂) y liberando el oxígeno (O₂) que respiramos. La segunda función importante, es la regulación del movimiento del agua a través de la transpiración.

✓ **ESTRÉS HIDRICO:** Se habla de estrés hídrico cuando la demanda de agua es más alta que la cantidad disponible durante un periodo determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad.

✓ **ESTROBILOS:** Infrutescencia de los pinos y de otras muchas coníferas, en la que sobre un eje vertical van insertas helicoidalmente las escamas que amparan las semillas.

✓ **FACTORES ANTRÓPICOS:** Son aquellas acciones producidas debido al impacto directo o indirecto de las sociedades humanas.

✓ **FACTOR CLIMÁTICO:** Son aquellos agentes que modifican el comportamiento de los elementos del clima, y de acuerdo a su interacción, a su presencia e intensidad, es que determinan las características particulares de los diferentes tipos de clima que existen en el mundo.

✓ **FRONTERA AGRÍCOLA:** es una zona dedicada a actividades agrícolas, con una dedicación específica de tierras en términos de uso del suelo, frontera con otras tierras, típicamente incluyendo zonas de bosque y otras zonas sin dedicación económica.

✓ **GORGOJO DESCORTEZADOR DEL PINO:** El gorgojo del pino es un insecto descortezador que ataca los pinares. Entre las varias especies de gorgojos del pino en Centroamérica, una de las más destructivas es el *Dendroctonus frontalis*. Los adultos son escarabajos pequeños (miden de 3 mm hasta 4 mm de largo, como la mitad de un grano de arroz). (Flores, 1990)

✓ **HIFAS:** filamento fúngico que se origina a partir de las esporas. Estas estructuras, consisten en una red de células alargadas y cilíndricas envueltas por una pared celular compuesta de quitina. las cuales conforman los cuerpos fructíferos de los hongos macroscópicos (macromicetes) y hongos unicelulares o pluricelulares (microscópicos). El conjunto de estas hifas se denomina micelio.

✓ **INCENDIO FORESTAL:** Corresponde a un fuego que se propaga sin control a través de vegetación rural o urbana y pone en peligro a las personas, los bienes y el medio ambiente. En el mundo, los incendios forestales constituyen la causa más importante de destrucción de bosques. En un incendio forestal no sólo se pierden

árboles y matorrales, sino también casas, animales, fuentes de trabajo e inclusive vidas humanas.

✓ **INSECTICIDA:** son compuestos químicos utilizados para controlar o matar insectos portadores de enfermedades. El origen etimológico de la palabra insecticida deriva del latín y significa literalmente matar insectos (hormigas, cucarachas, mosquitos, moscas, piojos, polillas, escarabajos, pulgas, avispas, termitas, ácaros, caracoles, babosas, pulgones, orugas, trips, moscas blancas, infecciones parasitarias de gusanos, polillas, escarabajos y otras plagas). Los insecticidas están disponibles en muchas formas diferentes, las cuales incluyen polvos humectables, aerosoles, gases, gránulos, soluciones oleosas, concentrados emulsionables, tratamientos de semillas, aerosoles líquidos a base de aceite, concentrado de nebulización, líquidos de ultra bajo volumen y aerosoles de volumen ultra bajo.

✓ **IMPACTO AMBIENTAL:** es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada, en términos simples el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

✓ **LARVA:** Animal en estado de desarrollo, cuando ha abandonado las cubiertas del huevo y es capaz de nutrirse por sí mismo, pero aún no ha adquirido la forma y la organización propia de los adultos de su especie.

✓ **LIMITACIÓN ECOLÓGICA:** Capacidad de los ecosistemas de amortiguar las presiones.

✓ **MATERIA PRIMA:** todos aquellos elementos extraídos directamente de la naturaleza, en su estado puro o relativamente puro, y que posteriormente puede ser transformado, a través del procesamiento industrial, en bienes finales para el consumo, energía o bienes semielaborados que alimenten a su vez otros circuitos industriales secundarios. Son el insumo básico de la cadena industrial, y se deben al sector primario de la cadena productiva.

✓ **MEDIO AMBIENTE:** El medio ambiente es el espacio en el que se desarrolla la vida de los organismos y que permite su interacción. Está conformado por seres vivos (factores bióticos), por elementos sin vida (factores abióticos) y por elementos artificiales creados por el hombre. (Raffino, 2020)

✓ **MONOCULTIVO:** es una plantación normalmente de gran extensión y con el cultivo de una sola especie. (Navarro, 2016)

✓ **SANIDAD VEGETAL:** se entiende por sanidad vegetal asegurarse de que las plantas estén protegidas frente a las enfermedades y las plagas y puedan prosperar de forma sostenible en su hábitat natural. (FAO, 2021)

✓ **SILVICULTURA:** La teoría y práctica de controlar el establecimiento, composición, constitución, crecimiento y desarrollo de los ecosistemas forestales para la continua producción de bienes y servicios. (LGDFS, 2003)

✓ **PINO:** es un concepto que proviene del latín Pinus. Se trata de un árbol que forma parte del conjunto de las coníferas (aquellas especies que tienen semillas con forma de cono) y que, por lo general, tiene un aspecto similar a una pirámide. (Pérez, 2013)

✓ **PLAGA:** En su sentido más amplio, una plaga se define como cualquier especie animal que el hombre considera perjudicial a su persona, a su propiedad o al medio ambiente. (Cisneros, 2004)

✓ **PLAGA ENDEMICA:** Aquella que, por una serie de condiciones favorables del medio, afecta de manera constante y casi ininterrumpida a una zona o región, produciendo daños más o menos intensos, con unos máximos irregularmente distribuidos (la procesionaria en determinadas zonas).

✓ **PLAGUICIDA:** son sustancias químicas utilizadas para controlar, prevenir o destruir las plagas que afectan a las plantaciones agrícolas. La mayoría de estas sustancias son fabricadas por el hombre, por eso son llamados plaguicidas sintéticos. La producción de estas sustancias surge a partir de la Segunda Guerra Mundial, donde

los países industrializados inician la fabricación de plaguicidas con carácter comercial con el fin de aumentar la producción agrícola. Uno de los primeros plaguicidas y más comunes fue el DDT, para combatir las plagas en la agricultura y los mosquitos transmisores de malaria. En la actualidad existen grandes cantidades de marcas de plaguicidas en el mundo.

✓ **PREVENCIÓN:** Se refiere a la preparación con la que se busca evitar, de manera anticipada, un riesgo, un evento desfavorable o un acontecimiento dañoso. Pueden prevenirse enfermedades, accidentes, delitos, etc.

✓ **PRODUCTO BIOLÓGICO:** Sustancia producida con un organismo vivo o sus productos; se usa para prevenir, diagnosticar o tratar el cáncer y otras enfermedades. Entre los productos biológicos se incluyen los anticuerpos, las interleucinas y las vacunas. También se llama medicamento biológico y sustancia biológica.

✓ **TRAMPA:** proviene de la onomatopeya *tramp*. Se trata de un dispositivo, artificio o táctica cuya finalidad es atrapar. (Merino, 2010)

✓ **RECURSOS NATURALES:** Los recursos naturales son los bienes o servicios que proporciona la naturaleza sin la intervención del hombre. Los recursos naturales incluyen a todos los productos animales, vegetales, minerales, aire, temperaturas, vientos, etc. Todos ellos son generados por la misma naturaleza y surgen libremente sin importar si el hombre existe o no.

✓ **REGENERACIÓN NATURAL:** es la recuperación de un bosque, después de sufrir una alteración, en ausencia de la intervención humana. Esta acción resulta en el incremento de la funcionalidad del ecosistema, la complejidad y estructura en la diversidad de especies vegetales y la disponibilidad de un hábitat, entre otros.

✓ **RESERVA FORESTAL:** es un terreno que se encuentra protegido por el Estado, ya que posee gran importancia para la vida silvestre, flora o la fauna del país, al mismo tiempo que ofrece al hombre la oportunidad de realizar investigaciones en pro a la conservación de las especies. El gobierno de la nación en la que ésta se

encuentra, tiene la obligación de velar por el bienestar de la misma, evitando la explotación de sus recursos para cualquier actividad agrícola.

✓ **SEQUÍA:** es una anomalía transitoria que se caracteriza por la escasez temporal de agua, en comparación con el suministro normal, en un período de tiempo dado (una estación, un año, o varios años). La sequía es recurrente del clima y depende del suministro y la demanda de la sociedad y el medio ambiente. Las sequías difieren según la magnitud, duración, intensidad, ecosistemas y actividades del ser humano.

✓ **SEMIOQUÍMICO:** Los semioquímicos son sustancias químicas naturales utilizadas en la comunicación entre organismos vivos. Las feromonas son probablemente el grupo de semioquímicos más conocido, aunque está aumentando el uso de otras sustancias que los organismos vivos utilizan para la comunicación, como son atrayentes alimenticios y kairomonas de plantas huésped.

✓ **VESTIGIO:** El término tiene varios significados y se utiliza para nombrar a los pedazos, los restos o las huellas de alguna cosa, ya sea física o simbólica.

✓ **VIGILANCIA FITOSANITARIA:** Garantiza la condición fitosanitaria y protege las especies vegetales productivas del país por medio de acciones de prevención, control y posible erradicación de plagas de importancia económica y cuarentenaria; además, de velar por la inocuidad de alimentos de origen vegetal, para proteger la salud del consumidor y garantizar las exportaciones, así como asegurar que la producción orgánica cumpla con la normativa vigente nacional e internacional.

✓ **VULNERABILIDAD:** es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre.

2.2 MARCO HISTÓRICO

En El Salvador existen muchas áreas de coníferas (*Pinus sp*) entre ellas áreas de propiedad privada y las protegidas por el gobierno, delegando función al Ministerio de Medio Ambiente de proteger las áreas boscosas, entre ellas puede mencionarse el Parque Nacional de Montecristo, Metapán, Santa Ana, La Laguna de las Ranas, Sonsonate, El Pital, Chalatenango entre otros.

Los pinos tienen una gran importancia tanto social, medio ambiental y económico, “según los forestales estiman que un pino adulto puede originar de ganancia en madera de \$200 a \$ 300”. Hace unos años atrás hasta la actualidad los pinos se han convertido en hospederos de la plaga de los descortezadores del pino (*Dendroctonus spp* e *Ips spp*)

¿Qué es el gorgojo del pino?

El gorgojo del pino es un insecto descortezador que ataca los pinares. Entre las varias especies de gorgojos del pino en Centroamérica. Los adultos son escarabajos pequeños (miden de 3 mm hasta 4 mm de largo, como la mitad de un grano de arroz). (Servicio forestal, 2005)

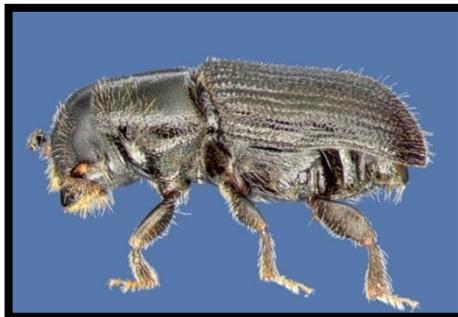


Figura 2. Adulto de *Dendroctonus frontalis*. Fuente: servicio forestal de Texas, 2005, extraída de <https://www.barkbeetles.org/>

El gorgojo del pino es un insecto descortezador que ataca los pinares. Entre las varias especies de gorgojos del pino en Centroamérica, una de las más destructivas es el *Dendroctonus frontalis*. Los adultos son escarabajos pequeños (miden de 3 mm hasta 4 mm de largo). Inician sus ataques en pinos debilitados por rayos, fuegos, alta densidad de rodal u otras causas. En El Salvador los sitios identificados con presencia de plagas se han podido observar, *D. frontalis*, *D. Valens* e *Ips* spp. Sin embargo, existe muchos otros gorgojos del género *Dendroctonus* e *Ips* que aún no ha sido posible su identificación. (Informe MAG, 2017).

El gorgojo descortezador llegó desde Honduras y como su nombre lo indica, ataca directamente la corteza de los árboles, recorre bajo la corteza hasta poner sus huevos y reproducirse, provocando que de la corteza broten grumos frescos de resina y reflejándose la muerte en su parte foliar hasta morir.

Este problema ha puesto en alerta tanto a las poblaciones, propietarios privados y al Gobierno central. (Valle, 2016)

Una vez que tienen más de 30-50 pinos infestados, las infestaciones (brotes) son capaces de crecer rápidamente si no se aplica ningún control. Bajo estas condiciones de plaga, los gorgojos pueden matar hasta pinos sanos en bosques ralos. Las crías del gorgojo (huevos, larvas, pupas y adultos nuevos) se desarrollan dentro de la corteza de pinos infestados, cumpliendo el ciclo de vida en 4 a 6 semanas. Al emerger del árbol, los adultos nuevos vuelan en búsqueda de un hospedante nuevo y solamente sobreviven unos pocos días fuera del árbol. (Billings,2005)



Figura 3. Los estados de desarrollo del gorgojo del pino constan de huevo, larva, pupa y adulto; el ciclo de vida dura de 4 a 5 semanas dentro del árbol y unos pocos días afuera. Extraída de

Según M. Sc. Ricardo Antonio Sandoval Calderón¹, manifiesta que el crecimiento poblacional de la plaga en los últimos años tiene que ver en gran medida con el cambio climático que afecta a todo el territorio Salvadoreño, Surgiendo canículas lo cual lleva a un estrés el árbol del pino debido a la poca agua disponible anexado a ello los malos manejos silvopastoril no ha sido el mejor, originando la presencia de los descortezadores, una vez estos invaden al árbol comienza su ciclo biológico hasta convertirse en adulto y seguir buscando árboles debilitados para su reproducción. Cuando están en la etapa 3 (adultos) el árbol ya está por morir, de esta forma miles de áreas de pinos han sido taladas para evitar la propagación de la plaga en sí.

Descripción de las etapas del ciclo de vida: Los huevos del gorgojo descortezador son blancos, pequeños y difíciles de visualizar. La puesta tiene lugar en huecos individuales (*D. frontalis* e *Ips ssp.*) o agrupados en las paredes de las galerías (*D. terebrans* y *D. valens*). Las larvas son blanquecinas, sin patas y en forma de "C", con una cabeza brillante de color marrón-rojizo. En cuanto a su tamaño, varían en función de la especie y de la fase de desarrollo en que se encuentren. En la fase de reposo (pupa) es blanca, muy suave y similar en tamaño al gorgojo adulto. Los nuevos adultos son de color marrón claro o ámbar, adoptando tonalidades más oscuras, marrón-rojizo o negro, a medida que maduran. Estos nuevos adultos son patiocortos y robustos y varían en tamaño en función de la especie que se trate. La parte trasera del cuerpo en *Dendroctonus* es redondeada, mientras que en *Ips* es cóncava (hacia afuera) presentando entre 4 y 6 espinas a cada lado (4 para *I. avulsus*, 5 para *I. grandicollis* y

6 para *I. calligraphus*), una vez realizado la tala de árboles dañados se procede hacer una fumigación (Insecticida Desis, grupo de los piretroides)

¹ Comunicación personal: M. Sc. Ricardo Antonio Sandoval Calderón, Jefe de la Oficina de Atención y Servicios de Sanidad Vegetal- Región Occidental, Ministerio de Agricultura y Ganadería.



Fotografía 1. Entrevista a Msc. Ing. Ricardo Antonio Sandoval Calderón de la Dirección General de Sanidad Vegetal , Jefe de la Región Occidental, MAG El Salvador, 2021.

A primera vista, el síntoma de que un árbol ha sido atacado por el gorgojo del pino es el descoloramiento del follaje. Las acículas cambian de color verde a color amarillento y luego a rojo o marrón. Al acercarse a un pino infestado, uno puede ver pequeñas acumulaciones de resina o "grumos" en las grietas de la corteza, que indican las entradas de gorgojos padres. Al sacar la corteza de un pino con copa amarillenta o

roja, se encuentran galerías en forma de "S" y llenas de aserrín, indicando ataques del *Dendroctonus frontalis*.

Si las galerías son en forma de "Y" o "H" y vacías de aserrín, éstas señalan ataques por los escarabajos secundarios del género *Ips*. Por lo general, los escarabajos de *Ips* se encuentran en los mismos árboles atacados por el *Dendroctonus frontalis*, ocupando la parte superior del fuste. En el caso de pinos tumbados o trozas, la presencia de aserrín de color café sobre la corteza es otro signo del ataque de *Ips*. Es importante reconocer que los gorgojos del pino del género *Dendroctonus* solamente atacan árboles en pie. En cambio, los de *Ips* prefieren colonizar pinos tumbados o árboles en pie muy debilitados por sequías, resinación severa, fuegos u otras causas y rara vez producen brotes en expansión.

Se han propuesto tres categorías de árboles infestados, las que reflejan las diferentes fases del ataque. El número de árboles en cada una de las fases de desarrollo y dónde se ubican en el brote es la clave para determinar si un brote es activo y crecerá. Es esencial reconocer estas tres fases para determinar correctamente la necesidad de control (Billings et al. 1990).

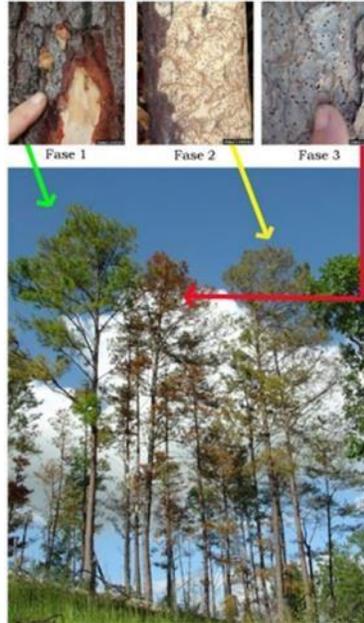


Figura 4. Diferentes fases de daño del comportamiento de la plaga en el cultivo de pino (*Pinus spp*), extraída de <https://www.barkbeetles.org/centralamerica/0605s.html>

Fase 1: Pinos con ataques recientes (dura 5-10 días).

Fase 2: Pinos con crías de *Dendroctonus frontalis* (dura 25-35 días).

Fase 3: Pinos muertos y abandonados por el gorgojo.

Un pino bajo ataque por el *Dendroctonus frontalis* (fase 1) se reconoce por la copa verde y los grumos frescos de resina en la corteza. Un pino infestado con las crías del gorgojo (fase 2) tendrá la copa amarillenta con los grumos más secos y duros. Mientras tanto, un pino muerto y abandonado por los gorgojos (fase 3) se caracteriza por tener la copa roja o marrón con muchos orificios pequeños de salida en la corteza suelta. Un brote del gorgojo en expansión tendrá más de 20 pinos infestados con algunos árboles en cada fase de desarrollo.



Figura 5: Los grumos (tubos de resina) que indican ataques de los gorgojos adultos en el fuste de un pino.



Figura 6: Las galerías en forma de "S" llenas de aserrín caracterizan los ataques del gorgojo del pino *Dendroctonus frontalis*. Es común encontrar las larvas blancas del gorgojo bajo la corteza de los árboles infestados con copas amarillentas (fase 2).



Figura 7: Galerías bajo la corteza de pino en forma de "Y" o "H" que están vacías de aserrín (a) indican ataques de los gorgojos descortezadores del género *Ips*. En este caso, las galerías llenas de aserrín que se extienden de las galerías principales fueron hechas por las larvas de *Ips*.

Figura 8: En pinos tumbados o en trozas, los montones de aserrín de color rojo o café sobre la corteza son otro signo del ataque de los gorgojos secundarios de *Ips*.

¿Cuáles bosques son más susceptible al ataque?

Según su nombre, el gorgojo del pino sólo ataca pinos y no a latifoliados. Entre los pinos que se encuentran en Centroamérica, el *Pinus oocarpa* y el *Pinus caribaea* son los más susceptibles al ataque. Los rodales con mayor susceptibilidad al ataque del gorgojo están caracterizados por una alta densidad, una reducción en el crecimiento radial, debilitados por fuegos u operaciones de resinación (Fig. 9a) y/o ubicados en suelos pobres. Los brotes de *Dendroctonus frontalis* en Centroamérica comúnmente empiezan encima de los cerros y crecen hacia abajo (ver foto en la portada). Las sequías extremas y las inundaciones aumentan la probabilidad de las plagas del gorgojo, especialmente del género *Ips*. (Billings et al. 1990).

Síntoma	Ataque reciente (fase 1)	Cría en desarrollo (fase 2)	Arbol abandonado (fase 3)
Follaje	Verde	Copas verdes con larvas; cambian a amarillentas antes que la cría emerge	Acículas rojas, cayendo de la copa
Grumos de resina	Suaves; blancos, ligeramente rosa	Blancos, endurecidos	Duros, amarillos, se desmoronan fácilmente
Cléridos	Adultos sobre la corteza	Larvas rosas o rojas aprox. 1.5 cm en galerías de <i>D. frontalis</i>	Larvas y pupas moradas; se ven en cámaras en corteza externa
Corteza	Firme, difícil de quitar	Suelta, se desprende fácilmente	Muy suelta, fácil de remover
Color de la madera	Blanca, excepto cerca de galerías	Café claro con secciones azules o negras	Café oscuro a negro
Hoyos de salida	Ningunos	Pocos, asociados con la re-emergencia de adultos atacantes	Numerosos
Aserrín de escarabajos ambrosiales	Ninguno	Blanco, localizado en la base del árbol	Abundante en la base del árbol

Cuadro 2. Síntomas asociados con las diferentes fases de la infestación del árbol por *Dendroctonus spp* y *Ips spp*, extraída de <https://www.barkbeetles.org/spb/index.html>

Métodos más recomendados para el control directo para varias especies de descortezadores de pino.

Especie de descortezador	Métodos recomendados¹	Métodos no recomendados
<i>Dendroctonus frontalis</i> ²	Cortar y aprovechar Cortar y dejar Apilar y quemar Control químico	Cortar y descortezar (sin quemar la corteza)
<i>Dendroctonus mexicanus</i> ²	Cortar y aprovechar Cortar y dejar Apilar y quemar Control químico	Cortar y descortezar (sin quemar la corteza)
<i>Dendroctonus adjunctus</i> ²	Cortar y aprovechar Apilar y quemar Control químico	Cortar y descortezar (sin quemar la corteza) Cortar y dejar
<i>Ips</i> spp.	Cortar y aprovechar Apilar y quemar Cortar y descortezar Control químico	Cortar y dejar

Cuadro 3. Ronald F. Billings, 2018, extraído de <https://www.barkbeetles.org/spb/index.html>.

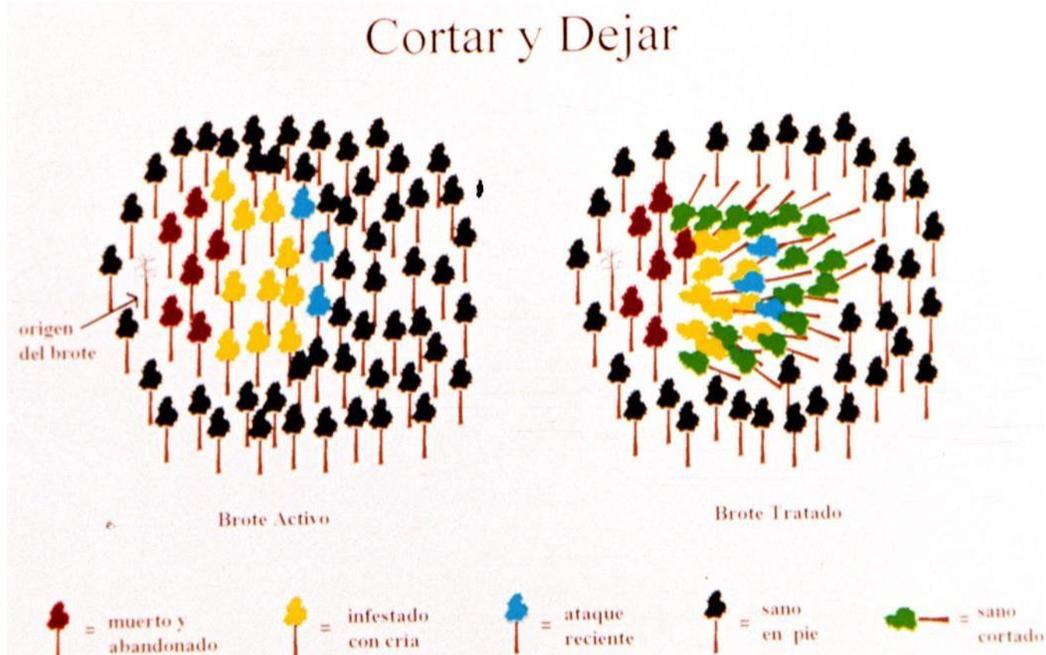
El descortezador *Dendroctonus frontalis* (Coleóptera: Scolytidae) es uno de las plagas más dañinas. Las pérdidas provocadas por éste pueden ser reducidas a través de la aplicación de una o más técnicas de control. Estas incluyen métodos de control directo para tratar árboles individuales e infestaciones (brotes) y métodos indirectos incluyendo el manejo adecuado de un rodal potencialmente susceptible. Este manual describe las cortas de saneamiento actualmente recomendadas para el control directo de *Dendroctonus frontalis*. Estas medidas minimizan las pérdidas de madera durante un período epidémico y pueden ser aplicadas también contra algunas otras especies del género, como el "descortezador mexicano del pino," *Dendroctonus mexicanus* y el "descortezador de las alturas," *Dendroctonus adjunctus*. Además, algunos de estos métodos pueden usarse para controlar brotes de descortezadores del género *Ips*, los

cuales atacan árboles en pie principalmente durante períodos de estrés, como sequía. (Cameron,2018)

Método de Cortar y aprovechar.

El método de cortar y dejar (= derribo y abandono) fue inicialmente recomendado por el Servicio Forestal de Texas para controlar pequeños brotes que no pudiesen ser recuperados. Esta técnica consiste en la corta de árboles infestados y una franja preventiva de árboles no infestados, dejándolos en el bosque. El tratamiento interrumpe el crecimiento del brote y provoca que los escarabajos adultos se dispersen en el bosque sin causar mayores daños. Los brotes deben ser tratados solamente si contienen árboles recién infestados (fase 1). Este método ha sido usado con mucho éxito en los Estados Unidos y en Honduras para controlar brotes de *Dendroctonus frontalis*.

El método de cortar y dejar es práctico, relativamente barato y requiere un mínimo de mano de obra, equipo y entrenamiento. El procedimiento puede ser aplicado inmediatamente después de la detección. La mayor desventaja es que debe cortarse una franja de árboles verdes no infestados alrededor del frente activo de cada brote para asegurar que los árboles recién infestados, que favorecerían la expansión del brote, sean incluidos en el tratamiento. Si la corta de recuperación es considerada rentable en una fecha posterior, los árboles cortados podrían ser recuperados. (Billings, 2018)



Procedimiento cortar y dejar, (Billings, 2018)

Figura 9. El cortar y dejar es un método práctico y simple para controlar brotes de *Dendroctonus spp* y *Ips spp*, extraída de <https://www.barkbeetles.org/spb/indexa.html>.

1. Seleccionar brotes con 10 a 100 árboles infestados. Algunos de los árboles atacados deben mostrar una infestación reciente (fase 1). Los brotes de alta prioridad - aquellos con una proporción alta de árboles con infestación reciente - deben ser tratados primero. Sitios con más de 100 árboles infestados pueden ser tratados con este método si van a ser recuperados después o no hay otro método de control disponible.
2. Marcar y cortar los árboles infestados hacia el centro del brote.
3. Marcar y cortar una franja preventiva de árboles no infestados en forma de herradura alrededor de los árboles infestados (fases 1 y 2). Derribar los árboles hacia el centro del brote. En brotes pequeños, la franja puede encerrar al brote. Sin embargo, la franja no debe ser más ancha que la altura promedio de los árboles en el sitio (una excepción sería en el caso de infestaciones muy grandes).



Fotografía 2. Para aplicar el método de cortar y dejar, marcar y cortar los árboles infestados y una franja preventiva hacia el centro del brote, dejándolos en el sitio. Extraído de <https://www.barkbeetles.org/spb/indexea.html>

Método de control químico,_(Billings, 2018)

Los insecticidas son efectivos para el control de descortezadores de *Dendroctonus* o de *Ips* en árboles aislados o en grupos pequeños. Se dispone de insecticidas registrados para matar los escarabajos en árboles que han sido atacados o para prevenir el ataque en árboles verdes. Aun cuando el control químico es costoso y sujeto a ciertas limitaciones ecológicas, puede ser la mejor alternativa en bosques urbanos o en bosques de alto valor de recreación, así como también en ciertas áreas comerciales cuando otros métodos no son aplicables.

Un propietario puede proteger selectivamente a árboles de alto valor aplicando una aspersión preventiva. Técnicamente, ésta no es una táctica de control directo, sin embargo, previene el ataque y reduce la mortalidad de árboles de uso especial o en situaciones de alto valor. Para los árboles bajos, las brigadas de campo pueden aplicar una aspersión de insecticidas usando un aspersor hidráulico. El tratamiento de árboles más altos requiere generalmente de equipo especial.

Las personas que estén considerando el control químico, deben ponerse en contacto con los servicios forestales locales, las agencias municipales, o la Secretaría o Ministerio de Agricultura, para obtener la información más reciente acerca de los insecticidas registrados y su uso. Siempre deben seguirse las instrucciones del insecticida.

Los siguientes procedimientos se recomiendan para realizar aspersiones con insecticidas:

1. Identificar y marcar todos los árboles infestados (fases 1 y 2). No marque una franja preventiva, ni los árboles abandonados (sin cría) (fase 3).
2. Los árboles que contienen crías en estados avanzados (larvas maduras, pupas y nuevos adultos) deben ser tratados primero.
3. Los árboles infestados deben ser cortados, desramados, y trozados en tamaños manipulables. En áreas grandes, los árboles infestados deben ser cortados en trozas de tamaño adecuado y asperjadas a medida que son cortadas, para asegurar su tratamiento.
4. Deben usarse aspersores de baja presión - hidráulicos para sitios grandes y accesibles, de jardín o de mochila para brotes pequeños e inaccesibles.
5. Para el control químico se aplica insecticidas a las trozas infestadas hasta el punto de goteo, usando aspersores de baja presión.
6. La superficie de la corteza debe ser asperjada completamente hasta el punto de goteo. Para lograr esto, debe ajustarse el aspersor de manera que el chorro sea del mismo tamaño que el diámetro de los árboles tratados cuando es sostenido a 30 cm de la superficie de la corteza. Puede ser necesario que se volteen los troncos más grandes para lograr el cubrimiento total.
7. Los árboles no deben ser asperjados cuando la corteza esté mojada.

8. No deben ser asperjados los árboles abandonados. El asperjar estos árboles no trae utilidad, y, de hecho, mata a los enemigos naturales que están completando su desarrollo en estos árboles. Los tocones de los árboles que han sido cortados no deben ser asperjados.

9. Después de completar el tratamiento, las brigadas terrestres deben revisar el sitio para asegurar que todos los árboles infestados han sido tratados.

10. Debe buscarse los posibles rompimientos durante el siguiente vuelo de detección. Los rompimientos que se encuentren deben tratarse de acuerdo a las necesidades.



Fotografía 3. Para el control químico se aplica insecticidas a las trozas infestadas hasta el punto de goteo, usando aspersores de baja presión. Extraído de <https://www.barkbeetles.org/spb/indexea.html>

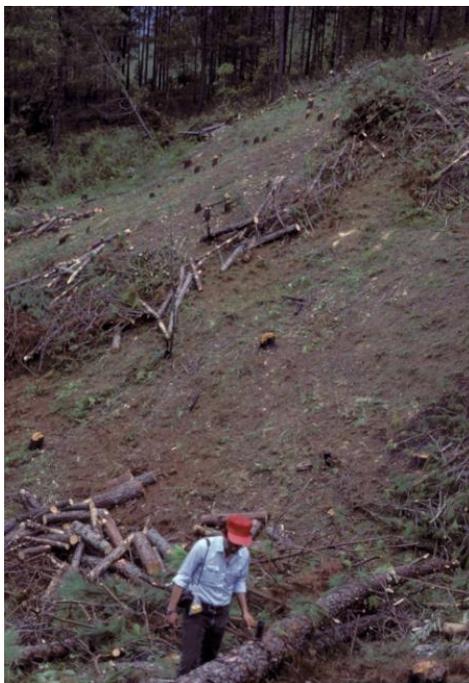
Método de apilar y quemar, (Billings, 2018)

La corta, apile y quema de los árboles infestados es el método más antiguo usado en el control de los descortezadores y es muy efectivo cuando se realiza apropiadamente. Sin embargo, debido a los costos y a las restricciones ecológicas, la práctica ha sido usada muy poco en los últimos años. Toda la corteza debe ser

completamente quemada para lograr el control. Para asegurar control del descortezador, no es necesario el corte, apile y quema de los árboles abandonados. Sin embargo, por razones prácticas, tanto los árboles infestados como los abandonados pueden ser apilados y quemados para limpiar el área y permitir el establecimiento de la regeneración.

La quema puede provocar incendios, de manera que debe ser restringida a períodos de bajo riesgo de incendio. Además, las leyes estatales y federales deben ser tomadas en consideración. Los procedimientos para el apilar y quemar son los siguientes:

1. Identificar y marcar todos los árboles infestados (fases 1 y 2). No marque una franja preventiva, ni aquellos árboles abandonados (fase 3).
2. Cortar desramar y trozar todos los árboles infestados y apilar las trozas y ramas en el centro del área infestada.
3. Quemar las trozas hasta que la corteza esté completamente carbonizada, sobre todo en aquellas especies de corteza gruesa.
4. Es necesario quemar los árboles infestados tan pronto como sea posible (en dos semanas o menos) después de cortarlos, cuidándose de no causar incendios forestales.
5. No quemar si no puede hacerse con alta seguridad o si se promueve la erosión del suelo (áreas de pendiente fuerte).
6. Revisar cuidadosamente el área para asegurar que ningún árbol infestado haya sido olvidado.
7. En la siguiente compañía de detección, buscar los posibles rompimientos y tratarlos de acuerdo a lo requerido.



Fotografía 4. Un brote de descortezadores del pino en el cual se ha aplicado la corta y apile de árboles infestados en preparación para la quema como método de control. Extraído de <https://www.barkbeetles.org/spb/indexa.html>

Método de Cortar y Descortezar, Billings, 2018)

Cortar y descortezar es un método simple y efectivo para controlar pinos infestados con escarabajos descortezadores del género Ips, porque las crías cumplen su desarrollo totalmente entre la corteza y la madera de pinos infestados. En cambio, este método no sirve para controlar infestaciones de Dendroctonus a menos que se quemé la corteza infestada, ya que las crías de Dendroctonus pueden sobrevivir y emerger de la corteza suelta.

Este método se trata de cortar y descortezar los árboles recién atacados y aquellos con crías del escarabajo. El tratamiento sirve para terminar el desarrollo de los estados inmaduros de los escarabajos que se hallan bajo la corteza. Es el método más conveniente para infestaciones de tamaño mediano (de 1 a 20 árboles

infestados) o infestaciones aisladas que no puedan controlarse con el método de cortar y aprovechar.

Se recomiendan estos procedimientos para aplicar el método de cortar y descortezar:

1. Identificar y marcar, con cinta plástica, pintura o machete, todos los pinos en la primera fase de ataque (con copa verde y tubos de resina fresca sobre la corteza) y los de la segunda fase (pinos con copa de color amarillo o rojo con crías de Ips bajo la corteza).

2. Cortar todos los árboles marcados, usando motosierra o hacha.

3. No se deben cortar árboles de la tercera fase (aquellos abandonados por los escarabajos; los cuales tienen copas de color marrón o sin follaje; estos se deben dejar en pie para la crianza de insectos benéficos, los depredadores y parásitos.

4. Usando machete o hacha, descortezar inmediatamente los árboles tumbados, dejando la corteza en un sitio a pleno sol para que mueran las crías del escarabajo. Solo en el caso de Ips, no es necesario quemar la corteza.

5. Volver al lugar controlado después de 2-3 semanas para asegurarse que el control tuvo éxito. Si se encuentran reinfestaciones dentro del área, éstas se deben controlar usando el mismo método.

6. Para infestaciones de Ips árboles no muy grandes, se pueden amontonar todos los árboles derribados y quemarlos. Se usa este método siempre que sea más fácil y práctico que el de cortar y descortezar.

Los descortezadores en pinos, son plagas endémicas en bosques de coníferas en climas tropicales y subtropicales de todo el mundo.

Los brotes se manifiestan según el manejo, fenómenos naturales, clima o incendios, que debilitan los árboles, siendo presa fácil para las plagas especialmente descortezadores de la familia Scolytidae y otros. Uno de los problemas principales es

el rompimiento de la biodiversidad, sustituyéndolas por monocultivos, favoreciendo los aparecimientos de las plagas.

2.3 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ACTIVIDADES

El trabajo comienza con la identificación de las zonas boscosas donde se han reportado ataques de los descortezadores del pino o a través de la vigilancia fitosanitaria teniendo presente la sintomatología de los cultivos de coníferas (*Pinus sp*). Logrando dos aspectos importantes con ello, uno la identificación de las especies de los pinos, en El Salvador se han identificado las especies *Pinus caribea* de los 500 msnm hasta los 800 msnm y *Pinus oocarpa* desde los 800 msnm hasta los 1,200 msnm, dos estimar el nivel de la población de árboles muertos de *Pinus sp*, según especie de árboles.

La fase de campo

se realiza en las zonas más afectadas por la plaga de los descortezadores del pino, en El Salvador, se realizará en la zona Occidental, Parque Nacional de Montecristo, Metapán, Santa Ana lugar donde se instalarán trampas tipo led green con los atrayentes Frontalina + Alfa Pineno, Atrayente Alfa Pineno (Aceite de Romero / *Rosmarinus officinalis*), Atrayente Metanol (Atrayente Brokill/ Broca del café / *Hyphotenemus hampei*) Los sitios idóneos para el establecimiento del monitoreo deben presentar bosques con árboles de pino recientemente infestados, sitios que hayan recibido saneamiento en años anteriores o que hayan sufrido un incendio. En dichos sitios se pueden observar árboles con follaje amarillento o rojizo, árboles muertos y árboles con grumos de resina, con galerías presentes debajo de la corteza. Es muy importante tratar de ubicar el monitoreo en puntos en donde exista un responsable de cuidar y mantener las trampas. La transferencia de conocimiento, dirigida a los guardas recursos, es clave para la seguridad de las trampas, tratamientos y finalmente los resultados del monitoreo que existirán. Se prevé significativamente realizar charlas someras sobre el objetivo del monitoreo y la función que tienen las trampas y lo que contienen. Para la colocación se tendrá en cuenta la biología de la

plaga del descortezador del pino, esta aumenta en el tiempo de verano, pinares que han sido afectados por incendios o en canículas, posteriormente se realizarán las colectas de campo en cada vigilancia fitosanitaria realizada, una vez cada mes por un período de cinco meses, febrero a junio de 2021. Si se desea, es posible utilizar este sistema de monitoreo para conocer las fluctuaciones poblacionales de los descortezadores a lo largo del año y para ello recomendamos realizarlo en tres periodos anuales, siendo el primero de febrero a mayo, el segundo de Julio a octubre y el tercero en diciembre. Con el afán de optimizar al máximo los recursos con que se cuentan, ya que los costos de las feromonas y las trampas no son bajos.

Colocación de trampas:

Fase de laboratorio

Se llevarán los especímenes extraídos de las trampas, debidamente identificados según el sitio de muestreo, al laboratorio de Sanidad Vegetal de Santa Ana, perteneciente al Ministerio de Agricultura y Ganadería, con la finalidad de constatar los géneros de descortezadores del pino (*Dendroctonus spp. e Ips spp*)

Fase de gabinete

Tomando en cuenta los diagnósticos generados por el laboratorio en donde se analizará la información como la interpretación, para ser más fehacientes se desarrollará a través de un método estadístico para obtener cuál de los atrayentes implementados tiene más significancia con los descortezadores del pino (*Dendroctonus spp e Ips spp*)

Un diseño experimental se implementará para la evaluación del mejor atrayente respecto a los descortezadores del pino. El fundamento del diseño experimental se establece con: Grados de libertad, Coeficiente de Variación, Comparación de medias/ Duncan y Probabilidad / 0.05 -0.01.

RECURSOS

Todos los recursos fueron brindados por la Dirección General de Sanidad Vegetal, Oficina de Atención y Servicios de Sanidad Vegetal, Región Occidental. Dicha Oficina tenía en disposición el material, ya que el tipo de trampa y atrayentes no son de libre venta en su mayoría, actualmente el Ministerio de Agricultura y Ganadería para la adquisición de trampas y los atrayentes que utilizan en los diferentes monitoreos fitosanitarios, son importadas por medio de una empresa adjudicada. Lo anterior es válido mencionar porque no se detallan precios del costo por producto, debido que la información no se disponía.

RECURSOS			
Trampas (Multiembudo)	Cámara Fotográfica	Marcador permanente	Hojas de registro
Frasco Vial	GPS	Viñetas	Bitácora de campo
Bolsas ziploc	Atrayentes	Tabla de campo	Hielera
Machete	Equipo de laboratorio	Engrapadora y grapasa	Cinta Amarilla
Alcohol 70 %	Alambre galvanizado # 20	Recipientes para atrayentes	Atrayentes

Cuadro 4. Materiales requeridos

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 HIPÓTESIS

1. Hipótesis Nula:

Hipótesis Nula (HN0): Que ninguno de los atrayentes utilizados en las trampas, sean efectivos en la captura de especímenes de descortezadores del pino.

2. Hipótesis Alterna:

Hipótesis Alterna (HA1): Que al menos uno de los atrayentes utilizados en las trampas, sea efectivo en la captura de especímenes de descortezadores de pino.

3.2 METODOLOGÍA APLICADA

Con el propósito de realizar un trabajo a nivel de campo que fuera preciso, confiable, pertinente, aplicable y referente del contexto nacional; se consideró tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Procedimiento.

I. Selección de sitios de acuerdo a características o condiciones similares.

Lugar:

Parque Nacional Montecristo.

Guarda Recurso asignado:

Reynaldo Eléximo Martínez.

Ubicación.

Departamento: Santa Ana.

Municipio: Metapán.

Tratamientos:

Un diseño experimental se implementó para la evaluación del mejor atrayente respecto a los descortezadores del pino. El fundamento del diseño experimental se establece con: Grados de libertad, Coeficiente de Variación, Comparación de medias/ Duncan y Probabilidad / 0.05 -0.01.

Tratamiento 1 (T_1) = Atrayente Alfa Pineno (Aguarrás)

Tratamiento 2 (T_2) = Testigo Absoluto (sin ningún tipo de atrayente)

Tratamiento 3 (T_3) = Atrayente Frontalina + Alfa Pineno

Tratamiento 4 (T_4) = Atrayente aceite de Romero / Rosmarinus officinalis)

Tratamiento 5 (T_5) = Atrayente Metanol (Atrayente Brokill/ Broca del café / Hyphotenemus hampei)

Comprobando estadísticamente el atrayente de la Frontalina + Alfa Pineno (Aguarrás) colocado en la trampa tipo embudo en la zona Occidental para la identificación de los gorgojos descortezadores del pino.

Tipo de vegetación del sitio de muestreo: bosque mixto seco, especies vegetales predominante son Pino (***Pinus oocarpa***) en asociación con robles (***Quercus ocata, hondurensis***).

En relación a la fauna se han tenido avistamientos frecuentes de venados cola blanca (***Odocoileus virginianus***).

Coordenadas:

P1 / coordenadas			P2 / coordenadas			P3 / coordenadas			P4 / coordenadas			P5 / coordenadas		
Longitud	Latitud	msnm	Longitud	Latitud	msnm									
239213	1588660	745	240030	1589237	842	240039	1589246	844	242280	1591395	1,275	242262	1591910	1,479

Cuadro 5. Coordenadas de los bosques para investigación

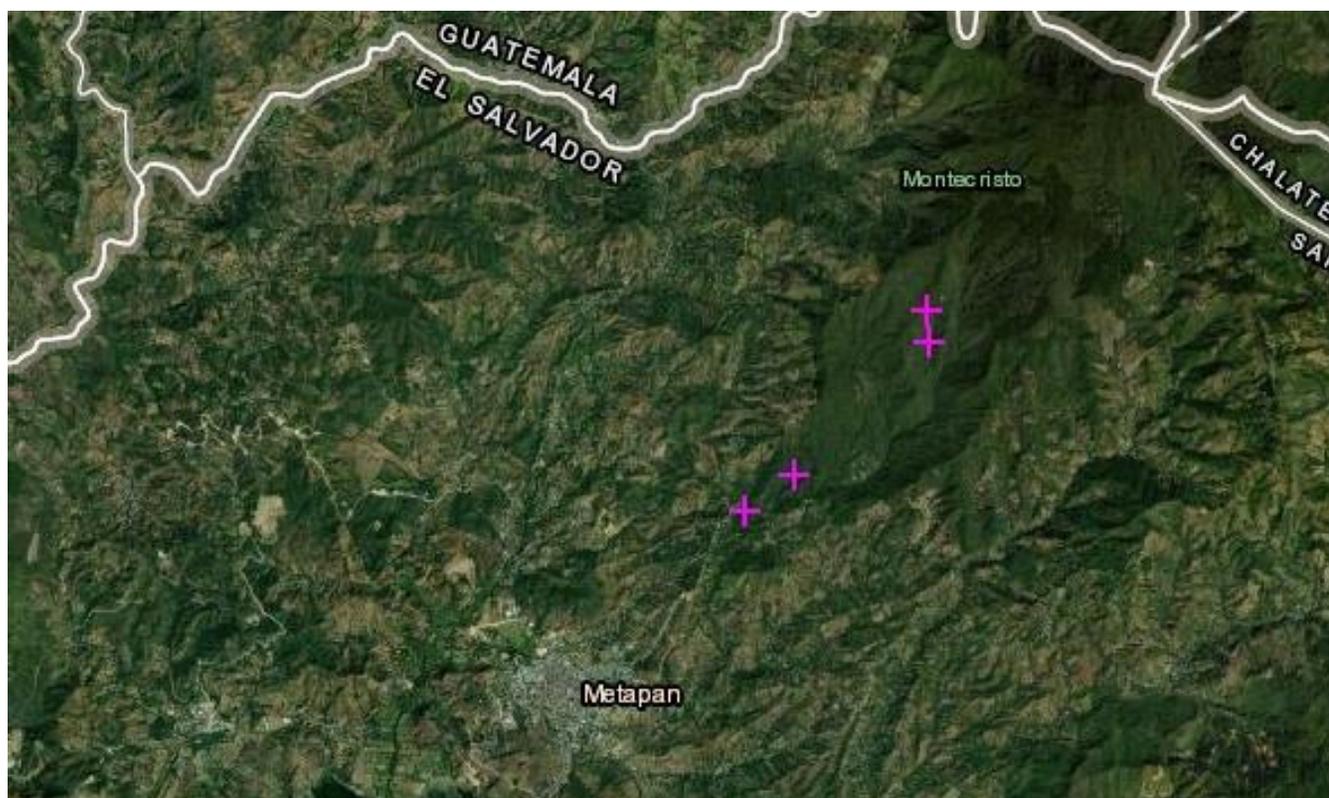


Figura 10. Ubicación en el mapa de bosques usados para la investigación

El tipo de vegetación de los puntos, es muy importante debido a que no se tiene que perder de vista la muestra de investigación, es por ello que los cinco puntos seleccionados, son de predominancia de árboles forestales en zona montañosa, propensa a verse afectadas ante canículas, incendios u otros acontecimientos climáticos, los cuales los vuelve vulnerable ante la plaga de los descortezadores del pino.

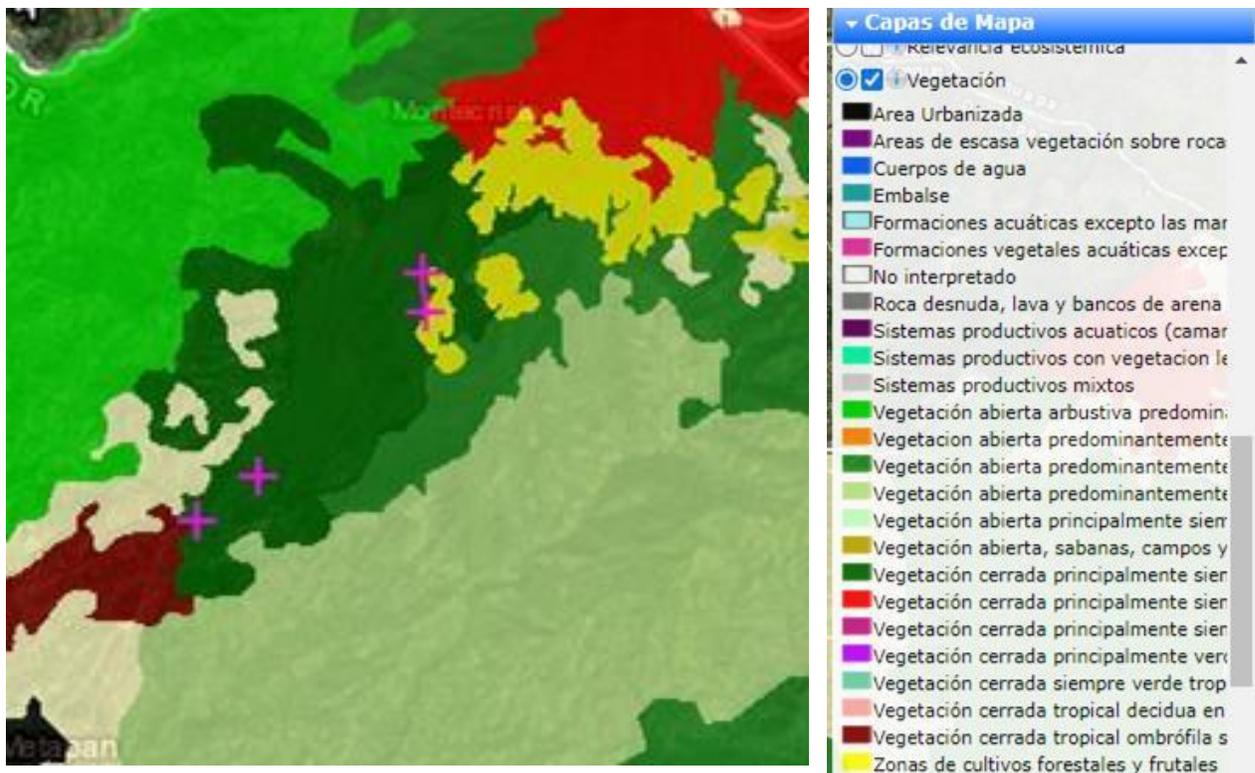


Figura 11. Vegetación de puntos seleccionados para investigación, extraída de programa VIGEA, Ministerio de Medio Ambiente.

El Parque Nacional Montecristo está ubicado en el municipio de Metapán, departamento de Santa Ana, El Salvador. Tiene una extensión de 1973 hectáreas de bosque nebuloso y es parte de la Reserva de la biosfera Trifinio. Fue la primera área protegida declarada de este país.

El parque contiene árboles de hasta 30 metros de altura, entre ellos cipreses, robles y pinos; y fauna propia del lugar como la musaraña negra, la ardilla, puercoespín, y venado de cola blanca. Otro de sus atractivos es el Jardín de los Cien Años con una exhibición de orquídeas. Además, en cierta época habitan unas 275 especies de aves endémicas.³ Existen tres importantes cerros en el lugar: Montecristo (2418 msnm), Miramundo (2394 msnm) y El Brujo (2140 msnm). Las temperaturas rondan entre los 6 °C y 18 °C.

II. Instalación de trampas y atrayentes.

Las trampas a utilizar se recomiendan sean trampas multiembudos en presentaciones



Fotografía 5. Colocación de trampa.

de 8 y 12 embudos y son las trampas que comúnmente se usan en estas actividades, sin embargo, otro tipo de trampas de intercepción también pueden ser usadas, siempre y cuando todas las utilizadas sean iguales. Si usa otro tipo de trampas seguramente también capturara los insectos objetivo, solo que la eficiencia de captura variara mucho dependiendo sobre todo de la superficie de intercepción.

Las trampas nunca deben de ser colgadas en ramas pinos vivos o incluso de cualquier otra conífera viva. Cada trampa puede ser colgada de un poste metálico o colgadas de árboles o arbustos latifoliados. Así mismo, es

importante que la distancia entre la trampa y un árbol de pino sea mayor a 10 m. En bosques con únicamente arbolado de pino y con escaso arbolado muerto, se pueden tender cuerdas de un árbol a otro y colgar entre ellos las trampas.

Es válido colgarlas en árboles muertos de pino o cualquier otra especie. La altura de la trampa será tal, que el vaso colector de la trampa distendida quede a una altura mínima aproximada de medio metro del piso. Es necesario que las trampas estén libres, es decir no quedar bloqueadas o en contra de arbustos y malezas. Se debe asegurar que las trampas permanezcan en su sitio, bien afianzadas por medio del alambre ubicado en la parte superior de las mismas, de tal manera que no se caigan.

Los vasos colectores pueden ser de dos tipos, uno con una coladera o pascón en el fondo y otros totalmente sellados. Si la localidad en donde está colectando es muy lluviosa, es recomendable use vasos con coladera (o usted mismo perfórelo con un alfiler en varias partes de su base, así como otra pequeña sección justamente debajo de la boca del vaso, así ambas áreas drenaran el exceso de agua) y de esa manera no perderá sus colectas al rebasarse el vaso con el agua acumulada. Finalmente, es muy importante que todos los embudos estén bien desplegados y hasta el último colocar el vaso colector. Este está diseñado para colocarse como si fuera una tapa con rosca, es decir, se debe colocar en las entradas del último embudo y girar hasta el tope. Es necesario asegurarse de que el vaso este bien colocado.

Absolutamente todos atrayentes son volátiles y constantemente se están liberando, aún dentro de sus bolsas empaquetadas de origen. Por ello si no usan los cebos/atrayentes, estos deberán mantenerse en sus bolsas originales o bien del po ziploc y guardados siempre dentro de un CONGELADOR (temperaturas menores a menos 2 °C), del cual los retirara únicamente cuando los vaya a usar. Alternativamente y sobre todo si requiere usar grandes cantidades de Semioquímicos, trate de negociar con su proveedor para que le vaya proporcionando únicamente las cantidades que necesita y así solo pagar un solo precio.

Dependiendo de la especie de descortezador objetivo, será el tipo de dispositivo de liberación y el número de componentes que lo constituyan. Los dispositivos se

empacan varios dentro de bolsas de aluminio o de nylon grueso perfectamente etiquetadas con el nombre de la compañía, el número de lote y el nombre del cebo. Siempre guarde una de estas etiquetas para que sepa que Semioquímicos o atrayentes está utilizando, y todavía más importante, que sea el que usted siempre adquiera y de esa manera poder comparar sus resultados.

III. Colecta de especímenes:

Antes de coleccionar sus insectos, revise con cuidado que cada una de sus trampas siga



Fotografía 6. Colecta de muestra.

firmemente colocada, confirme que el vaso colector está en su lugar y que él o las feromonas/atrayentes siguen colocados, intactos, en el embudo. De encontrar anomalías (trampa rada, vaso removido o feromonas/atrayentes roto o perdido) corrijalas para que esa trampa sea útil nuevamente y anote qué trampas presentaron este tipo de problemas para su correcta interpretación durante el análisis de las capturas.

Recomendamos coleccionar los insectos y mantenerlos en bolsas tipo ziploc y que previo a salir al campo estas sean etiquetadas con

los datos de fecha de colecta. Las bolsas tipo ziploc presentan una tira para cerrar la bolsa herméticamente (razón por la cual recomendamos estas bolsas). No olvide utilizar marcadores permanentes o mejor aún etiquetas de papel con los datos escritos con lápiz dentro de cada bolsa. Para facilitar el vaciado del contenido de insectos del vaso a la bolsa, recomendamos lo siguiente: a) si es una muestra seca se puede ayudar de una espátula de silicón (como las que se usan en cocina), para asegurarse de que todo el contenido del vaso quede en las bolsas; b) si es una muestra líquida (alcohol como agente letal y conservador), ayúdese de una coladera para drenar el contenido y utilice la espátula de silicón para pasar los insectos a la bolsa de plástico.

Una vez colado el líquido, puede retornarse al vaso para usarse de nuevo y de ser necesario agregar más.



Fotografía 7. Recolección de muestras.

Una vez que ya ha colocado la etiqueta correspondiente en el interior de esta bolsa, esta debe quedar bien cerrada para evitar pérdida de material. Una vez vaciados los insectos en las bolsas, coloque el vaso colector en la trampa y no olvide regresar el agua jabonosa dentro del mismo. Asegúrese que el vaso este bien puesto, pues de ello depende de que cada una de las trampas funcione adecuadamente hasta la próxima vez que usted regrese a esa trampa.

Una vez terminada la colecta de todas las trampas, se colocan las bolsas con insectos en un congelador para conservar los insectos lo mejor posible hasta que sean procesados.

Es muy importante que los insectos sean procesados lo más pronto posible (no más allá de 5 días de haber realizado la colecta), no solo para evitar malos olores, sino para evitar el deterioro del material y que esto pudiera dificultar su identificación, perdiendo el trabajo y recursos invertido en todo el proceso. Una forma de detener un poco la descomposición de los insectos es poner una pequeña cantidad de alcohol al 70 %, más debe checar si este no borra la escritura hecha con el marcador utilizado. Es importante recalcar que los insectos, en sus bolsas, deben estar preferentemente congelados ya que es la mejor manera de conservarlos en buen estado para su identificación posterior.

Para esta parte del monitoreo se requiere tiempo y paciencia. Aquí es donde se hace el registro histórico de la población de descortezadores y de depredadores y en donde se requiere contar cada uno de los pequeños insectos atrapados. Por la importancia de esta actividad volvemos a insistir en prever el personal, los espacios y el material



Fotografía 8. Recolección de muestras.

necesario para efectuarla. No es recomendable utilizar frascos con alcohol antes de la separación en grupos de los insectos, ya que existe mucha basura en las muestras y al tratar de eliminarla, se corre el riesgo de eliminar también insectos que posiblemente sean importantes.

En primer lugar, los descortezadores y depredadores tienen un tamaño milimétrico y que a simple vista no se distinguen o simplemente se confunden con la basura. En segundo lugar, el

alcohol puede escaparse de los frascos provocando que la etiqueta del frasco o de la bolsa se borre y esto representaría la pérdida total de la colecta.

El proceso comienza con sacar las bolsas del refrigerador (sacar únicamente las que se procesaran ese día). El contenido de cada bolsa es depositado sobre una charola amplia y de color claro. Una charola por bolsa, nunca vacíe dos o más bolsas en una charola, no importa que tan amplia sea esta. Si es posible, incluso etiquete la charola para saber siempre de donde proviene el material que la contiene. Procure extraer todo el contenido de la bolsa, si es necesario utilice una pisseta con agua (frasco lavador) para remover todo el material presente.

Posteriormente con unas pinzas entomológicas se realiza la inspección y separación en grupos de todos los insectos capturados. Como podrá constatar, la diversidad de insectos que serán atrapados en los vasos colectores es muy amplia y definitivamente muchos de ellos no son de interés para el monitoreo, así mismo no todos los insectos capturados son descortezadores o sus depredadores.

Los insectos que frecuentemente se capturan y los que se registran en la base de datos son UNICAMENTE los descortezadores objetivo y sus depredadores. Usando

atrayerentes en lugar de semioquímicos, es aún más importante el coleccionar todos los ejemplares de descortezadores (*Dendroctonus*, *Ips*, etc.) y proceder a edificarlos taxonómicamente.

El número de ejemplares de cada especie de interés se registra, de cada una de las bolsas, se reúnen todos estos individuos, ya contabilizados y se depositan en frascos con alcohol al 70%. Se cierra muy bien el frasco y se coloca una etiqueta con los datos del sitio. Se recomienda utilizar frascos herméticos que eviten que el alcohol se evapore a largo plazo y así preservar su valor.

Es importante recalcar aquí lo siguiente. Aquellos insectos no objetivo que sean atrapados en las trampas pueden ser de interés. Sobre todo, los depredadores de descortezadores y varios asociados como barrenadores de madera (*Cerambycidae* y *Buprestidae*). Por lo que, de ser posible, se deben conservar de la misma manera que los insectos objetivo, debidamente etiquetados y en frascos con alcohol. Si usted realiza este esfuerzo, recomendamos contactar a algún especialista (ver Anexo 3) para que ellos reciban este material y procedan a utilizarlo adecuadamente o bien para que le den instrucciones expresas para su identificación o en su defecto el cómo enviarle las muestras. Esto requiere de un esfuerzo considerable pues para que todo este material sea útil deberá ser separado, clasificado y etiquetado adecuadamente.

IV. Fase de laboratorio:

Se llevarán los especímenes extraídos de las trampas, debidamente identificados según el sitio de muestreo, al laboratorio de Sanidad Vegetal de Santa Ana, perteneciente al Ministerio de Agricultura y Ganadería, con la finalidad de constatar los géneros de descortezadores del pino (*Dendroctonus spp.* e *Ips spp.*). Colocando la respuesta en un cuadro de Excel para llevar la trazabilidad de los resultados provenientes de los cinco ingresos realizados a dicho laboratorio. Un punto de mucha importancia es contar con profesionales idóneos en el tema, precisamente a nivel de laboratorio, para la identificación taxonómica de cada espécimen, garantizando la fehaciencia de la investigación, a continuación, se muestra el cuadro con resultados brindados.

TRATAMIENTO	TRAMPA N°	COORDENADA			MES DE MONITOREO	TOTAL ESPECIMENS COLECTADOS POR TRAMPA	Resultados Laboratorio			TOTAL DE ESPECIMENS POR TRATAMIENTO
		LONGITUD	LATITUD	MSNM			D. frontalis	lps spp	OTROS ESPECIMENS	
1 Atrayente Alfa Pineno (Aguarrás)	1	239213	1588660	745	FEBRERO	8	1	5	2	31
	2					2	0	2	0	
	3					9	2	6	1	
	4					10	2	4	4	
	5					2	0	0	2	
2 Testigo Absoluto (sin	6	240030	1589237	842	MARZO	5	0	0	5	28
	7					9	0	1	8	

ningún tipo de atrayente)	8					2	0	0	2	
	9					3	0	1	2	
	10					9	0	0	9	
3 Atrayente Frontalina + Alfa Pineno	11	240039	1589246	844	ABRIL	7	0	0	7	33
	12					8	0	1	7	
	13					3	0	3	0	
	14					7	1	0	6	
	15					8	0	1	7	
4 Atrayente aceite de Romero / Rosmarinus officinalis)	16	242280	1591395	1,275	MAYO	4	0	1	3	20
	17					2	0	2	0	
	18					8	0	5	3	

	19					4	0	0	4	
	20					2	0	0	2	
5 Atrayente Brokill/ Broca del café / Hyphotenemus hampei)	21	242262	1591910	1,479	JUNIO	6	0	1	5	25
	22					5	0	0	5	
	23					7	0	4	3	
	24					2	1	0	1	
	25					5	0	0	5	

Cuadro 6. Resultados de laboratorio.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				
	1	2	3	4	5
1	8	2	9	10	2
2	5	9	2	3	9
3	7	8	3	7	8
4	4	2	8	4	2
5	6	5	7	2	5

Figura 12. Especímenes encontrados, trampa.

Figura 13. Media de la media por tratamiento.

TRATAMIENTO	REPETICIONES					X_i	\bar{X}_i
	1	2	3	4	5		
1	8	2	9	10	2	31	6
2	5	9	2	3	9	28	6
3	7	8	3	7	8	33	7
4	4	2	8	4	2	20	4
5	6	5	7	2	5	25	5
Σ						137	28

\bar{X}_i = promedio de cada tratamiento
 Ej. = $31 / 5 = 6$

$\bar{\bar{X}}$ = media de la media
 Ej. = $28 / 5 = 6$

Obteniendo el factor de corrección

$$FC = \frac{\sum X_i^2}{a \cdot n}$$

- **a = número de tratamientos**
- **n = número de repeticiones.**

$$FC = \frac{137}{5 \cdot 5}$$

$$FC = \frac{137}{25}$$

$$FC = 27$$

Figura 14. Factor de corrección.

Suma de cuadrados por tratamiento.

- *formula: $SCTR = \frac{\sum X^2 (\text{SUMATORIA DE CADA TRATAMIENTO})}{n (\text{número de repeticiones})} - FC$*
- **$SCTR = (31)^2 + (28)^2 + (33)^2 + (20)^2 + (25)^2 - 27$**
- **$SCTR = 961 + 784 + 1,089 + 400 + 625 - 27$**
- **$SCTR = 3,859 - 27$**
- **$SCTR = 3,832 / 5$**
- **$SCTR = 766$**

Figura 15. Suma de cuadrados por tratamiento. Fuente: Trabajo de Graduación.

Suma de cuadrados totales

- *formula: $SCT = \frac{\sum X^2 ij (\text{dato de cada tratamiento elevado al cuadrado}) - FC}{n}$*
- **$SCT = (8)^2 + (2)^2 + (9)^2 \dots \dots \dots (2)^2 + (5)^2 - 27$**
- **$SCT = 931 - 27$**
- **$SCT = 904$**

Figura 16. Suma cuadrados totales. Fuente: Trabajo de Graduación.

Suma de cuadrado del error.

- *formula: $SCT = \frac{SCT - (SCTR + SCBL)}{}$*
- **SCT = 904 – 766**
- **SCT = 138**

Figura 17. Suma de cuadrado del error. Fuente: Trabajo de graduación

FUENTE DE VARIACIÓN	GL (grados de libertad)	SC (suma de los cuadrados)	CM (coeficiente medio)	Fc (F calculada)	Ft (F tabla) 0.05-0.01
Tratamiento a- 1 5-1 =	4	766	192	27 (**)	2.86 – 4.43
Error a (n-1) 5 (5-1) 5*4 =	20	138	7		
Total (a.n-1) (5*5-1) 25-1=	24	904	38		

Cuadro 7. Cuadro de Varianza.

Si $F_c >$ que $F_{0.05}$ y $F_{0.01}$ = es altamente significativo ()**

Por lo cual podemos concluir que en las zonas monitoreadas debido al descortezador del pino (*Dendroctonus frontalis e Ips spp.*) ubicadas en el Parque Nacional de Montecristo, Metapán, Santa Ana, El Salvador, El tratamiento altamente significativo es el número tres, "Atrayente Frontalina + Alfa Pineno" recomendado para utilizar en trampas tipo multi embudo, con el objetivo de bajar población.

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

En la investigación de los descortezadores de pino (*Dendroctonus spp e Ips spp*) en cuanto a la identificación de especímenes tanto del género *Dendroctonus spp e Ips spp* como la evaluación de atrayentes (Frontalina + Alfa Pineno (Aguarrás), Atrayente Alfa Pineno (Aceite de Romero / Rosmarinus officinalis), Atrayente Metanol (Atrayente Brokill/ Broca del café / *Hyphotenemus hampei*), según Ricardo Antonio Sandoval Calderón¹ relata que desde el año 2008 se habla de los atrayentes pero que nadie en el país había realizado una investigación, hasta hoy, con el grupo de técnicos de la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) se realizaron investigaciones en campo y luego pasando a la fase de gabinete para analizar y tabular los datos obtenidos por los laboratoristas, se puede decir que el atrayente con mayor repuesta en el campo es el de la Frontalina + Alfa Pineno, Frontalina es un atrayente proveniente de *Dendroctonus frontalis* y el alfa pineno es un atrayente derivado de los pino, Dando como resultado positivo en los géneros (*Dendroctonus spp e Ips spp*), es muy importante mencionar que estos dos atrayentes también atraen a algunos enemigos naturales de los descortezadores del pino como las *Temnochilla sp*, Además se ha observado que en la especie de *Pinus oocarpa* y *Pinus caribea* son las más atacadas por los descortezadores del pino (*Dendroctonus spp e Ips spp*)

Los atrayentes colocados en trampas tipo embudo tienen la función de bajar poblaciones de los descortezadores del pino, evitando ser de riesgo para el cultivo, volviéndose un método efectivo de control, además es una excelente forma para poder desarrollar investigaciones en los descortezadores del pino a través de trampas.

CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se concluye que el mejor atrayente evaluado es la Frontalina + Alfa Pineno (Aguarrás).
- Se concluye que los especímenes encontrados en las trampas fueron de los géneros *Dendroctonus spp* e *Ips spp*.
- Se concluye que las especies de coníferas más atacadas por los gorgojos descortezadores del pino (*Dendroctonus spp* e *Ips spp*) son *Pinus oocarpa* y *Pinus caribea*.
- Se concluye que con el uso de las trampas led green más el atrayente se puede bajar poblaciones de los gorgojos descortezadores del pino (*Dendroctonus spp* e *Ips spp*) en lugar de las aplicaciones con insecticida químico que se realizan luego de la tala de los árboles.

5.2 RECOMENDACIONES

- Solicitar mayor apoyo respecto a materiales para bajar poblaciones a través de trampas led green tipo embudos más atrayentes, especialmente a las entidades gubernamentales encargadas de velar por el patrimonio agrícola del país.
- Realizar monitoreo y vigilancia fitosanitaria en zonas de coníferas con una altitud arriba de los 1,500 msnm, observando el comportamiento del gorgojo descortezador en las variedades del cultivo de pino, con el objetivo de reportar nuevas variedades de coníferas atacadas y géneros de descortezador de pino.
- Hacer más investigaciones sobre algún tipo de insecticida orgánico que pueda sustituir el insecticida químico aplicado posterior a la tala de árboles, como medida preventiva mientras aprueban fondos para la distribución de trampas con atrayentes.
- Sostener monitoreos anuales, referente a la plaga de los descortezadores del pino, de esta forma se podrá establecer fluctuaciones poblacionales durante los meses del año, así como un registro de controladores biológicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Billings, R. F., J. E. Flores L. y R. S. Cameron. 1996. Los escarabajos descortezadores del pino, con énfasis en *Dendroctonus frontalis*: Guía para la detección aérea. Texas Forest Service Publication 149. 19 p.

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

Bosque de pino en Oriente amenazadas con plaga del Gorgojo Descortezador, Periódico El País. Recuperado de: <http://elpais.com/sv/bosque-pino-oriente-amenazadas-plaga-del-gorgojo-descortezador/>

Biodiversidad. Recuperado de: http://www.bantaba.ehu.es/formarse/ficheros/view/biodiversidad-generalidades-documento-4.pdf?revision_id=80446&package_id=80300

Catedra Climatología y Fenología Agrícola, Recuperado de: <http://slideplayer.es/slide/118125/>

Cambio Climático. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/denso/cambio-climtico-diapositivas-2-1>

Concepto de especie y sus implicaciones para el desarrollo de inventarios y estimaciones en biodiversidad, Presentación realizada en la UNAM. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/cisner/concepto-de-especie>

Definición de Coníferas. Recuperado de: <http://definicion.de/coniferas/>

Definición de Conífera. Recuperado de: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/conifera.php>

Definición de Corteza. Recuperado de: <http://definicion.de/corteza/>

Gorgojo descortezador de pino. Recuperado de: <https://www.barkbeetles.org/centralamerica/0605s.html>

Macías-Sámamo, J. E. y Zúñiga G. 2015. Estado actual del conocimiento en México sobre el uso de semioquímicos que median las interacciones entre insectos descortezadores y las coníferas. En *Ecología Química y Alelopatía: avances y aplicaciones*, Anaya Lang A.L., F.J. Espinosa, F. Macías and M Reigosa (eds), UNAM, México. En imprenta.

- Moreno B., Macías J. Sullivan B. y Clarke S.R. 2008. Field Response of *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolynae) to Synthec Semiochemicals in Chiapas, Mexico. *J. Eco. Entomol* 101(6): 1821-1825.
- Niño-Domínguez A., Sullivan B., Urbina-Lopez, J.H. y Macías-Sámamo J.E. 2015 Pheromone-mediated mate locaon and discriminaon by two syntopic sibling species of *Dendroctonus* bark beetles in Chiapas, Mexico. *J. Chem. Ecol.* DOI 10.1007/s10886-015-0608-4.
- Niño-Domínguez A., Sullivan B., Urbina-Lopez, J.H. y Macías-Sámamo J.E. 2015. Responses by *Dendroctonus frontalis* and *D. mesoamericanus* (Coleoptera: Curculionidae) to semiochemical lures in Chiapas, Mexico: mulple roles of pheromones during joint host aack. Somedo al *J. Economic Entomology*.
- Principios básicos de los sistemas silvícolas. Tesis presentada en Escuela de Postgrados en Texcoco, Estado de México. Recuperado de:<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2014/CD001803.pdf>
- Pureswaran D., Hofsteer R., y Sullivan B.T. 2008. Aracon of the southern pine beetle, *Dendroctonus frontalis*, to pheromone components of the Western Pine Beetle, *Dendroctonus brevicomis* (Coleoptera: Curculionidae: Scolynae), in an allopatric zone. *Environ. Entomol.* 37(1): 70-78.
- Rebote de gorgojo descortezador de Pino. La Prensa Gráfica Recuperado de: <http://especiales.laprensagrafica.com/2016/sucesos/rebote-de-gorgojo-descortezador-de-pino/>
- Regeneración natural de pinos, Imágenes en Google. Recuperado de:https://www.google.com/sv/search?q=regeneracion+natural+de+pinos&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiJzJC2q57UAhXlwiYKHR28AhAQ_AUIBigB&biw=1706&bih=882#imgrc=am3twpc18unjcm:
- Rojas J.C., Malo E.A. y Macías Sámamo J. 2008. Uso de semioquímicos en el manejo de insectos plaga. En: Toledo J., Infante F. (Eds.). *Manejo Integrado de Plagas*. Editori al Trillas. México, D.F. 327 p. pp. 167-182.
- Sánchez Marnez G., Torres Espinoza L.M, Vázquez Collazo I., González Gaona E. y Narváez Flores R. 2007. Monitoreo y manejo de insectos descortezadores de coníferas. Libro Técnico No. 4, INIFAP, CIRNOC, Campo Experimental Pabellón de Arteaga. Aguascalientes, México. 105 p.

Sánchez-Marnez. G., Mehmel, J.C, Gillee, N.E., González-Gaona, E., López-Hernández, J.A., Monjarréz-González, J.C., García-Rodríguez, J.L., Mori, S.R., Alanís-Morales, H.E., MejíaBojórquez, J.M., Cano-Rodríguez, M., Cortés-Chamorro, M.A. y Torres-Espinosa, L.M. 2012. Fundamentos para el control integral del descortezador *Dendroctonus pseudotsugae barragani* Furniss en México. Libro Técnico No. 46, INIFAP, CIRNOC, Campo Experimental Pabellón de Arteaga. Aguascalientes, México. 60 p.

Steed B., Villa-Casillo J., Bonilla F. y Mendoza M. 2005. Evaluación de la preferencia de *Ips pini* hacia combinaciones de feromonas en Sierra Juárez, Baja California . Final Report to Internationaonal Acvity Team. Region 4 Forest Health Protecon (FHP), Ogden, UT, Estados Unidos y Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 6p.

Swain, K. M. y M. C. Remion. 1981. Direct control methods for the southern pine beetle. U.S. Department of Agriculture, Combined Forest Pest Research and Development Program, Agriculture Handbook No. 575. 15 p.

Técnicas de Investigación. Recuperado de:
<http://www.rppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.htm>

Torres Espinosa L.M., Sánchez Salas J.A., Cano Pineda A. y Marnez Burciaga O.U. 2004. Uso de feromonas en el manejo integrado del descortezador de pinos *Dendroctonus adjunctus* Blandford. Folleto Técnico Núm. 13. INIFAP-CIRNE-Campo Experimental Sallo. 16 p.

ANEXOS

ENTREVISTA SEMI ESTRUCTURADA.

TEMA:

EVALUACIÓN DE ATRAYENTES E IDENTIFICACIÓN DE DESCORTEZADORES DEL PINO (*Dendroctonus spp.* e *Ips spp*) EN EL SALVADOR, C.A.

PREGUNTAS.

#1- Motivos del crecimiento poblacional de los descortezadores del pino en El Salvador.

#2- En que años se ha registrado un mayor crecimiento de la plaga de descortezadores del pino.

#3- Tipos de atrayentes utilizados para el control de los descortezadores del pino en El Salvador.

#4- según experiencia en vigilancia fitosanitaria que atrayente ha demostrado ser más efectivo y con cuál género de descortezador de pino.

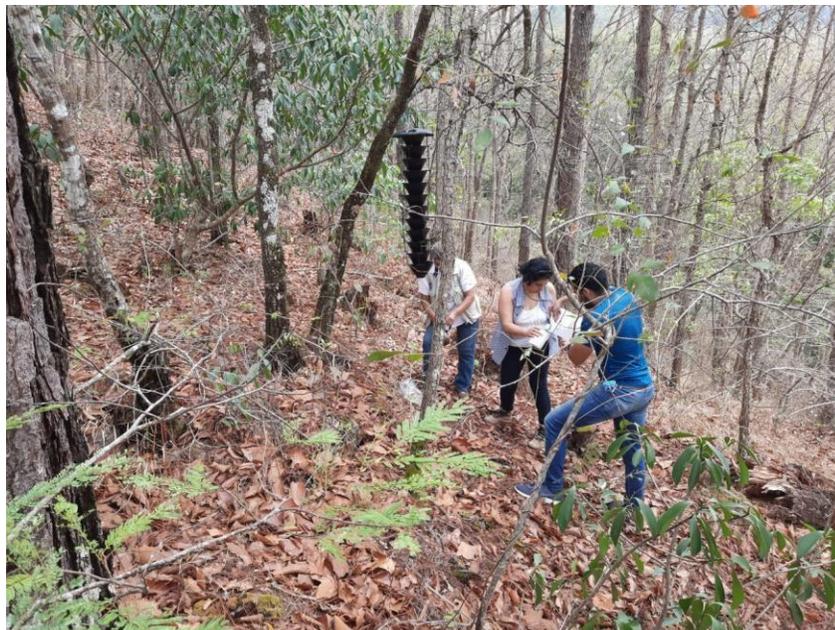
#5- Que especie de pino tiende a tacar los descortezadores del pino.

#6- Tiempo en que puede terminar un raudal de coníferas (*Pinus sp*) los descortezadores.

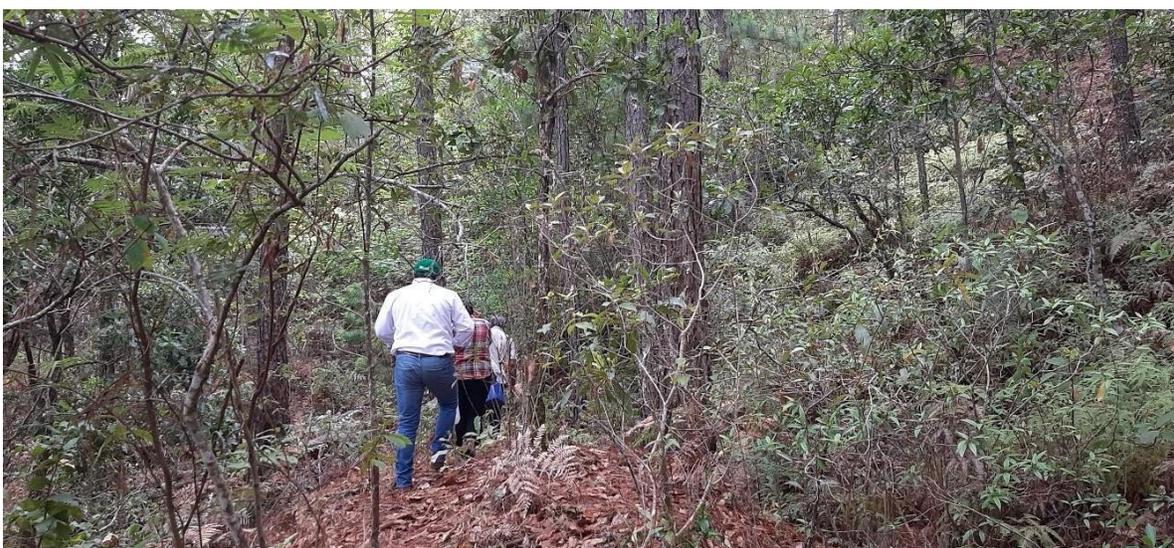
#7- Que conocimiento tiene la población acerca de los descortezadores del pino en El Salvador.

#8- Que medios se han utilizado para poder difundir la información de los descortezadores del pino a la población en general.

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 9. Recolección de muestras.



Fotografía 10. Camino en busca de las trampas.



Fotografía 11. Parte de un gorgojo.



Fotografía 12. Trampa para gorgojos.



Fotografía 13. Tronco de pino caído con agujeros de gorgojos.



Fotografía 14. Parte de corteza de pino con agujeros hechos por



Fotografía 15. Bosque de pino.



Fotografía 16. Identificación de daños causados por gorgojo



Fotografía 17. Colocación de
atrayentes para gorgojo



Fotografía 18. Muestra de un tipo
de atrayente para gorgojo.



Fotografía 19. Limpieza del depósito de la trampa.



Fotografía 20. Bosque afectado por gorgojo descortezador.



Fotografía 21. Pino aun en pie con grave daño por gorgojo



Fotografía 22. Bolsa de atrayente ya terminado.



Fotografía 23. Vaciado del bote contenedor de la trampa en bolsa para toma de muestra.



Fotografía 24. Colocación de trampa para gorgojo



Fotografía 25. Limpieza y preparación del bote contenedor de la trampa para reutilizarlo.

LISTADO DE ESPECIES DE PLANTAS ASOCIADAS AL BOSQUE DE PINO EN EL PARQUE NACIONAL DE MONTECRISTO, MUNICIPIO DE METAPÁN, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA, EL SALVADOR C.A. FEBRERO A JUNIO DE 2021

No	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Aceituno	<i>Simarouba glauca</i>	Simarubácea
2	Anona de Montaña	<i>Annona muricata</i>	Annonácea
3	Cancerina	<i>Semialarium mexicana</i>	Celastrácea
4	Caoba	<i>Switenia humilis</i>	Meliácea
5	Capulín	<i>Muntingia calabura</i>	Muntingiácea
6	Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvácea
7	Cedro	<i>Cedrella odorata</i>	Meliácea
8	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacácea
9	Cerezo de Montaña	<i>Ardisia paschalis</i>	Primulácea
10	Chaperno Negro	<i>Lonchocarpus sp</i>	Fabácea
11	Chapulaltapas	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Fabácea

12	Chichipate	<i>Swetia panamensis</i>	Fabácea
13	Cojón	<i>Stemmadenia donnell smithii</i>	Apocinácea
14	Conacaste	<i>Enterolobium ciclocarpum</i>	Fabácea
15	Copinol	<i>Hymenea courbaril</i>	Fabácea
16	Cotonrón	<i>Luehea candida</i>	Malvácea
17	Guachipilín	<i>Diphysa robiniodes</i>	Fabácea
18	Guaje	<i>Leucaena sp</i>	Fabácea
19	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Urticácea
20	Guayabo	<i>Psidium guajaba</i>	Mirtácea
21	Güiligüishte	<i>Karwinskia sp</i>	Rhamnácea
22	Irayol	<i>Genipa caruto</i>	Rubiácea
23	Ishcanal	<i>Acacia hindsii</i>	Fabácea
24	Jiote	<i>Bursera simaruba</i>	Burserácea

25	Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Laurácea
26	Madrecacao	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabácea
27	Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiácea
28	Mano de León	<i>Dendropanax arboreus</i>	Araliácea
29	Maquilishuat	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniácea
30	Memble o Tepemiste	<i>Poepiggia procera</i>	Fabácea
31	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiácea
32	Ojushte	<i>Brossimum alicastrum</i>	Morácea
33	Pepeto Negro	<i>Inga spp</i>	Fabácea
34	Plumajillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Picramniácea
35	Pochote ó Malacapa	<i>Ceibillo escucifolio</i>	Bombacácea
36	Ron ron	<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiácea
37	Sangre de toro	<i>Lonchocarpus salvadorensis</i>	Fabácea

38	Tecomasuche	<i>Cochlospermun vitifolium</i>	Bixácea
39	Torolillo	<i>Alibertia edulis</i>	Rubiácea
40	Zare	<i>Acacia glomerosa</i>	Fabácea

Cuadro 8. Fuente: Trabajo de graduación

Cuadro 9. Registró de datos dasométricos obtenidos durante el monitoreo realizado, febrero a junio de 2021, en Parque Nacional Montecristo, Metapán, Santa Ana, El Salvador C.A. Fuente: Trabajo de graduación.

Nº ARBOLES DE PINO ATACADOS	DAP PROM	FACTOR	AREA BASAL	ALTURA PROM FUSTE (m)	VOLUMEN MADERA DAÑADA
1	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
2	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
3	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
4	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
5	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
6	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
7	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
8	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
9	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
10	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
11	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
12	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
13	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
14	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
15	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
16	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
17	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
18	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
19	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
20	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
21	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
22	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
23	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
24	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
25	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
26	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
27	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
28	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
29	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
30	0.35	0.7854	0.096	14	1.35
					40.41

CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	Meses																							
	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Presentar propuesta de trabajo de investigación																								
Elaboración de plan de trabajo																								
Presentación de plan de trabajo																								
Visitas de campo para evaluación de atrayentes																								
Identificación de especímenes en laboratorio																								
Fase de gabinete																								
Elaboración de trabajo final																								
Elaboración de trabajo final																								
Presentación de trabajo final																								

