



Al servicio  
de las personas  
y las naciones

# Evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en México

Consultores para la Investigación Aplicada y el Desarrollo S.A. DE C.V.



OCTUBRE 2019

**PRODUCTO 3.-** Elaboración y entrega del informe final de la consultoría “Evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en México”.

**Título:** 00089333 FSP – Fortalecimiento de capacidades manejo de Especies Exóticas Invasoras. Evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en México.

**Objetivo:** Conocer la efectividad de las acciones de control y prevención fitosanitario llevadas a cabo en los municipios de Tijuana y Ensenada, Baja California.

**Autor:** Consultores para la Investigación Aplicada y el Desarrollo S.A. de C.V.

Jesús Martín Cuanalo Araujo, Gerardo Ramírez Cortés, Salvador Martínez García, Iván Fermín Quiroz Ibáñez y Jesús Morales Bautista.

**Modo de citar el informe:** PNUD (Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo) 2019. Evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en México. Proyecto 00089333 FSP – Fortalecimiento de capacidades manejo de Especies Exóticas Invasoras. Consultores para la Investigación Aplicada y el Desarrollo S.A. de C.V. Cuanalo, A. J. M., Ramírez, C. G., Martínez, G. S., Quiroz, I. I. F. y Morales, B. J. Zapopan, Jalisco, México. 142 pp.

**Área geográfica:** Baja California, México.

**Área objeto del informe:** Unidad Coordinadora del Proyecto (UCP) y Gerencia de Sanidad Forestal de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

**Fecha de inicio y terminación del proyecto en el que se enmarca el informe:** Del 30 de junio al 20 de octubre de 2019.

**Indicación sobre las metas y acciones estratégicas de la Estrategia Nacional sobre Especies Invasoras a las que atiende la consultoría.**

**Acciones estratégicas transversales:** 2. Desarrollar capacidades científicas, técnicas, humanas e institucionales y 5. Generar conocimiento para la toma de decisiones informadas.

**Objetivo estratégico:**

2. Establecer programas de control y erradicación de poblaciones de especies invasoras que minimicen o eliminen sus impactos negativos y favorezcan la restauración y conservación de los ecosistemas.

**Metas para el 2020:**

2.2 Programas y planes de acción en operación para la erradicación, manejo de especies invasoras más nocivas, y mitigación de sus impactos.

**Acciones prioritarias:**

Establecer acciones de monitoreo para áreas en donde se han llevado a cabo acciones de control y erradicación.

**Resultados esperados:**

Acciones de control y erradicación, medidas y evaluadas, que mejoren y adapten las prácticas de manejo y así evitar nuevos brotes o dispersiones. La información permite actualizar las distribuciones y detectar de manera oportuna efectos no deseados.

Fortalecimiento de capacidades manejo de Especies Exóticas Invasoras. Salvaguardar la biodiversidad de importancia mundial en los ecosistemas vulnerables mediante el desarrollo de las capacidades de prevenir, detectar, controlar y gestionar a las Especies Exóticas Invasoras (EEI) en México.

## RESUMEN

El presente proyecto tiene la directriz de evaluar la efectividad de los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en México, en los municipios de Tijuana y Ensenada, Baja California. El control fitosanitario se realizó de acuerdo con el plan de acción para el manejo fitosanitario de los ambrosiales definido por el Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). También se ha realizado un monitoreo de estos insectos ambrosiales mediante el uso de trampas con atrayentes, con la finalidad de detectar de manera oportuna poblaciones de estos insectos que representen un riesgo a especies nativas de árboles y cultivos agrícolas.

Como parte de las acciones evaluadas, se encuentra el saneamiento forestal de los sitios afectados por insectos ambrosiales mediante un control cultural y químico, que consiste en la eliminación de árboles afectados mediante derribos, incineración *in situ* de restos vegetales y trituración de ramas y puntas que posteriormente fueron tratadas con insecticidas químicos; y también la técnica de endoterapia vegetal, la cual es un método para aplicar tratamientos fitosanitarios mediante inyecciones directas de plaguicidas al tronco o fuste.

Los resultados obtenidos en esta consultoría proporcionan a la federación información técnicamente sustentada sobre la efectividad de los tratamientos fitosanitarios de control y prevención ya utilizados para el manejo de escarabajos ambrosiales *Euwallacea* spp.-*Fusarium Euwallacea* y recomendaciones sobre el uso de los tratamientos más adecuados para el monitoreo y saneamiento de estos insectos plaga.

La efectividad de las acciones de control y prevención fitosanitarios llevadas a cabo en 2018 en los brotes de insectos ambrosiales detectados en Tijuana y Ensenada fue alta, obteniendo 91.7% de efectividad de control en Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California, y 84.6% efectividad de control en el Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California.

La especie del complejo de escarabajos ambrosiales identificada corresponde a *Euwallacea kuroshio*. En los sitios de campo evaluados no se detectó la presencia de *Xyleborus glabratus*, y otra especie del género *Euwallacea*.

Para el monitoreo del complejo de escarabajos ambrosiales *Euwallacea* spp. y específicamente de la especie *Euwallacea kuroshio*, el semioquímico que tuvo mejor efectividad en la atracción de insectos fue el querciverol, con un rango óptimo de acción de 20 a 40 m. El rango de acción de los semioquímicos evaluados: querciverol y la combinación  $\alpha$ -copaeno + querciverol, es de 100 m obteniendo un número de capturas aceptable. Para el monitoreo en campo de *Euwallacea* spp. y *Xyleborus* spp. se recomienda utilizar la combinación  $\alpha$ -copaeno + querciverol con la finalidad de reducir costos de operación y llevar a cabo esta actividad de forma más eficiente. Es recomendable colocar las trampas a una distancia promedio de 40 m entre ellas.

El uso de la técnica de endoterapia vegetal es adecuada para la protección y control de insectos ambrosiales, se recomienda el uso del insecticida Benzoato de Emamectina y el fungicida Propiconazol.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
2.1. General .....	4
2.2. Particulares .....	4
<b>3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>5</b>
3.1. Revisión de la información referente a los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en Tijuana y Ensenada, Baja California .....	5
3.2. Vinculación con los principales actores participantes en la contingencia fitosanitaria de escarabajos ambrosiales.....	5
3.3. Selección de los sitios de campo para la evaluación de la efectividad de las acciones de control y prevención fitosanitaria de escarabajos ambrosiales.....	6
3.4. Plan de trabajo del proyecto de consultoría .....	8
3.5. Material, equipo y herramienta necesaria para el desarrollo del proyecto .....	8
3.6. Evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios aplicados para el control de escarabajos ambrosiales en Tijuana y Ensenada, Baja California.....	11
3.6.1. Evaluar la eficiencia de las acciones preventivas y curativas utilizando la técnica de endoterapia vegetal en los hospedantes potenciales de colonización por el complejo de ambrosiales ( <i>Euwallacea</i> spp. y <i>Xyleborus</i> spp.) .....	11
3.6.1.1. Selección del sitio de campo .....	11
3.6.1.2. Evaluación de los tratamientos aplicados .....	14
3.6.1.3. Selección de los árboles a evaluar en cada sitio. ....	14
3.6.1.4. Evaluación en campo del tratamiento de endoterapia.....	18
3.6.1.5. Protocolo general de evaluación de los árboles seleccionados para la evaluación de tratamientos aplicados para el control y prevención de afectaciones por escarabajos ambrosiales .....	21
3.6.1.6. Determinación de residuos de plaguicidas .....	27
3.6.1.7. Análisis de la efectividad del tratamiento de endoterapia vegetal .....	28
3.6.2. Evaluación de los tratamientos fitosanitarios de control cultural y químico con dosis y productos definidos en el protocolo de atención a escarabajos ambrosiales para las principales especies forestales afectadas por <i>Euwallacea</i> spp.....	29
3.6.2.1. Selección del sitio de campo .....	29

3.6.2.2.	Evaluación de los tratamientos aplicados .....	29
3.6.2.3.	Selección de los árboles a evaluar en cada sitio .....	31
3.6.2.4.	Evaluación en campo del tratamiento de control cultural y químico .....	32
3.6.2.5.	Análisis de la efectividad del tratamiento de control cultural y químico ....	37
3.6.3.	Evaluación de la eficiencia y el rango de acción de los atrayentes utilizados para el monitoreo de escarabajos ambrosiales ( <i>Euwallacea</i> spp. y <i>Xyleborus</i> spp.).....	37
3.6.3.1.	Selección del sitio de campo .....	37
3.6.3.2.	Diseño experimental.....	38
3.6.3.3.	Instalación en campo de las trampas cebadas con semioquímicos.....	39
3.6.3.4.	Monitoreo de las trampas cebadas con semioquímicos.....	40
3.6.3.5.	Procesamiento e identificación del material recolectado .....	45
3.6.3.6.	Análisis de la información.....	46
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
4.1.	Plan de trabajo de la consultoría.....	47
4.2.	Vinculación con los principales actores participantes en la contingencia fitosanitaria de escarabajos ambrosiales.....	47
4.3.	Visita de campo a Tijuana y Ensenada, Baja California .....	47
4.4.	Descripción general de los sitios elegidos para evaluar los tratamientos fitosanitarios	52
4.4.1.	Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California .....	52
4.4.1.1.	Descripción general .....	52
4.4.1.2.	Descripción particular.....	53
4.4.2.	Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	57
4.4.2.1.	Descripción general .....	57
4.4.2.2.	Descripción particular.....	58
4.5.	Descripción de los tratamientos fitosanitarios efectuados en los sitios de referencia	67
4.5.1.	Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California .....	67
4.5.1.1.	Control cultural y químico .....	67
4.5.2.	Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California .....	69
4.5.2.1.	Control cultural y químico .....	69

4.6.	Metodología de evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios aplicados en el saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales .....	74
4.7.	Resultados de la evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios aplicados en el saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales .....	74
4.7.1.	Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California .....	74
4.7.1.1.	Sitio de evaluación en campo.....	74
4.7.1.2.	Diseño de evaluación.....	74
4.7.1.3.	Evaluación de los tratamientos de control cultural y químico.....	76
4.7.1.4.	Efectividad de los tratamientos de control cultural y químico .....	79
4.7.2.	Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California .....	80
4.7.2.1.	Sitio de evaluación en campo.....	80
4.7.2.2.	Diseño de evaluación.....	80
4.7.2.3.	Evaluación de los tratamientos de control cultural y químico.....	82
4.7.2.4.	Control cultural y químico .....	83
4.8.	Descripción de las acciones preventivas aplicadas en los sitios y metodología para evaluar su efectividad.....	86
4.8.1.	Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California .....	86
4.8.1.1.	Endoterapia vegetal preventiva .....	86
4.8.2.	Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California .....	88
4.8.2.1.	Endoterapia vegetal preventiva y curativa.....	88
4.9.	Metodología de evaluación de la efectividad de las acciones preventivas y curativas aplicadas en el saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales .....	91
4.10.	Resultados de la evaluación de la efectividad de las acciones preventivas y curativas aplicadas en el saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales .....	91
4.10.1.	Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California .....	91
4.10.1.1.	Sitio de evaluación en campo.....	91
4.10.1.2.	Diseño de la evaluación .....	92
4.10.1.3.	Evaluación de los tratamientos de endoterapia vegetal.....	95
4.10.1.4.	Efectividad de los tratamientos de endoterapia vegetal .....	95
4.10.2.	Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California .....	98
4.10.2.1.	Sitio de evaluación en campo.....	98
4.10.2.2.	Diseño de la evaluación .....	98
4.10.2.3.	Evaluación de los tratamientos de endoterapia vegetal.....	100

4.10.2.4.	Efectividad de los tratamientos de endoterapia vegetal .....	101
4.10.2.5.	Análisis del método de protección y residualidad de los productos aplicados con la endoterapia vegetal .....	104
4.11.	Descripción de las dosis y productos definidos en el plan de acción de escarabajos ambrosiales de SENASICA y métodos que evalúan su efectividad sobre poblaciones .....	107
4.11.1.	Aspersión productos químicos en árboles afectados.....	107
4.11.2.	Control cultural y químico .....	108
4.11.3.	Micro inyecciones al tronco .....	108
4.12.	Descripción técnica de los semioquímicos utilizados para el monitoreo de escarabajos ambrosiales ( <i>Euwallacea</i> sp. y <i>Xyleborus glabratus</i> ) y metodología <i>in situ</i> para evaluar el rango de acción del tipo de semioquímicos utilizados por trampa .....	109
4.12.1.	Semioquímicos utilizados para el monitoreo de escarabajos ambrosiales ...	109
4.13.	Metodología <i>in situ</i> para evaluar el rango de acción del tipo de semioquímicos .	112
4.13.1.	Resultados de la evaluación de los semioquímicos para el monitoreo de insectos ambrosiales .....	113
4.13.1.1.	Sitio de evaluación en campo.....	113
4.13.1.2.	Diseño experimental.....	116
4.13.1.3.	Monitoreo de insectos ambrosiales .....	120
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>132</b>
<b>6.</b>	<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....</b>	<b>133</b>
<b>7.</b>	<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>137</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>138</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del sitio “Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces”, Playas de Tijuana, Tijuana, Baja California.....	7
Figura 2. Ubicación del sitio Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California.....	7
Figura 3. Recorrido de campo en el área en donde se realizaron los tratamientos fitosanitarios para el control de escarabajos ambrosiales en 2018, exploración y localización de los individuos que recibieron el tratamiento preventivo de endoterapia vegetal, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	12
Figura 4. Recorrido de campo en el área en donde se realizaron los tratamientos fitosanitarios para el control de escarabajos ambrosiales en 2018, exploración y localización de los individuos que recibieron el tratamiento preventivo de endoterapia vegetal, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	13
Figura 5. Diseño de muestreo para la selección de los árboles tratados y los no tratados (testigos) con endoterapia vegetal de manera preventiva y curativa, para realizar la evaluación de efectividad en la protección de afectaciones por insectos ambrosiales. ....	15
Figura 6. Ubicación del sitio de evaluación de los tratamientos aplicados de endoterapia vegetal, definición del centro, delimitación del radio del sitio y rumbos cardinales para la selección de los individuos, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	16
Figura 7. Ubicación del sitio de evaluación de los tratamientos aplicados de endoterapia vegetal, definición del centro, delimitación del radio del sitio y rumbos cardinales para la selección de los individuos, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	17
Figura 8. Presencia de refugios temporales que habitan personas como parte de la problemática social del parque Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	18
Figura 9. Evaluación fitosanitaria de los individuos tratados con endoterapia vegetal y testigos, identificación de los árboles, determinación del diámetro normal, altura total y estado de salud respecto a afectación por escarabajos ambrosiales, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	19
Figura 10. Evaluación fitosanitaria de los individuos tratados con endoterapia vegetal y testigos, identificación y georreferenciación de los árboles, determinación del diámetro normal, altura total y estado de salud respecto a afectación por escarabajos ambrosiales, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	20
Figura 11. Afectación del follaje, muerte descendente y presencia de follaje grisáceo y marrón-rojizo.....	21
Figura 12. Presencia de orificios de entrada y salida presentes en tronco y ramas. ....	22

Figura 13. Acumulación de resina (gomosis) en el tronco (izquierda), exudado húmedo color marrón y coloración oscura rodeando orificios de salida (centro y derecha) .....	22
Figura 14. Acumulación de exudado color blanco en el tronco (volcanes de azúcar) (izquierda), aserrín en la corteza (centro) y palillos de aserrín sobre el tronco (derecha)..	23
Figura 15. Exudado tipo polvo blanco (izquierda) y exudado marrón oscuro de aspecto húmedo a lo largo del tronco (centro y derecha). Fuente SENASICA. ....	23
Figura 16. Galerías en forma lineal (izquierda) y perforaciones de los insectos en la albura (derecha) en <i>Salix</i> sp. ....	24
Figura 17. Huevos (izquierda) y larvas (derecha) en galerías.....	24
Figura 18. Insectos presentes en galerías y orificios en árboles de <i>Salix</i> sp. afectados. ....	25
Figura 19. Coloración oscura del tronco (izquierda), necrosis del xilema (centro) y mancha oscura-azul de la madera (derecha) .....	25
Figura 20. Recorrido de campo en el área en donde se realizaron los tratamientos fitosanitarios para el control de escarabajos ambrosiales en 2018, exploración y localización de los individuos que no recibieron un control cultural, químico y endoterapia vegetal, y también ubicación de tocones de árboles que fueron saneados, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	30
Figura 21. Recorrido de campo en el área en donde se realizaron los tratamientos fitosanitarios para el control de escarabajos ambrosiales en 2018, exploración y localización de los individuos que no recibieron un control cultural, químico y endoterapia vegetal, y también ubicación de tocones de árboles que fueron saneados, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	30
Figura 22. Diseño de muestreo para la selección de los árboles tratados y los no tratados con insecticida, para realizar la evaluación de efectividad en el control por insectos ambrosiales.....	32
Figura 23. Ubicación del sitio de evaluación de los tratamientos aplicados de control cultural y químico, definición del centro, delimitación del radio del sitio y rumbos cardinales para la selección de los individuos, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	33
Figura 24. Ubicación del sitio de evaluación de los tratamientos aplicados de control cultural y químico, definición del centro, delimitación del radio del sitio y rumbos cardinales para la selección de los individuos, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	34
Figura 25. Evaluación fitosanitaria de los individuos no tratados en el saneamiento forestal (testigos) y tocones de árboles saneados, identificación de los árboles, determinación del diámetro normal, altura total y estado de salud, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	35
Figura 26. Evaluación fitosanitaria de los individuos no tratados en el saneamiento forestal (testigos) y tocones de árboles saneados, identificación de los árboles, determinación del	

diámetro normal, altura total y estado de salud, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. . . . .	36
Figura 27. Esquema de distribución espacial de las trampas Lindgren a partir de un foco de infestación, empleado para determinar la eficiencia y el rango de acción de los semioquímicos utilizados para el monitoreo de insectos ambrosiales ( <i>Euwallacea</i> spp. y <i>Xyleborus</i> spp.). . . . .	38
Figura 28. Proceso de establecimiento del experimento con de trampas multiembudo en diferentes orientaciones e intervalos de distancia, sobre tutores y especies no hospedantes, CECyTEBC plantel Ensenada, Baja California. . . . .	41
Figura 29. Semioquímico querciverol (p-mentenol) utilizado para el monitoreo de insectos ambrosiales, específicamente para complejo <i>Euwallacea</i> spp. . . . .	42
Figura 30. Semioquímico $\alpha$ -copaeno utilizado para el monitoreo de insectos ambrosiales, específicamente para <i>Xyleborus glabratus</i> . . . . .	42
Figura 31. Almacenamiento en un congelador y transporte de semioquímicos en una hilera con hielos para evitar la volatilización de los compuestos. . . . .	42
Figura 32. Colocación de semioquímicos en la trampa multiembudo para su cebado, depósito de propilenglicol en frasco recolector como fijador y conservador de insectos, se observa la etiqueta rotulada con la clave correspondiente de cada trampa, CECyTEBC, Ensenada, Baja California. . . . .	43
Figura 33. Monitoreo, revisión y recolección del material capturado en las trampas con semioquímicos, CECyTEBC, Ensenada, Baja California. . . . .	44
Figura 34. Procesamiento, conteo, identificación, montado y almacenamiento del material recolectado procedentes de las trampas cebadas con semioquímicos en CECyTEBC, Ensenada, Baja California. . . . .	45
Figura 35 Recorrido de campo y exploración del sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California en coordinación con personal de CONAFOR y SIMPATT. . . . .	48
Figura 36. Visita y exploración del sitio Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California, en coordinación con personal de CONAFOR.: . . . .	49
Figura 37. Inspección de un sitio de monitoreo de escarabajos ambrosiales ubicado en el CECyTEBC, Ensenada, Baja California se revisó una trampa en coordinación con personal de CESVBC. . . . .	49
Figura 38. Vista de un árbol de sauce afectado por insectos ambrosiales, se observa los daños característicos como presencia de orificios de entrada con aserrín y coloración blanca en el fuste, al descortezar se observan los orificios en la zona del cambium y albura, también galerías lineales, individuo ubicado en la periferia del plantel CECyTEBC, Ensenada, Baja California. . . . .	50
Figura 39. Vista de insectos ambrosiales adultos localizados en el interior de un árbol de sauce afectado, después de realizar el descortezado se observan varios ejemplares,	

individuo de sauce ubicado en la periferia del plantel CECyTEBC, Ensenada, Baja California. ....	51
Figura 40. Endoterapia vegetal aplicada como tratamiento preventivo para escarabajos ambrosiales, Parque Teniente Miguel Guerrero, Centro, Tijuana, Baja California. ....	51
Figura 41. Vista general del sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	53
Figura 42. Sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces (izquierda), a la derecha un campamento de inmigrantes, parte de la problemática del lugar. ....	54
Figura 43. Vegetación predominante en el sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, en primer plano se observan individuos de sauce ( <i>Salix lasiolepis</i> ) y en segundo plano árboles de eucalipto ( <i>Eucalyptus globulus</i> ). ....	54
Figura 44. Ubicación del sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	56
Figura 45. Vista de la parte Suroeste del Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California, se observa una vegetación secundaria de bosque de galería que se encuentra creciendo en el cauce de un arroyo presente en el sitio. ....	59
Figura 46. Vista de la parte Noroeste del Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, se observa una vegetación secundaria de bosque de encino, Ensenada, Baja California. ....	59
Figura 47. Parajes del Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, en donde se realizaron acciones de saneamiento forestal para el control de escarabajos ambrosiales, Ensenada, Baja California. ....	60
Figura 48. Sitio con antecedentes de saneamiento forestal para el control de escarabajos ambrosiales, se observan árboles de <i>Quercus agrifolia</i> (encino) y <i>Platanus racemosa</i> (álamo), Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	60
Figura 49. Sitio con antecedentes de saneamiento forestal para el control de escarabajos ambrosiales, se observan árboles de <i>Quercus agrifolia</i> (encino), <i>Platanus racemosa</i> (álamo) y <i>Eucalyptus globulus</i> (eucalipto azul), Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	61
Figura 50. Área con presencia de árboles de <i>Salix lasiolepis</i> (sauce) y <i>Quercus agrifolia</i> (encino) y arroyo presente en el sitio, se observa que se encuentra contaminado por aguas residuales, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	61
Figura 51. Ubicación del sitio Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	66
Figura 52. Tocones de rebrotes de individuos de <i>Salix lasiolepis</i> (sauce) que fueron podados, se observa que las heridas de poda fueron selladas, los rebrotes se generaron en tocones de árboles saneados en 2016, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	68

Figura 53. Rebrotos de <i>Salix lasiolepis</i> (sauce) presentes en tocones de árboles saneados en 2016, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. . . . .	68
Figura 54. Residuos vegetales provenientes de los derribos incinerados <i>in situ</i> en el área sujeta al saneamiento forestal en fosas y ramas sin presencia de ambrosiales trituradas para posteriormente aplicarle el insecticida-acaricida Abamectina.. . . .	70
Figura 55. Vista del sitio sujeta a saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales, se observan tocones de árboles afectados derribados, principalmente de la especie de <i>Platanus racemosa</i> (álamo), Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. . . . .	71
Figura 56. Tocones de árboles eliminados en el saneamiento forestal, se observa que fueron sellados con cal, la especie predominante es <i>Platanus racemosa</i> (álamo), Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. . . . .	72
Figura 57. Rebrotos de <i>Platanus racemosa</i> (álamo) presentes en tocones saneados en 2018, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. . . . .	73
Figura 58. Evidencia de trabajos de poda realizados para eliminar partes afectadas por escarabajos ambrosiales, en su mayoría ejecutados en individuos de <i>Quercus agrifolia</i> (encino), se observa el sellado de las heridas con cal, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. . . . .	73
Figura 59. Ubicación geográfica de los individuos evaluados del tratamiento de control cultural y químico, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. . . . .	76
Figura 60. Evaluación de la efectividad del tratamiento de control cultural y químico en el grupo de individuos testigos, en Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. . . . .	79
Figura 61. Ubicación geográfica de los individuos evaluados del tratamiento de control cultural y químico, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. . . . .	82
Figura 62. Evaluación de la efectividad del tratamiento de control cultural y químico en el grupo de individuos testigos, en Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. . . . .	83
Figura 63. Árboles de <i>Schinus terebinthefolius</i> (pimiento brasileño) tratados con endoterapia vegetal preventiva y curativa (izquierda) y punto de inyección en el fuste de un pimiento brasileño, se observa una válvula colocada para el suministro de los productos químicos (derecha), Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. . . . .	87
Figura 64. Individuos de <i>Salix lasiolepis</i> (sauce) tratado con endoterapia vegetal preventiva y curativa, se observa que es un rebrote de un tocón correspondiente a un árbol saneado en 2016 (izquierda) y base de un sauce con un punto de inyección, se visualiza la válvula utilizada para el suministro de productos químicos (derecha), Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. . . . .	87

Figura 65. Vista de los fustes de los árboles tratados con endoterapia vegetal, se observa un punto de inyección en cada individuo con su respectiva válvula, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	88
Figura 66. Árbol de <i>Quercus agrifolia</i> (encino) tratado con endoterapia vegetal preventiva y curativa, ubicado en la cercanía al área saneada (izquierda) y vista del fuste del encino con presencia de dos puntos de inyección con válvulas utilizadas para la aplicación del insecticida y fungicida (derecha), Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	89
Figura 67. Individuos de <i>Platanus racemosa</i> (álamo) tratados con endoterapia vegetal, ubicados en un brote de insectos ambrosiales sujeto a saneamiento forestal (izquierda) y fuste de un álamo con evidencia del tratamiento se observa la válvula en el punto de inyección donde fueron aplicados la mezcla del producto insecticida y fungicida, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	90
Figura 68. Fustes de árboles con evidencia del tratamiento de endoterapia vegetal, se observa un punto de inyección en cada individuo con su respectiva válvula ubicado en la parte inferior y base del fuste, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	90
Figura 69. Sitio de evaluación de las acciones preventivas y curativas en Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	92
Figura 70. Ubicación geográfica de los individuos evaluados del tratamiento de endoterapia vegetal, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	94
Figura 71. Evaluación de la efectividad del tratamiento de endoterapia vegetal en el grupo de individuos testigos, en Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	95
Figura 72. Vista del sitio de evaluación Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	98
Figura 73. Ubicación geográfica de los individuos evaluados del tratamiento de endoterapia vegetal, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. . ....	100
Figura 74. Evaluación de la efectividad del tratamiento de endoterapia vegetal en el grupo de individuos testigos, en el Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California.....	101
Figura 75. Resultado del análisis cromatográfico realizado de una muestra procedente de un encino tratado con endoterapia vegetal en el periodo de octubre a noviembre de 2018. ....	105
Figura 76. Presentación comercial de los semioquímicos utilizados para el monitoreo de insectos ambrosiales: $\alpha$ -copaeno (izquierda) y Querciverol (derecha). ....	109
Figura 77. Vista del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyTE) Plantel Ensenada, Baja California, se observa la localización del brote activo de insectos ambrosiales.....	114

Figura 78. Vista del brote activo de insectos ambrosiales ubicado en el CECyTE Plantel Ensenada, Baja California, se observa una vegetación secundaria de bosque de galería alterada por las condiciones urbanas. ....	114
Figura 79. Vista de individuos de sauce afectados por insectos ambrosiales, se observan los daños característicos como presencia de orificios de entrada con exudado de coloración oscura rodeando, se visualiza también palillo de aserrín y excremento sobre la corteza y en el interior del árbol galerías e insectos adultos, CECyTE Plantel Ensenada, Baja California . ....	115
Figura 80. Ubicación geográfica de las trampas multiembudo tipo Lindgren utilizadas en el monitoreo de escarabajos ambrosiales, CECyTE plantel Ensenada, Baja California. ....	117
Figura 81. Conjunto de trampas instaladas para el monitoreo de escarabajos ambrosiales, CECyTE plantel Ensenada Baja California. . ....	119
Figura 82. <i>Euwallacea kuroshio</i> : A) Vista dorsal, B) Vista Lateral, C) Vista frontal de la cabeza, D) Vista posterior (élitros), E) Pronoto, F) Dientecillos de la protibia (8). . ....	121
Figura 83. Informe de resultados Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de SENASICA respecto a los especímenes sospechosos enviados para su determinación. ....	123
Figura 84. Número de insectos colectados por tratamiento durante el monitoreo. ....	124
Figura 85. Número de insectos capturados ( <i>Euwallacea kuroshio</i> ) por tratamiento en las 4 fechas de colecta durante el monitoreo de insectos ambrosiales.....	127
Figura 86. Boxplots de la relación entre el número de insectos colectados y el tratamiento semioquímico utilizado en el monitoreo de insectos ambrosiales ( <i>Euwallacea kuroshio</i> ). ....	128
Figura 87. Número de insectos capturados ( <i>Euwallacea kuroshio</i> ) por tratamiento y rango de distancia al brote activo durante el monitoreo de insectos ambrosiales. ....	130
Figura 88. Boxplots de la relación entre el número de insectos colectados y la distancia al brote de infestación durante el monitoreo de insectos ambrosiales ( <i>Euwallacea kuroshio</i> ). ....	131
Figura 89. Mapa interpolativo de la variable número de insectos de <i>Euwallacea kuroshio</i> de acuerdo con los tratamientos evaluados en el monitoreo. ....	131

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Material, equipo y herramienta necesaria para el desarrollo de la consultoría: Servicios de consultoría para evaluar la efectividad de los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en México.....	8
Cuadro 2. Escala fitosanitaria de afectación por escarabajos ambrosiales para la evaluación de la efectividad de las acciones de control y prevención fitosanitaria para el complejo de insectos ambrosiales ( <i>Euwallacea</i> spp.- <i>Fusarium Euwallacea</i> ) .....	26

Cuadro 3. Determinación del estado fitosanitario de los individuos que recibieron tratamientos para insectos ambrosiales ( <i>Euwallacea</i> spp.- <i>Fusarium Euwallacea</i> ) .....	27
Cuadro 4. Aleatorización de tratamientos de acuerdo con la distancia de separación utilizada para determinar la eficiencia y el rango de acción de los semioquímicos utilizados para el monitoreo de insectos ambrosiales ( <i>Euwallacea</i> spp. y <i>Xyleborus</i> spp.).....	39
Cuadro 5. Coordenadas de los vértices del sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California, correspondiente al área sujeta a saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales en 2018.....	55
Cuadro 6. Coordenadas de los vértices del sitio Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada Baja California, correspondiente al área sujeta a saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales en 2018.....	62
Cuadro 7. Datos de los individuos evaluados del tratamiento de control cultural y químico en Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	75
Cuadro 8. Datos de la evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios de control cultural y químico aplicados para insectos ambrosiales, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California.....	77
Cuadro 9. Datos de los individuos evaluados del tratamiento de control cultural y químico en Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	80
Cuadro 10. Datos de la evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios de control cultural y químico aplicados para insectos ambrosiales, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	84
Cuadro 11. Datos de los individuos evaluados del tratamiento de endoterapia vegetal en Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	92
Cuadro 12. Datos de la evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios de endoterapia vegetal aplicados para insectos ambrosiales, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. ....	96
Cuadro 13. Datos de los individuos evaluados del tratamiento de endoterapia vegetal, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. ....	99
Cuadro 14. Datos de la evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios de endoterapia vegetal aplicados para insectos ambrosiales, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California.....	102
Cuadro 15. Productos químicos y dosis definidos en el plan acción para la vigilancia y aplicación de medidas de control contra complejos ambrosiales reglamentados en México: <i>Xyleborus glabratus</i> - <i>Raffaelea lauricola</i> y <i>Euwallacea</i> sp- <i>Fusarium Euwallaceae</i> . ....	107
Cuadro 16. Productos semioquímicos utilizados para el monitoreo de los escarabajos ambrosiales.....	110
Cuadro 17. Datos de las trampas multiembudo tipo Lindgren utilizadas en el monitoreo de escarabajos ambrosiales, CECyTE plantel Ensenada Baja California.....	118

Cuadro 18. Variables morfométricas promedio determinadas con el software IMAGE-J en 30 individuos de <i>Euwallacea kuroshio</i> , colectados en el monitoreo de insectos ambrosiales. ....	120
Cuadro 19. Descripción general de <i>Euwallacea kuroshio</i> Gomez and Hulcr, 2018 (Smith <i>et al.</i> , 2019).....	122
Cuadro 20. Datos del monitoreo de insectos ambrosiales para determinar la eficiencia y el rango de acción de los semioquímicos en los tratamientos propuestos. ....	124
Cuadro 21. Análisis de Devianza para los tratamientos de semioquímicos y la distancia con respecto al brote de infestación (bloque). ....	125
Cuadro 22. Insectos capturados de <i>Euwallacea kuroshio</i> por tratamiento en las cuatro fechas de colecta durante el monitoreo de insectos ambrosiales.....	127
Cuadro 23. Comparación mediante contraste de los tratamientos de semioquímicos evaluados para determinar su eficacia en el monitoreo de insectos ambrosiales.....	128
Cuadro 24. Insectos capturados de <i>Euwallacea kuroshio</i> por tratamiento y rango de distancia durante el monitoreo de insectos ambrosiales. ....	129
Cuadro 25. Comparación mediante contraste de los tratamientos evaluados para determinar el rango de acción de los semioquímicos utilizados en el monitoreo de insectos ambrosiales.....	130
Cuadro 26. Cronograma de actividades del proyecto: Consultoría para evaluar la efectividad de los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en México. ....	133

## 1. INTRODUCCIÓN

Los escarabajos ambrosiales, pertenecientes a la familia Curculionidae y a las subfamilias Scolytinae y Platypodinae, son aquellos que elaboran galerías de cría en el xilema de sus árboles hospederos, estableciendo a su vez en dichas estructuras hongos simbióticos de los cuales se alimentan, en lugar de hacerlo de tejidos vegetales; esta asociación avanzada les ha permitido no competir directamente con otros organismos fleófagos (i.e. descortezadores) (Jordal, Beaver & Kirkendall, 2001; Vega & Hofstetter, 2015). Tanto los adultos como las larvas de las especies ambrosiales se alimentan de los hongos antes mencionados, los cuales se desarrollan en las paredes de sus galerías. Además, también hay grupos afines y especies que se alimentan de la médula de ramas (mielófagos), madera (xilófagos), plantas herbáceas (herbívoros) y semillas (espermatófagos) (Wood, 1982; Atkinson, 2017). Hasta el momento se han identificado 867 especies de Scolytinae y 40 especies de Platypodinae, de las cuales solo el 5 % son plagas forestales de gran importancia en México. Estos insectos han sido reportados en 265 especies de hospederos, pero solo 199 son hospederos de árboles frutales y forestales (Ángel-Restrepo *et al.*, 2019).

El hecho de que ciertas especies sean capaces de ocasionar la muerte de hospederos silvestres y cultivados que parecen saludables, y que con frecuencia son taxonómicamente diferentes a la especie hospedante original, genera la necesidad de estudiar los procesos involucrados en la percepción química, la aceptación y colonización de nuevos hospedantes para proponer herramientas para su manejo (Macías, 2014).

En este sentido, el monitoreo de especies de Scolytinae, subfamilia a la que pertenecen los escarabajos ambrosiales objeto del presente proyecto, permite inferir su abundancia poblacional y es considerado un procedimiento primordial para su manejo, además de permitir la detección inicial de especies exóticas. Una de las estrategias utilizadas para el monitoreo de escolitinos es el uso de trampas cebadas con diferentes compuestos semioquímicos (Haack, 2006; Liu & Dai, 2006).

Carrillo *et al.* (2015) reportaron un efecto sinérgico al utilizar etanol en combinación con la feromona querciverol para la captura de la especie *Euwallacea nr. fornicatus*. Mientras que, Dodge *et al.* (2017), documentaron una mayor respuesta en la captura del complejo *E. nr. fornicatus*, al utilizar querciverol de manera individual en comparación con el uso de querciverol más etanol. Otro atrayente que ha mostrado resultados satisfactorios para la captura de escolitinos, es el  $\alpha$ -copaeno, un sesquiterpeno presente en árboles de la familia Lauraceae (Kendra *et al.*, 2016). Kendra *et al.* (2011) mencionaron que las emisiones de  $\alpha$ -copaeno,  $\alpha$ -humuleno y beta-cariofileno se relacionan positivamente con la captura de *Xyleborus glabratus* en condiciones de campo. En estudios recientes, se ha señalado un efecto sinérgico en la atracción de *E. nr. fornicatus*, al utilizar  $\alpha$ -copaeno en combinación con querciverol (Kendra *et al.*, 2017). Resultados en México confirman que el etanol tiene un buen efecto atrayente para escolitinos nativos tanto combinado con querciverol como utilizado solo (Lázaro, 2019).

Cabe señalar que, en México, el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), a través de la Dirección General de Sanidad Vegetal, estableció

un sistema de monitoreo para especies de escolitinos consideradas de importancia cuarentenaria, utilizando los compuestos atrayentes  $\alpha$ -copaeno y querciverol, con el cual se detectó en Tijuana, Baja California, a *E. nr. fornicatus* en el año 2015 (Equihua *et al.*, 2016; García *et al.*, 2016).

Los escarabajos ambrosiales exóticos *Xyleborus glabratus*, *Euwallacea* spp. y sus hongos simbioses *Raffaelea lauricola* y *Fusarium Euwallaceae*, tienen un potencial elevado de impacto a ecosistemas forestales mexicanos.

En un estudio realizado en California EUA, observaron 207 especies de plantas leñosas con signos de ataque de *Euwallacea* spp. de las cuales se aisló a *F. Euwallaceae* de 113 plantas, pertenecientes a 40 familias (Eskalen *et al.*, 2013). Las familias con más especies infestadas fueron Sapindaceae, Fabaceae y Fagaceae.

Varias especies pueden ser susceptibles al ataque de *Euwallacea* spp. y de la enfermedad, sin embargo, actualmente sólo cerca de 38 especies han sido identificadas como hospedantes adecuados, donde *Euwallacea* sp. es capaz de reproducirse, desarrollarse y el hongo puede crecer; Gomez *et al.* (2019) enlistan a 412 especies de plantas en 75 familias que son hospederos para el complejo *E. nr. fornicatus*, incluidas 27 especies de plantas, 20 de las cuales son hospedantes donde se pueden reproducir y desarrollar, en las familias Annonaceae, Apocynaceae, Araliaceae, Caricaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lauraceae, Magnoliaceae, Malvaceae, Meliaceae, Moraceae, Myristicaceae, Rubiaceae, Salicaceae, Sapindaceae y Sapotaceae.

De los hospederos reportados, 109 son reportados como hospederos reproductores, 95 son especies forestales maderables comerciales y 43 son especies relevantes para la fruticultura (Mark *et al.*, 2014).

Se ha reportado que *X. glabratus* prefiere hospederos de la familia Lauraceae, aunque se menciona que ha afectado algunas especies de la familia Fabaceae, Dipterocarpaceae, Fagaceae y Theaceae en Asia (Rabaglia *et al.*, 2006; Koch & Smith, 2008; Hulcr & Lou, 2013).

El control fitosanitario de incursiones poblacionales a México es definido en el plan de acción del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.

En el año 2015 se detectó por primera vez la presencia de *Euwallacea* spp. dentro de un parque urbano localizado en la ciudad de Tijuana, Baja California. Derivado de ello, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), en coordinación con el Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Baja California (CESVBC) han realizado actividades de contención que implican el manejo integral de este grupo de insectos, considerando tratamientos mecánicos y químicos.

A dos años de ejecutar acciones de control en México, es necesario revalorar los tratamientos fitosanitarios para el complejo *Euwallacea* spp.- *Fusarium Euwallaceae* considerando datos reales derivados de la incursión de estos organismos a Tijuana, Baja California. Actualmente se considera presente la plaga en cuatro municipios de esta entidad: Tecate, Tijuana, Rosarito y Ensenada (SENASICA, 2018).

Los trabajos de la presente consultoría se realizarán en sitios con antecedentes de afectación y/o presencia de brotes activos por el complejo de escarabajos ambrosiales (*Euwallacea* spp.). En el estado de Baja California, se tienen antecedentes de manejo fitosanitario en “Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces”, delegación Playas de Tijuana, Tijuana y en el “Parque Ecológico Cañón de Doña Petra” ubicado en Ensenada, Baja California. En estos dos sitios se realizó en 2018 un saneamiento forestal en árboles afectados por el complejo *Euwallacea* spp.- *Fusarium Euwallacea*. Ambos sitios fueron elegidos para el presente proyecto debido a que la directriz principal de este proyecto tiene el enfoque de realizar una evaluación en campo de la efectividad de las acciones de control y prevención fitosanitaria llevadas a cabo en áreas donde se han llevado a cabo acciones de saneamiento forestal.

En los municipios de Tecate y Rosarito se han detectado insectos sospechosos de *Euwallacea* spp. mediante el monitoreo con trampas cebadas con semioquímicos realizado por SENASICA, sin embargo, no se ha realizado un saneamiento forestal para el control del complejo de los mismos, debido a esto no se considera factible para realizar las actividades definidas en los términos de referencia del presente proyecto.

El producto final de la consultoría presenta a la federación información técnicamente sustentada sobre la efectividad de los tratamientos fitosanitarios de control y prevención ya utilizados para el manejo de escarabajos ambrosiales *Euwallacea* spp.-*Fusarium Euwallacea* y recomendaciones futuras sobre el uso de los tratamientos más adecuados.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. General

Conocer la efectividad de las acciones de control y prevención fitosanitaria para el complejo de insectos ambrosiales (*Euwallacea* spp.-*Fusarium Euwallacea*) llevadas a cabo en los municipios de Tijuana y Ensenada, Baja California, México.

### 2.2. Particulares

- 1) Realizar una revisión, recopilación y análisis de la información referente a los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales (*Euwallacea* spp.).
- 2) Establecer una vinculación, coordinación y comunicación con los principales actores participantes en la contingencia fitosanitaria para intercambio de información y planeación de las actividades a realizar en el proyecto.
- 3) Seleccionar los sitios de referencia en campo en donde se realizaron acciones de control y prevención fitosanitario para el complejo de escarabajos ambrosiales (*Euwallacea* spp.).
- 4) Ejecutar el plan de trabajo propuesto anteriormente, con la metodología, equipo y materiales a utilizar para el desarrollo de las actividades y productos entregables contemplados en la consultoría.
- 5) Evaluar la eficiencia de la técnica de endoterapia vegetal como acción preventiva, utilizada en los hospedantes potenciales de colonización por el complejo de ambrosiales (*Euwallacea* spp.).
- 6) Evaluar la eficiencia de dosis y productos definidos en el protocolo de atención de escarabajos ambrosiales para las principales especies forestales afectadas por *Euwallacea* spp.
- 7) Evaluar la eficiencia y el rango de acción de los atrayentes utilizados para el monitoreo del complejo de escarabajos ambrosiales (*Euwallacea* spp. y *Xyleborus* spp.).
- 8) Entregar un informe parcial de resultados y un producto final de resultados de la consultoría de acuerdo con lo especificado en los TdR del proyecto.
- 9) Realizar la entrega y presentación del producto final en la Gerencia de Sanidad de la CONAFOR en sus oficinas centrales ubicadas en Zapopan, Jalisco.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Revisión de la información referente a los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en Tijuana y Ensenada, Baja California**

Para la elaboración de los productos entregables de la consultoría, se realizó una revisión de información respecto al tema de insectos ambrosiales y a los tratamientos fitosanitarios utilizados para su control en Tijuana y Ensenada, Baja California. Se llevó a cabo una búsqueda y consulta en bases de datos oficiales de instituciones federales y estatales como CONAFOR, SENASICA, INIFAP, INECOL y Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Baja California (CESVBC). También se consultó a personal del Ayuntamiento de Tijuana para recopilar información disponible y se contactó a personal de la Universidad de Davis, California para intercambio de información referente al tema de insectos ambrosiales.

Para la elaboración de los productos entregables se llevó a cabo una revisión bibliográfica, realizando búsquedas y consultas en bases de datos oficiales de SENASICA y CONAFOR, bases de datos digitales: <https://www.barkbeetles.info/>, <http://xyleborini.myspecies.info/>, <http://www.ambrosiasymbiosis.org/>.

También se consultaron manuales y tesis de instituciones educativas tales como: Colegio de Postgraduados y Universidad Autónoma Chapingo. Por otra parte, fue efectuada una revisión exhaustiva en libros, artículos y notas científicas más recientes asociados al tema de los escarabajos ambrosiales para la elaboración de este documento, incluidas en el apartado 6.

Lo anterior se llevó a cabo para realizar la determinación taxonómica de especímenes recolectados, el establecimiento de experimentos, diseñar y fundamentar la metodología para la evaluación en campo de la efectividad de las acciones de control y prevención fitosanitaria realizadas para el control de insectos ambrosiales.

#### **3.2. Vinculación con los principales actores participantes en la contingencia fitosanitaria de escarabajos ambrosiales**

Se estableció una vinculación que consistió en intercambio de información, mediante reuniones de trabajo, llamadas telefónicas, videollamadas, correos electrónicos y recorridos en campo con los principales actores participantes en la contingencia fitosanitaria de escarabajos ambrosiales, para la presentación del proyecto, solicitud de información y coordinación de esfuerzos para el desarrollo de la presente consultoría. Los actores participantes en la contingencia con los que se realizó la vinculación fueron:

- Gerencia de Sanidad Forestal de la CONAFOR, oficinas centrales de Zapopan, Jalisco.
- Gerencia Estatal de la CONAFOR en Baja California, área de Sanidad Forestal.
- Dirección de General de Sanidad Vegetal y Dirección de Protección Fitosanitaria de SENASICA.
- Dirección de protección al ambiente de los Ayuntamientos de Tijuana y Ensenada.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Baja California
- Sistema Municipal de Parques Temáticos de Tijuana (SIMPATT).

### **3.3. Selección de los sitios de campo para la evaluación de la efectividad de las acciones de control y prevención fitosanitaria de escarabajos ambrosiales**

Con el análisis de la información recopilada referente al saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales, disponible en los informes de tratamientos fitosanitarios aplicados para el control de escarabajos ambrosiales en Tijuana (CESVBC *et al.*, 2018) y Ensenada (CONAFOR, CESVBC & Ayuntamiento de Ensenada, 2018) proporcionados por CONAFOR, informes mensuales de manejo fitosanitario de los ambrosiales 2018 de SENASICA (SENASICA, 2018) y la información proporcionada por los actores participantes en la contingencia fitosanitaria, se definieron los sitios de campo ubicados en Tijuana y Ensenada, donde se realizará la evaluación de la efectividad de las acciones de control y prevención fitosanitaria de escarabajos ambrosiales contemplada en la consultoría.

Con la finalidad de realizar una evaluación objetiva, confiable y real de los tratamientos fitosanitarios para el control de insectos ambrosiales aplicados en 2018 en Tijuana y Ensenada, Baja California, los sitios de campo que fueron seleccionados para la evaluación presentaron las siguientes características:

1. Antecedentes de afectación por insectos ambrosiales y aplicación de tratamientos fitosanitarios para su control, con información disponible relativa a las acciones de saneamiento forestal realizadas como son: tratamientos aplicados, productos, dosis, fecha de inicio y finalización del saneamiento, ubicación georeferenciada del polígono tratado y datos de los árboles tratados.
2. Accesibilidad para realizar un monitoreo de la evaluación de los tratamientos fitosanitarios definidos en el proyecto.
3. Para el caso de la evaluación de los semioquímicos utilizados, se buscó un sitio con presencia de un brote activo y antecedentes recientes de la presencia de insectos ambrosiales, lo anterior para asegurar que existiera una población factible de ser atraída por los semioquímicos y capturada en las trampas, con la finalidad de llevar a cabo una adecuada evaluación de los tratamientos definidos.

La evaluación de la efectividad de las acciones de control y prevención fitosanitaria de escarabajos ambrosiales se realizó en los predios denominados: “Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces”, delegación Playas de Tijuana, Tijuana (Figura 1) y en el “Parque Ecológico Cañón de Doña Petra” ubicado en Ensenada, Baja California (Figura 2).

Es importante mencionar que la definición final de los sitios de campo donde se llevó a cabo la evaluación de los tratamientos fitosanitarios aplicados, se realizó de acuerdo con el estado del nivel de afectación causado por los escarabajos ambrosiales en Tijuana y Ensenada en agosto y septiembre de 2019, así como con la información disponible respecto a los tratamientos aplicados; por lo anterior se presentaron cambios de ubicación de los sitios de campo, que se fueron efectuados para obtener mejores resultados en la evaluación realizada durante la presente consultoría.



**Figura 1. Ubicación del sitio “Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces”, Playas de Tijuana, Tijuana, Baja California. Fuente: Google Earth, elaborada con datos de CESVBC *et al.* (2018).**



**Figura 2. Ubicación del sitio Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Google Earth.**

### 3.4. Plan de trabajo del proyecto de consultoría

Con la información analizada referente a escarabajos ambrosiales, tratamientos fitosanitarios aplicados y los datos proporcionados por los participantes en la contingencia fitosanitaria se complementó el plan de trabajo, incluyendo la metodología de evaluación propuesta desarrollada para esta consultoría, el equipo, materiales y herramientas necesarias para el desarrollo del proyecto y un cronograma de actividades detallado.

### 3.5. Material, equipo y herramienta necesaria para el desarrollo del proyecto

En el Cuadro 1, se describe el material, equipo y herramienta necesaria para el desarrollo de cada una de las actividades planteadas y los productos entregables con la finalidad de llevar a cabo una adecuada evaluación de la efectividad de las acciones de control y prevención fitosanitaria de escarabajos ambrosiales, el costo estimado de los insumos es de aproximadamente \$72,678.01 pesos para el desarrollo de la presente consultoría. Por cuestiones de logística y optimización de recursos, parte del material y equipo fue rentado o gestionado en préstamo para su uso durante la ejecución del proyecto.

**Cuadro 1. Material, equipo y herramienta necesaria para el desarrollo de la consultoría: Servicios de consultoría para evaluar la efectividad de los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en México.**

Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario	Proveedores	Actividad
Trampas multiembudo tipo Lindgren de 8 embudos con depósito colector	16	Pieza	\$430.00	Injecthor de México S.A. de C.V.	Evaluación de la efectividad y el rango de acción de los semioquímicos
Envase colector de las trampas Lindgren	16	Pieza	\$34.48	Injecthor de México S.A. de C.V.	
Compuestos semioquímicos a base de A-copaeno	10	Pieza	\$75.00	Injecthor de México	
Compuestos semioquímicos a base de Querciverol	10	Pieza	\$160.00	Injecthor de México	
Propilenglicol	1	Porrón de 20 L	\$2,726.00	Grupo Neokem S.A. de C.V.	
Alcohol etílico al 70%	1	Porrón de 20 L	\$950.00	Grupo Neokem S.A. de C.V.	
Frascos tipo Vacutainer color rojo 6 ml	1	Paquete de 200 piezas	\$368.53	Laboratorio escolar express S.A de C.V.	

Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario	Proveedores	Actividad
Alambre de acero galvanizado calibre 18	1	Kg	\$54.00	Truper S.A. de C.V.	
Pinzas o alicates Pretul	1	Pieza	\$139.2	Truper S.A. de C.V.	
Hielera poliestireno para el transporte de semioquímicos	1	Pieza	\$100.00	Cadena comercial OXXO S.A. de C.V.	
Etiquetas adhesivas de 1.5 cm x 4 cm	1	Paquete de 200	\$28.00	Office Depot de México S.A. de C.V.	
Marcadores indelebles color negro	3	Pieza	\$20.00	Office Depot de México S.A. de C.V.	
Pinceles de pelo camello del #2	3	Pieza	\$15.00	Office Depot de México S.A. de C.V.	
Lápices	10	Pieza	\$40.00	Office Depot de México S.A. de C.V.	
Microscopio estereoscópico 45x	1	Equipo	\$30,000.00	Renta	
Bolsas herméticas tipo Ziploc (17 cm x 20 cm)	3	Paquete de 50 bolsas	\$50.00	Walmart de México y Centroamérica S.A.B de C.V.	
Soporte para celular, para toma de fotografías en microscopio marca Xocany	1	Equipo	\$300.00	Office Depot de México S.A. de C.V.	
Alfileres entomológicos # 1 y 2	1	Paquete	\$ 321.20	Artículos entomológicos S.A. de C.V.	
Pegamento Blanco Bully 35 g	1	Pieza	\$48.00	Office Depot de México S.A. de C.V.	
Papel opalina	1	Pieza	\$3.00	Office Depot de México S.A. de C.V.	
Placa de Unicel 100 x 50 x 2 cm	1	Pieza	\$20.00	Office Depot de México S.A. de C.V.	
Clinómetros digitales	2	Equipo	\$6,750.00	Perfoparts S.A. de C.V.	Evaluación de

Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario	Proveedores	Actividad
Cintas diamétricas	2	Equipo	\$1,000.00	Perfoparts S.A. de C.V.	tratamientos fitosanitarios
Equipo receptor GPS Marca Garmin e-trex 10	2	Equipo	\$2,308.40	Perfoparts S.A. de C.V.	
Lupa entomológica de 60x	2	Pieza	\$106.80	Artículos entomológicos S.A. de C.V.	
Pinza entomológica # 5.	2	Pieza	\$76.00	Artículos entomológicos S.A. de C.V.	
Hacha europea con mango 14".	2	Pieza	\$280.00	Truper S.A. de C.V.	
SERRUCHO para poda curvo.	2	Pieza	\$149.00	Truper S.A. de C.V.	
Latas de pintura en aerosol color naranja fluorescente.	10	Pieza	\$ 62.50	Truper S.A. de C.V.	
Lamina de aluminio (papel repujado) para etiquetas.	1	Pieza	\$80.00	Office Depot de México S.A. de C.V.	
Gafas protectoras.	2	Pieza	\$80.00	Truper S.A. de C.V.	
Cámara fotográfica 16 MP	1	Equipo	\$4,759.00	Office Depot de México S.A. de C.V.	Actividades generales
Memoria SD 16 GB clase 10	1	Pieza	\$219.00	Office Depot de México S.A. de C.V.	
<b>Total</b>			<b>\$72,678.01</b>		

### **3.6. Evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios aplicados para el control de escarabajos ambrosiales en Tijuana y Ensenada, Baja California**

#### **3.6.1. Evaluar la eficiencia de las acciones preventivas y curativas utilizando la técnica de endoterapia vegetal en los hospedantes potenciales de colonización por el complejo de ambrosiales (*Euwallacea* spp. y *Xyleborus* spp.)**

##### **3.6.1.1. Selección del sitio de campo**

La evaluación de la técnica de endoterapia vegetal, la cual es un método para aplicar plaguicidas mediante inyecciones directas al tronco o fuste; esta técnica funciona como acción preventiva en los hospedantes potenciales de colonización por el complejo de ambrosiales, por lo que esta técnica de aplicación de plaguicidas será evaluada en los sitios descritos en el apartado 3.3. A continuación, se presenta información específica del tratamiento de endoterapia vegetal realizado en los dos sitios:

1. “Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces”, Playas de Tijuana, Tijuana, Baja California, en donde fueron tratados con endoterapia 302 individuos de las especies de sauce (*Salix lasiolepis*) y pimienta brasileña (*Schinus terebinthifolius*); el saneamiento se llevó a cabo en el periodo del 2 al 15 de mayo de 2018 (CESVBC *et al.*, 2018).

2. “Parque Ecológico Cañón de Doña Petra”, Ensenada, Baja California, en donde se reporta un tratamiento con endoterapia a 1,072 individuos de las especies de sicomoro, aliso o álamo (*Platanus racemosa*), encino (*Quercus agrifolia*), álamo fremont (*Populus fremontii*) y sauce (*Salix lasiolepis*), las actividades de saneamiento se efectuaron del 3 de octubre al 23 de noviembre de 2018 (CONAFOR, CESVBC & Ayuntamiento de Ensenada, 2018).

En cada uno de los sitios se realizaron recorridos de campo para identificar el área donde se llevaron a cabo los tratamientos fitosanitarios en 2018. Para establecer el sitio de evaluación se localizó en el área saneada, la zona donde los trabajos se efectuaron con mayor intensidad y donde se observó el mayor número de árboles tratados. Después en el sitio de evaluación se efectuó una exploración con la finalidad de localizar los árboles que fueron tratados con endoterapia para llevar a cabo la respectiva evaluación de acuerdo con la metodología establecida (Figura 3 y Figura 4).



**Figura 3.** Recorrido de campo en el área en donde se realizaron los tratamientos fitosanitarios para el control de escarabajos ambrosiales en 2018, exploración y localización de los individuos que recibieron el tratamiento preventivo de endoterapia vegetal, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: propia.



**Figura 4.** Recorrido de campo en el área en donde se realizaron los tratamientos fitosanitarios para el control de escarabajos ambrosiales en 2018, exploración y localización de los individuos que recibieron el tratamiento preventivo de endoterapia vegetal, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: propia.

### **3.6.1.2. Evaluación de los tratamientos aplicados**

#### **Tratamiento**

Para realizar la evaluación de los tratamientos aplicados previamente, se consideró la endoterapia vegetal como acción preventiva y/o de control en los hospederos potenciales del complejo de ambrosiales (*Euwallacea* spp. y *Xyleborus* spp.), dado que no se aplicó el tratamiento como acción preventiva en todos los árboles, en aquellos con afectación severa se aplicó directamente el tratamiento como acción de control.

#### **Producto**

Efecto combinado de la mezcla de los siguientes productos (CONAFOR, 2018; CONAFOR, CESVBC & Ayuntamiento de Ensenada, 2018):

1. Solución de fungicida con ingrediente activo Propiconazol, 196 ml de producto en 804 ml de agua.
2. Solución de insecticida con ingrediente activo Acefato, 150 g de producto en 850 ml de agua.

#### **Dosis**

25 ml de la mezcla de la solución de Propiconazol y Acefato por cada centímetro de diámetro a la altura del pecho del árbol tratado (CONAFOR, 2018; CONAFOR, CESVBC & Ayuntamiento de Ensenada, 2018).

#### **Número de árboles a evaluar en cada sitio**

- 20 individuos tratados con endoterapia vegetal con la mezcla de los productos y dosis mencionadas.
- 10 individuos no tratados con endoterapia vegetal (testigos).

#### **Principal variable respuesta al tratamiento**

Condición fitosanitaria del árbol con relación a la afectación por escarabajos ambrosiales: afectado por insectos ambrosiales con ataque exitoso (1) y no afectado por insectos ambrosiales (0).

### **3.6.1.3. Selección de los árboles a evaluar en cada sitio.**

En cada sitio fue identificado de manera aproximada el centro del brote de insectos ambrosiales que recibió saneamiento forestal en 2018, a partir de este punto se establecieron 4 líneas de evaluación orientadas al Norte, Sur, Este y Oeste. Siguiendo el rumbo definido se realizó un recorrido de 50 m para identificar los individuos que recibieron tratamiento de endoterapia, para su identificación se llevó a cabo una revisión de la parte baja del tronco en búsqueda de los puntos de inyección característicos de la técnica. En este mismo recorrido también se localizaron individuos no tratados, en algunos casos de la evaluación se amplió el rango del recorrido hasta 100 m en cada punto cardinal (Figura 5, Figura 6 y Figura 7).

En cada uno de los 4 rumbos (N, S, E y O), fueron seleccionados 5 árboles tratados y testigos (los cuales pueden variar en número) para su evaluación (Figura 6 y Figura 7), en el caso de los árboles testigos evaluados en ocasiones se modificó el rumbo en búsqueda de los individuos no tratados, ya que debido al protocolo de saneamiento la mayor parte de los árboles hospederos que se encontraban cercanos al brote fueron tratados con endoterapia.

Para la evaluación de este tratamiento fueron seleccionados un total de 30 individuos en cada sitio, en caso del sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces debido a las condiciones particulares de los sitio en relación a la problemática social de presencia de personas habitando el parque (Figura 8), no fue posible realizar la exploración y búsqueda de individuos tratados con endoterapia en la totalidad del área por lo que se realizó en campo un ajuste en la cantidad de individuos evaluados.

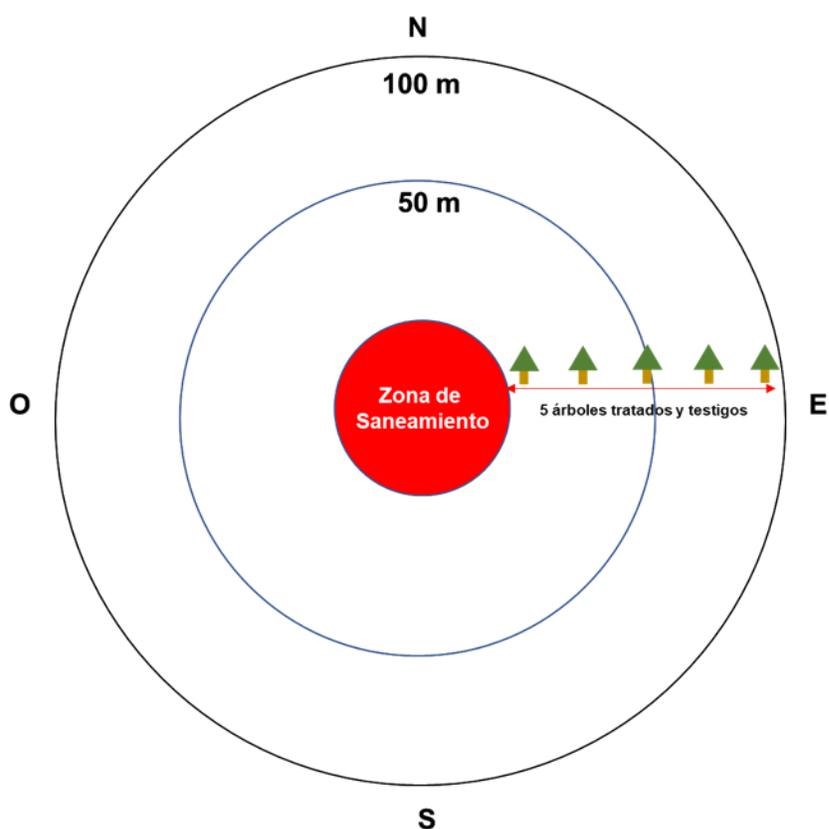


Figura 5. Diseño de muestreo para la selección de los árboles tratados y los no tratados (testigos) con endoterapia vegetal de manera preventiva y curativa, para realizar la evaluación de efectividad en la protección de afectaciones por insectos ambrosiales.



Figura 6. Ubicación del sitio de evaluación de los tratamientos aplicados de endoterapia vegetal, definición del centro, delimitación del radio del sitio y rumbos cardinales para la selección de los individuos, Cauze y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Propia.



**Figura 7. Ubicación del sitio de evaluación de los tratamientos aplicados de endoterapia vegetal, definición del centro, delimitación del radio del sitio y rumbos cardinales para la selección de los individuos, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.**



**Figura 8. Presencia de refugios temporales que habitan personas como parte de la problemática social del parque Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Propia.**

#### **3.6.1.4. Evaluación en campo del tratamiento de endoterapia**

En cada uno de los sitios se realizó una evaluación de los árboles seleccionados para determinar la eficiencia del tratamiento preventivo de endoterapia vegetal aplicado, en esta evaluación se determinó la variable respuesta al tratamiento que fue la condición actual fitosanitaria de árbol con relación a la afectación por escarabajos ambrosiales: afectado con ataque exitoso (1) y no afectado (0) (Figura 9 y Figura 10).

Para cada individuo evaluado se determinó su especie, diámetro normal, altura total y su ubicación geográfica, adicionalmente se dibujó un identificador numérico consecutivo y se fue asignada una clave para determinar el grupo de tratamiento evaluado (Figura 9 y Figura 10).

Para llevar a cabo la evaluación fue efectuada una dictaminación cualitativa de los árboles seleccionados utilizando un protocolo general de evaluación (Figura 9 y Figura 10) y posteriormente una valoración cuantitativa utilizando la escala de afectación propuesta descrita en el apartado 3.6.1.5 de este documento.



**Figura 9. Evaluación fitosanitaria de los individuos tratados con endoterapia vegetal y testigos, identificación de los árboles, determinación del diámetro normal, altura total y estado de salud respecto a afectación por escarabajos ambrosiales, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Propia.**



Figura 10. Evaluación fitosanitaria de los individuos tratados con endoterapia vegetal y testigos, identificación y georreferenciación de los árboles, determinación del diámetro normal, altura total y estado de salud respecto a afectación por escarabajos ambrosiales, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.

### 3.6.1.5. Protocolo general de evaluación de los árboles seleccionados para la evaluación de tratamientos aplicados para el control y prevención de afectaciones por escarabajos ambrosiales

En cada árbol seleccionado como tratado o testigo se realizará una evaluación cualitativa para el reconocimiento de los síntomas y daños causados por el complejo de insectos ambrosiales, se utilizarán como apoyo visual las imágenes e información de las guías publicadas en 2019 por Servicio Nacional De Sanidad Inocuidad Y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) disponibles en: <https://www.gob.mx/senasica/documentos/manejo-fitosanitario-de-los-ambrosiales?state=published>.

De acuerdo con lo anterior, el proceso de evaluación empleará el siguiente protocolo.

1. Visualizar a detalle el follaje, las ramas, el fuste y la parte baja del árbol evaluado y en su caso el tocón.
2. Determinar si el follaje presenta afectación.
  - a. Muerte descendente de ramas, generalmente inicia en la parte superior de la copa.
  - b. Coloración del follaje grisácea, marrón-rojiza.



Figura 11. Afectación del follaje, muerte descendente y presencia de follaje grisáceo y marrón-rojizo. Fuente: SENASICA.

3. Determinar si en las ramas, tronco y parte baja del árbol se localizan orificios de entrada y salida, en su caso también se deberá revisar el tocón.



**Figura 12. Presencia de orificios de entrada y salida presentes en tronco y ramas. Fuente: Propia.**

4. Determinar si en los orificios de entrada y salida ubicados en ramas, tronco, parte baja y corteza del árbol evaluado y tocón existe lo siguiente:
  - a. Excremento de los insectos en los orificios.
  - b. Acumulación oscura de exudado o resina (gomosis).
  - c. Coloración oscura rodeando los orificios de salida.
  - d. Exudado húmedo color marrón oscuro alrededor de los orificios de salida.
  - e. Acumulación blanca de exudado (volcanes de azúcar).
  - f. Presencia de aserrín sobre la corteza en los orificios de salida.
  - g. Presencia de palillos de aserrín sobre la corteza, cerca de los orificios de salida.



**Figura 13. Acumulación de resina (gomosis) en el tronco (izquierda), exudado húmedo color marrón y coloración oscura rodeando orificios de salida (centro y derecha). Fuente: SENASICA.**



Figura 14. Acumulación de exudado color blanco en el tronco (volcanes de azúcar) (izquierda), aserrín en la corteza (centro) y palillos de aserrín sobre el tronco (derecha). Fuente: SENASICA.

5. Determinar si en tronco, ramas del árbol evaluado y en su caso el tocón, se tienen evidencias de:
  - a. Exudado en polvo blanco.
  - b. Exudado oscuro, marrón o blanco de aspecto húmedo a lo largo del tronco y ramas.



Figura 15. Exudado tipo polvo blanco (izquierda) y exudado marrón oscuro de aspecto húmedo a lo largo del tronco (centro y derecha). Fuente SENASICA.

6. Si se determina alguna evidencia descrita en los puntos 3 al 5, se procederá a realizar una inspección más detallada en el árbol evaluado, la cual consistirá en descortezar zonas del tronco donde se localicen orificios de entrada y salida o alguna otra evidencia descrita que indique la posible presencia de los insectos en el interior del árbol evaluado. Se llevará a cabo el descortezado y la poda y/o corta de una sección del tronco o ramas para determinar si se tienen presencia de:
- Galerías, en forma lineal.
  - Perforaciones en la albura.
  - Insectos adultos, preimagos, pupas, larvas o huevos.
  - Mancha oscura-azul de la madera.
  - Coloración oscura del tronco.
  - Necrosis en el xilema.



Figura 16. Galerías en forma lineal (izquierda) y perforaciones de los insectos en la albura (derecha) en *Salix* sp. Fuente: Propia.



Figura 17. Huevos (izquierda) y larvas (derecha) en galerías. Fuente: SENASICA.



Figura 18. Insectos presentes en galerías y orificios en árboles de *Salix* sp. afectados. Fuente: Propia.



Figura 19. Coloración oscura del tronco (izquierda), necrosis del xilema (centro) y mancha oscura-azul de la madera (derecha). Fuente: SENASICA.

7. Con la evaluación realizada y las evidencias detectadas, se calificará a cada árbol evaluado con la escala fitosanitaria de afectación por escarabajos ambrosiales (Cuadro 2), calificando para cada variable de manera binaria, conforme la ausencia o presencia de la evidencia. Al final se realizará una sumatoria para determinar el estado fitosanitario actual de cada individuo (Cuadro 3).

**Cuadro 2. Escala fitosanitaria de afectación por escarabajos ambrosiales para la evaluación de la efectividad de las acciones de control y prevención fitosanitaria para el complejo de insectos ambrosiales (*Euwallacea* spp.-*Fusarium Euwallacea*) Fuente: Elaboración propia.**

No	Variable	Nivel de afectación	Calificación
1	Follaje de la copa con afectación, muerte descendente de las ramas que generalmente inicia en la parte superior de la copa, coloración del follaje grisácea, marrón-rojiza.	Presente	1
		Ausente	0
2	Orificios de entrada y salida en ramas, tronco, parte baja del árbol y tocón.	Presente	1
		Ausente	0
3	Orificios de entrada y salida con evidencia de: a. Excremento de los insectos en los orificios. b. Acumulación oscura de exudado o resina (gomosis). c. Coloración oscura rodeando los orificios de salida. d. Exudado húmedo color marrón oscuro alrededor de los orificios y en el tronco. e. Acumulación blanca de exudado (volcanes de azúcar), en los orificios y en el tronco. f. Aserrín sobre la corteza en los orificios de salida. g. Palillos de aserrín sobre la corteza, cerca de los orificios de salida.	Presente	1
		Ausente	0
4	Al descortezar zonas en el tronco, ramas, parte baja del tronco y tocón, en el interior del árbol se tiene evidencia de: a. Galerías, en forma lineal. b. Perforaciones en la albura. c. Insectos adultos, preimagos, pupas, larvas o huevos. d. Mancha oscura-azul de la madera. e. Coloración oscura del tronco. f. Necrosis en el xilema.	Presente	1
		Ausente	0

**Cuadro 3. Determinación del estado fitosanitario de los individuos que recibieron tratamientos para insectos ambrosiales (*Euwallacea* spp.-*Fusarium Euwallacea*). Fuente: Elaboración propia.**

Nivel de afectación	Calificación	Descripción
0	0	<b>Individuo no afectado por insectos ambrosiales</b> , sin evidencias de síntomas ni daños.
1	1-2	<b>Individuo con ataque inicial de insectos ambrosiales no exitoso</b> , se puede tener evidencias de afectación en follaje y orificios de entrada.
2	3-4	<b>Individuo afectado con ataque de insectos ambrosiales exitoso</b> , puede presentar evidencias de: afectación en el follaje, presencia de orificios de entrada y salida, presencia en los orificios de exudados color oscuro-marrón, resina, excremento, acumulación blanca de exudado, aserrín y palillos de aserrín. En su interior puede presentar galerías, insectos adultos, preimagos, pupas o huevos de ambrosiales. En la albura se observa una coloración oscura, macha azul-oscura y necrosis del xilema.

### 3.6.1.6. Determinación de residuos de plaguicidas

Para determinar la presencia de residuos de los productos acefato y propiconazol aplicados mediante endoterapia en árboles hospederos de escarabajos ambrosiales, se tomó una muestra de tejido vegetal de un árbol tratado para analizarla con el método de cromatografía de líquidos MS/MS.

La muestra analizada fue recolectada de un encino (*Quercus agrifolia*), ubicado en el Cañón de Doña Petra, en el sitio de evaluación, se localizó en la coordenada 11 R 537116 E, 3529931, a una altitud de 60 msnm. El individuo presentó un diámetro normal de 18.9 cm y una altura total de 8.5 m. El encino fue tratado con endoterapia vegetal, se observó un punto de inyección en su base, con la válvula colocada para realizar el suministro de los productos.

Para el análisis se colectó una rama la cual se encontraba a una altura de 2.9 m del punto de inyección y a 3.1 m del nivel del suelo, en total fueron colectados dos segmentos de la rama: el primero tuvo una longitud de 45 cm y un diámetro mayor y menor de 9 cm y un peso de 1.1 kg sin corteza, el segundo registró una longitud 47.5 cm y un diámetro mayor de 9.0 y diámetro menor de 7.8 cm, con un peso de 1.3 kg sin corteza.

### **3.6.1.7. Análisis de la efectividad del tratamiento de endoterapia vegetal**

Para determinar la efectividad del tratamiento preventivo de endoterapia vegetal aplicado, se realizará un análisis con dos grupos de árboles tratados y no tratados; se evaluará el estado fitosanitario de los individuos de acuerdo con los niveles de afectación definidos anteriormente (Cuadro 3), para posteriormente proceder a analizar los resultados con estadísticas básicas descriptivas y anexando evidencias fotográficas.

El análisis de los resultados obtenidos permitirá definir el nivel de eficiencia de la acción preventiva y curativa de los productos utilizados y sus respectivas dosis aplicadas mediante la técnica de endoterapia vegetal en los hospedantes potenciales de colonización y árboles afectados por el complejo de ambrosiales.

### **3.6.2. Evaluación de los tratamientos fitosanitarios de control cultural y químico con dosis y productos definidos en el protocolo de atención a escarabajos ambrosiales para las principales especies forestales afectadas por *Euwallacea* spp.**

#### **3.6.2.1. Selección del sitio de campo**

La evaluación se realizó en los dos sitios en donde se llevó a cabo el saneamiento forestal en 2018 definidos en el punto 3.3. En estas áreas se efectuó un control cultural y químico en árboles, rebrotes y ramas afectadas por insectos ambrosiales.

En cada uno de los sitios se realizaron recorridos de campo para identificar el área donde se llevaron a cabo los tratamientos fitosanitarios en 2018. Para establecer el sitio de evaluación se localizó en el área saneada, la zona donde los trabajos se efectuaron con mayor intensidad. Con la finalidad de optimizar la evaluación el sitio seleccionado para evaluar este tratamiento, fue seleccionado el mismo sitio de evaluación utilizado para el tratamiento de la endoterapia vegetal descrito en el apartado 3.6.1., ya que también se efectuó un control cultural y químico en la misma zona como parte del saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales (Figura 20 y Figura 21).

Después en el sitio de evaluación se efectuó una exploración con la finalidad de localizar los árboles que no fueron tratados con un control químico y cultural y también que no recibieron el tratamiento de endoterapia, por lo anterior estos individuos testigos son los mismo para los dos tratamientos mencionados, debido a que el número de árboles no tratados en las áreas saneadas es limitado. También fueron localizados los tocones de árboles tratados con un control cultural y químico. En los individuos no tratados (testigos) y tocones de árboles tratados se llevó a cabo la respectiva evaluación de acuerdo con la metodología establecida (Figura 20 y Figura 21).

#### **3.6.2.2. Evaluación de los tratamientos aplicados**

##### **Tratamiento**

**Cauces y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana.** Control cultural y químico: poda de rebrotes de árboles anteriormente afectados por insectos ambrosiales en 2016, trituración de material vegetal proveniente de rebrotes y aplicación del producto químico insecticida con ingrediente activo Abamectina al material vegetal triturado. Sellado de heridas de poda con mezcla de cal y nopal.

**Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada.** Control cultural y químico: Eliminación de arbolado afectado por insectos ambrosiales mediante derribo, trituración de material vegetal principalmente ramas y puntas, aplicación del producto químico insecticida con ingrediente activo Abamectina al material vegetal triturado. Incineración *in situ* del material vegetal principalmente troncos y ramas de diámetros mayores. Sellado de heridas de poda y tocones con mezcla de cal y sal.



**Figura 20.** Recorrido de campo en el área en donde se realizaron los tratamientos fitosanitarios para el control de escarabajos ambrosiales en 2018, exploración y localización de los individuos que no recibieron un control cultural, químico y endoterapia vegetal, y también ubicación de tocones de árboles que fueron saneados, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Propia.



**Figura 21.** Recorrido de campo en el área en donde se realizaron los tratamientos fitosanitarios para el control de escarabajos ambrosiales en 2018, exploración y localización de los individuos que no recibieron un control cultural, químico y endoterapia vegetal, y también ubicación de tocones de árboles que fueron saneados, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.

### **Producto y dosis**

Como parte del control químico se utilizó el insecticida con ingrediente activo Abamectina, aplicado al material vegetal que fue triturado, la dosis empleada fue de 2 ml de producto por litro de agua.

### **Número de árboles a evaluar en cada sitio**

10 individuos no tratados con el control cultural y químico (testigos) que se encuentren en los sitios que recibieron saneamiento forestal.

Como una variable adicional para la evaluación del tratamiento, fueron inspeccionados 20 tocones de árboles tratados con el control cultural y químico: derribo de árboles afectados, triturado de material vegetal principalmente ramas y puntas, incineración de material vegetal *in situ* mayormente de troncos, aplicación del insecticida con ingrediente activo Abamectina en el material triturado.

Estos tocones fueron revisados para determinar la presencia de plaga activa en su interior, debido a que, en caso de existir humedad residual en el tejido vegetal, pueden presentarse las condiciones propicias para el desarrollo de estos insectos (Coulson & Witter, 1984; Arnett *et al.*, 2002; Wood, 2007).

### **Principal variable respuesta al tratamiento**

Condición fitosanitaria de los árboles testigos que no recibieron el tratamiento de control cultural y químico, debido a que no se encontraban afectados cuando se realizó el saneamiento forestal. En la evaluación se determinó si actualmente están afectados por escarabajos ambrosiales dictaminando su condición como: afectado por insectos ambrosiales con ataque exitoso (1) y no afectado por insectos ambrosiales (0).

#### **3.6.2.3. Selección de los árboles a evaluar en cada sitio**

En cada sitio fue identificado de manera aproximada el centro del brote de insectos ambrosiales que fue saneado en 2018, a partir de este punto se establecieron 4 líneas de recorrido orientadas al Norte, Sur, Este y Oeste. Siguiendo el rumbo definido se realizó un recorrido de 50 a 100 m para identificar los individuos que no recibieron el tratamiento de control cultural y químico (testigos) (Figura 22, Figura 23 y Figura 24).

En cada uno de los 4 rumbos (N, S, E y O), fueron seleccionados un total de 10 individuos que testigos para la evaluación este tratamiento, en algunas ocasiones se modificó el rumbo en búsqueda de los individuos no tratados, ya que debido al protocolo de saneamiento la mayor parte de los árboles hospederos que se encontraban cercanos al brote fueron tratados con endoterapia. En este recorrido también se inspeccionaron 20 tocones de árboles saneados. Esta actividad se realizó en los dos sitios seleccionados (Figura 23 y Figura 24).

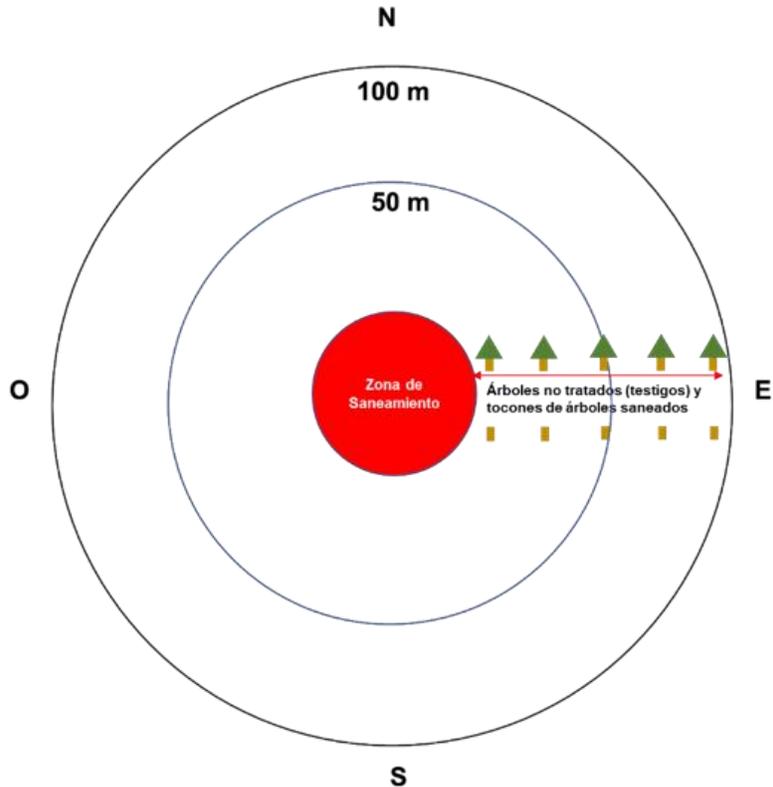


Figura 22. Diseño de muestreo para la selección de los árboles tratados y los no tratados con insecticida, para realizar la evaluación de efectividad en el control por insectos ambrosiales.

#### 3.6.2.4. Evaluación en campo del tratamiento de control cultural y químico

En cada uno de los sitios se realizará una evaluación de los árboles seleccionados para determinar la eficiencia del tratamiento de control cultural y químico aplicado, en esta evaluación se determinará la variable respuesta al tratamiento que es la condición actual fitosanitaria de árbol en relación a la afectación por escarabajos ambrosiales: afectado con ataque exitoso (1) y no afectado (0) (Figura 25 y Figura 26)

Para cada individuo evaluado se identificará su especie, diámetro normal, altura total y su ubicación geográfica, adicionalmente se le colocará un identificador numérico consecutivo y una clave para identificar el grupo de tratamiento evaluado al que pertenece (Figura 25 y Figura 26)

Para llevar a cabo la evaluación se efectuará una dictaminación cualitativa de los árboles seleccionados (Figura 25 y Figura 26), utilizando un protocolo general de evaluación descrito en el apartado 3.6.1.5 y posteriormente una valoración cuantitativa utilizando una escala de afectación propuesta (Cuadro 3).



**Figura 23. Ubicación del sitio de evaluación de los tratamientos aplicados de control cultural y químico, definición del centro, delimitación del radio del sitio y rumbos cardinales para la selección de los individuos, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Propia.**



**Figura 24. Ubicación del sitio de evaluación de los tratamientos aplicados de control cultural y químico, definición del centro, delimitación del radio del sitio y rumbos cardinales para la selección de los individuos, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.**



**Figura 25. Evaluación fitosanitaria de los individuos no tratados en el saneamiento forestal (testigos) y tocones de árboles saneados, identificación de los árboles, determinación del diámetro normal, altura total y estado de salud, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Propia.**



**Figura 26. Evaluación fitosanitaria de los individuos no tratados en el saneamiento forestal (testigos) y tocones de árboles saneados, identificación de los árboles, determinación del diámetro normal, altura total y estado de salud, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.**

### **3.6.2.5. Análisis de la efectividad del tratamiento de control cultural y químico**

Se determinó la efectividad del tratamiento cultural y químico de endoterapia vegetal aplicado, realizando un análisis con los dos grupos: árboles tratados y no tratados (testigos); se evaluó el estado fitosanitario de los individuos de acuerdo con los niveles de afectación definidos anteriormente (Cuadro 3), posteriormente se analizaron los resultados, obteniendo el porcentaje de individuos sanos sin evidencias de afectación de insectos ambrosiales.

### **3.6.3. Evaluación de la eficiencia y el rango de acción de los atrayentes utilizados para el monitoreo de escarabajos ambrosiales (*Euwallacea* spp. y *Xyleborus* spp.)**

#### **3.6.3.1. Selección del sitio de campo**

Se realizó una revisión de la información disponible sobre monitoreo de escarabajos ambrosiales y también se estableció comunicación con personal de la CONAFOR y CESVBC con respecto a los trabajos de monitoreo realizados en el Estado de Baja California y respecto al saneamiento forestal de las zonas afectadas “Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces” en Tijuana y “Parque Ecológico Cañón de Doña Petra” en Ensenada, ambos sitios ubicados en el Estado de Baja California. Lo anterior para definir zonas con posibilidades de presentar un sitio con las condiciones de un brote activo de infestación de los escarabajos ambrosiales.

De acuerdo con la información recabada y entrevistas con el personal del CESVBJ y CONAFOR Baja California, se determinó que existen focos activos de infestación por insectos ambrosiales, existiendo la posibilidad de coordinar esfuerzos con el área de sanidad forestal CONAFOR Baja California y el CESVBC para realizar una visita en campo a los sitios definidos.

Se realizó una visita de campo del 06 al 12 de agosto de 2019 a los sitios con posibilidad de presencia de un brote de insectos ambrosiales en los municipios de Tijuana y Ensenada, Baja California, estos recorridos se efectuaron en coordinación con personal de CESVBC y sanidad forestal CONAFOR Baja California.

Fue localizado un brote activo de insectos ambrosiales ubicado en el Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyTEBC) plantel Ensenada, Baja California, en este sitio se instaló el experimento para la evaluación de la eficiencia y el rango de acción de los atrayentes utilizados para el monitoreo de escarabajos ambrosiales (*Euwallacea* spp. y *Xyleborus* spp.).

### 3.6.3.2. Diseño experimental

Fue instalado en el CECyTEBC un experimento con un diseño en bloques al azar; en total se utilizaron 15 unidades experimentales, que consistieron en 15 trampas multiembudo tipo Lindgren con depósito colector.

El experimento se llevó a cabo colocando las trampas multiembudo tipo Lindgren de ocho embudos, en un arreglo lineal de acuerdo con las dimensiones del brote activo y del predio, en cinco distancias diferentes (20 m, 40 m, 60 m, 80 m y 100 m) a partir del foco de infestación principal, establecidas en diferentes orientaciones, considerando la metodología propuesta por Owens *et al.* (2019) (Figura 27, Figura 28 y Cuadro 4).

Los semioquímicos utilizados como atrayentes fueron: el querciverol (p-mentenol) (QU) (Figura 29), el  $\alpha$ -copaeno (CO) (Figura 30), y la combinación (CQ) de ambos atrayentes; cabe mencionar que la especie *X. glabratus* es atraída por el  $\alpha$ -copaeno y el complejo *Euwallacea* spp. por el querciverol.

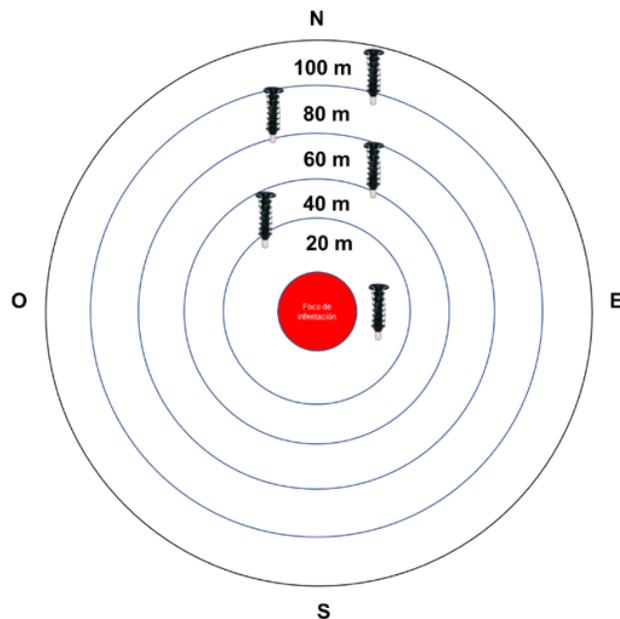


Figura 27. Esquema de distribución espacial de las trampas Lindgren a partir de un foco de infestación, empleado para determinar la eficiencia y el rango de acción de los semioquímicos utilizados para el monitoreo de insectos ambrosiales (*Euwallacea* spp. y *Xyleborus* spp.).

**Cuadro 4. Aleatorización de tratamientos de acuerdo con la distancia de separación utilizada para determinar la eficiencia y el rango de acción de los semioquímicos utilizados para el monitoreo de insectos ambrosiales (*Euwallacea* spp. y *Xyleborus* spp.).**

Bloque (Distancia)	Semioquímico	Orientación
20 m	CO	N
20 m	QU	NE
20 m	CQ	NO
40 m	QU	N
40 m	CQ	NE
40 m	CO	NO
60 m	CQ	N
60 m	CO	NE
60 m	QU	NO
80 m	CQ	N
80 m	QU	NE
80 m	CO	NO
100 m	CO	N
100 m	CQ	NE
100 m	QU	NO

### **3.6.3.3. Instalación en campo de las trampas cebadas con semioquímicos**

La instalación de las trampas se efectuó preferentemente en especies no hospedadas de los escarabajos ambrosiales, en tutores o soportes, a una altura de 1.0 m del suelo (Figura 28). Los semioquímicos fueron almacenados en un congelador de un refrigerador, también durante el proceso de instalación se transportaron en una hielera con hielos, para evitar su volatilización (Figura 31). Los semioquímicos fueron colocados con alambre en el tercer embudo, en el interior de la trampa en su orientación Oeste. Como fijador y conservador de los insectos se utilizó el propilenglicol que fue colocado en los frascos recolectores de cada trampa (Figura 32).

A cada trampa se le asignó una clave de identificación, constituida por el número de trampa, las dos primeras letras del tratamiento y la distancia a la que está ubicado del foco de infestación seleccionado; por ejemplo, 2QU20, significa trampa 2, con el tratamiento del querciverol y a una distancia de 20 m del brote activo (Figura 32). La ubicación de las trampas se georreferenció empleando un equipo receptor GPS en el sistema de coordenadas UTM.

#### **3.6.3.4. Monitoreo de las trampas cebadas con semioquímicos**

Las trampas se revisaron semanalmente, con la finalidad de asegurar que éstas y los semioquímico, mantuvieran todos sus componentes. La recolección del material biológico se llevó a cabo semanalmente, debido a que si trascurre más tiempo se corre el riesgo de que los insectos se degraden, el material recolectado fue colocado en bolsas plásticas herméticas utilizando como conservador temporal el propilenglicol, para su posterior procesamiento (Figura 33).

Durante el monitoreo las evaluaciones (recolectas) se realizaron cada semana durante 30 días, considerando como variable respuesta el número de insectos capturados en las trampas de ambos géneros de importancia epidemiológica y cuarentenaria. Se utilizaron bolsas plásticas herméticas para transportar los insectos capturados en cada trampa, debidamente etiquetadas con su clave y fecha de recolección, se colocaron en su interior etiquetas de papel rotuladas con lápiz y en la superficie de la bolsa se colocó el rotulo con marcador permanente (Figura 33).

El material recolectado fue trasladado a las instalaciones de Consultores para la Investigación Aplicada y el Desarrollo (INyDES) en Texcoco de Mora, Estado de México, para procesamiento e identificación; parte del material se trasladó durante las visitas a campo y otra parte fue enviada por paquetería.

La identificación del material se realizó en el laboratorio de Parasitología Forestal de la División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, utilizando microscopios estereoscópicos y claves taxonómicas de insectos ambrosiales. Los especímenes sospechosos fueron remitidos al Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de SENASICA ubicado en Tecámac, Estado de México, para confirmar su identidad.



Figura 28. Proceso de establecimiento del experimento con de trampas multiembudo en diferentes orientaciones e intervalos de distancia, sobre tutores y especies no hospedantes, CECyTEBC plantel Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.



Figura 29. Semioquímico querciverol ( $p$ -mentenol) utilizado para el monitoreo de insectos ambrosiales, específicamente para complejo *Euwallacea* spp. Fuente: Propia.



Figura 30. Semioquímico  $\alpha$ -copaeno utilizado para el monitoreo de insectos ambrosiales, específicamente para *Xyleborus glabratus*. Fuente: Propia.



Figura 31. Almacenamiento en un congelador y transporte de semioquímicos en una hilera con hielos para evitar la volatilización de los compuestos. Fuente: Propia.



Figura 32. Colocación de semioquímicos en la trampa multiembudo para su cebado, depósito de propilenglicol en frasco recolector como fijador y conservador de insectos, se observa la etiqueta rotulada con la clave correspondiente de cada trampa, CECyTEBC, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.



Figura 33. Monitoreo, revisión y recolección del material capturado en las trampas con semioquímicos, CECyTEBC, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.

### 3.6.3.5. Procesamiento e identificación del material recolectado

Las muestras fueron procesadas utilizando un microscopio estereoscópico para separar, contar, montar y determinar los organismos de interés, colocando los insectos ambrosiales en tubos tipo Vacutainer para su almacenamiento. El procesamiento e identificación de las muestras se realizó inmediatamente después de recibidas, el tiempo aproximado de traslado fue 5 a 8 días (Figura 34).

Para la identificación de los insectos se utilizaron las claves taxonómicas de Wood (1982), Rabaglia *et al.* (2006), Gomez *et al.* (2018) y también se llevó a cabo la comparación con insectos ya determinados. Para la corroboración de especies se enviará una muestra de 10 insectos al laboratorio de Entomología del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria del SENASICA.



Figura 34. Procesamiento, conteo, identificación, montaje y almacenamiento del material recolectado procedentes de las trampas cebadas con semioquímicos en CECyTEBC, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.

### **3.6.3.6. Análisis de la información**

Este experimento fue analizado estadísticamente utilizando el modelo Cuasi-Poisson, el cuál es más adecuado cuando existe sobredispersión de los datos. Con el objetivo de determinar el semioquímico con mejor efecto de atracción y los rangos de acción de cada semioquímico evaluado.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. Plan de trabajo de la consultoría**

El plan de trabajo y el cronograma detallado de actividades de la consultoría “Evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en México” fueron enviados vía correo electrónico a la Gerencia de Sanidad Forestal de la CONAFOR y a la Unidad Coordinadora del Proyecto en formato .pdf y .xls.

### **4.2. Vinculación con los principales actores participantes en la contingencia fitosanitaria de escarabajos ambrosiales**

Se realizaron visitas del 6 al 13 de agosto de 2019 y del 17 al 20 de septiembre de 2019 a Ensenada y Tijuana, Baja California, donde se llevaron a cabo reuniones de trabajo con personal de CONAFOR, CESVBC y el Sistema Municipal de Parques Temáticos de Tijuana (SIMPATT). Uno de los objetivos de la vinculación con los actores participantes fue establecer comunicación directa, para intercambio de información disponible respecto a los tratamientos fitosanitarios aplicados y ubicación en campo de los sitios saneados, lo que permitió realizar una planeación estratégica de las actividades contempladas en la presente consultoría.

También se buscaron aliados de trabajo y se coordinaron esfuerzos para el desarrollo de la consultoría con las diferentes dependencias involucradas en las acciones fitosanitarias: CONAFOR, CESVBC y SIMPATT. La vinculación se realizó a través de video llamadas, asimismo mediante una constante comunicación vía telefónica durante el desarrollo del proyecto.

### **4.3. Visita de campo a Tijuana y Ensenada, Baja California**

Durante el periodo del 6 a 13 de agosto de 2019 y del 17 al 20 de septiembre de 2019, se realizaron recorridos de campo con personal de CONAFOR, CESVBC y SIMPATT en los sitios que recibieron un saneamiento forestal para insectos ambrosiales, brotes activos y sitios con sospecha de afectación (Figura 35, Figura 36, Figura 37 y Figura 38).

En estas áreas fueron identificadas evidencias de las acciones de control y preventivas, realizadas para el combate de escarabajos ambrosiales, también se detectaron árboles afectados con presencia de síntomas característicos de la afectación por estos insectos, en algunos casos fue posible identificar galerías e insectos adultos en el interior de los individuos afectados (Figura 38 y Figura 39), igualmente se observaron los trabajos de aplicación de la técnica de endoterapia vegetal como actividad preventiva (Figura 40).

Los sitios visitados en campo en Tijuana y Ensenada, Baja California fueron los siguientes:

1. Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California.
2. Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California.
3. Colonia Territorio Sur, Ensenada, Baja California.

4. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyTE) plantel Ensenada, Baja California.
5. Parque Morelos, Guadalajara, Tijuana, Baja California.
6. Parque Teniente Miguel Guerrero, Centro, Tijuana, Baja California.
7. Parque México, Playas de Tijuana, Tijuana, Baja California.



**Figura 35** Recorrido de campo y exploración del sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California en coordinación con personal de CONAFOR y SIMPATT. Fuente: Propia.



**Figura 36.** Visita y exploración del sitio Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California, en coordinación con personal de CONAFOR. Fuente: Propia.



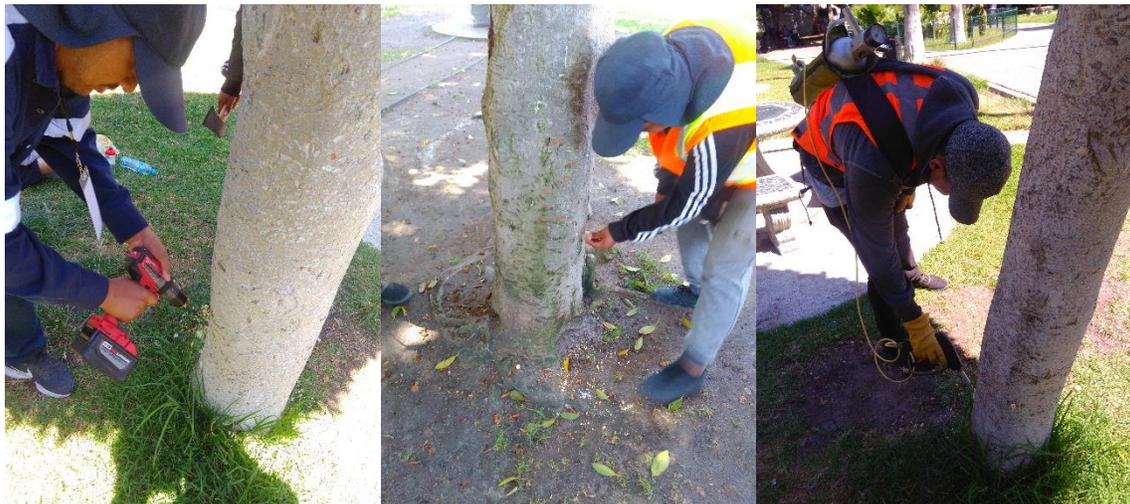
**Figura 37.** Inspección de un sitio de monitoreo de escarabajos ambrosiales ubicado en el CECyTEBC, Ensenada, Baja California se revisó una trampa en coordinación con personal de CESVBC. Fuente: Propia.



**Figura 38.** Vista de un árbol de sauce afectado por insectos ambrosiales, se observa los daños característicos como presencia de orificios de entrada con aserrín y coloración blanca en el fuste, al descortezar se observan los orificios en la zona del cambium y albura, también galerías lineales, individuo ubicado en la periferia del plantel CECyTEBC, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.



**Figura 39.** Vista de insectos ambrosiales adultos localizados en el interior de un árbol de sauce afectado, después de realizar el descortezado se observan varios ejemplares, individuo de sauce ubicado en la periferia del plantel CECyTEBC, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.



**Figura 40.** Endoterapia vegetal aplicada como tratamiento preventivo para escarabajos ambrosiales, Parque Teniente Miguel Guerrero, Centro, Tijuana, Baja California. Fuente: Propia.

## **4.4. Descripción general de los sitios elegidos para evaluar los tratamientos fitosanitarios**

### **4.4.1. Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California**

#### **4.4.1.1. Descripción general**

El municipio de Tijuana se encuentra entre los paralelos 32° 11' y 32° 35' de latitud Norte y los meridianos 116° 31' y 117° 07' de longitud Oeste; presenta una altitud sobre el nivel del mar entre 0 y 1 200 m. Colinda al Norte con los Estados Unidos de América y el municipio de Tecate; al Este con los municipios de Tecate y Ensenada; al Sur con los municipios de Ensenada y Playas de Rosarito; al Oeste con el municipio de Playas de Rosarito y el Océano Pacífico. Ocupa el 1.74% de la superficie del Estado de Baja California. Cuenta con 643 localidades y una población total: 1, 410, 687 habitantes (INEGI, 2009).

#### **Fisiografía**

Tijuana se encuentra dentro de Península de Baja California (100%), y presenta las siguientes subprovincias fisiográficas en su territorio: Sierra baja (35.85%), Meseta compleja (25.90%), Lomerío escarpado con bajada (9.39%), Meseta disectada con lomerío (8.93%), Lomerío tendido (7.42%), Llanura aluvial costera salina (6.38%), Valle intermontano cerrado (4.34%), Valle intermontano abierto con lomerío (0.74%), Lomerío escarpado (0.66%), Valle intermontano abierto (0.38%) (INEGI, 2009).

#### **Clima**

El clima del municipio de Tijuana se considera mediterráneo templado, con lluvias en invierno con precipitaciones en un rango de 100 a 300 mm anuales. El rango de temperaturas va de 14° a 16°C (INEGI, 2009).

#### **Geología**

La geología presente corresponde a los periodos: Cretácico (50.13%), Neógeno (17.67%), Cuaternario (9.69%), 1.82% no está definido. Los tipos de rocas que dominan en el territorio municipal de Tijuana son los siguientes, Ígnea extrusiva: andesita-toba intermedia (38.84%), basalto (2.98%), andesita (2.11%) y toba ácida (1.55%) Sedimentaria: arenisca (13.72%) y conglomerado (2.91%) (INEGI, 2009).

#### **Edafología**

Los tipos de suelo presentes en Tijuana son: Leptosol (57.96%), Vertisol (10.86%), Cambisol (4.41%), Regosol (2.60%), Fluvisol (1.89%), Phaeozem (1.52%), Luvisol (0.07%) y Arenosol (0.02%) (INEGI, 2009).

#### **Uso de suelo y vegetación**

El uso del suelo del municipio de Tijuana es de agricultura en un 9.44 % y zonas urbanas en 20.31%. El tipo de vegetación predominante es matorral en un 51.02%, bosque en 0.66% y existe un 18.57% no aplicable (INEGI, 2009).

## Zona urbana

La zona urbana del municipio de Tijuana, que es donde se encuentra el sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, se encuentra creciendo sobre suelos y rocas sedimentarias del Cretácico y rocas extrusivas e intrusivas del Cretácico y Neógeno, en meseta compleja, llanura aluvial costera salina y meseta compleja con lomeríos; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Regosol, Leptosol y Vertisol; tienen clima seco mediterráneo templado, y está creciendo sobre terrenos previamente ocupados por matorrales y agricultura (INEGI, 2019).

### 4.4.1.2. Descripción particular

**Denominación del sitio:** Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces.

**Ubicación:** zona urbana de Tijuana, entre la avenida Playas de Tijuana y Calle Cantera de la Delegación Municipal Playas de Tijuana, Baja California.

**Coordenada geográfica de referencia:** 32.53346434353716 N, -117.11968555821532 W.

**Altitud sobre el nivel del mar:** 10 metros.

**Pendiente promedio:** 5%-20%.

**Exposición:** Noroeste predominantemente.

**Tipo de vegetación:** vegetación secundaria de bosques de galería modificada por las condiciones urbanas.

**Especies arbóreas predominantes:** *Salix lasiolepis* (sauce), *Schinus terebinthifolius* (pimiento brasileño), *Eucalyptus globulus* (eucalipto azul), *Washingtonia robusta* (palma de abanico).



Figura 41. Vista general del sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Propia.



Figura 42. Sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces (izquierda), a la derecha un campamento de inmigrantes, parte de la problemática del lugar. Fuente: Propia.



Figura 43. Vegetación predominante en el sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, en primer plano se observan individuos de sauce (*Salix lasiolepis*) y en segundo plano árboles de eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Fuente: Propia.

**Cuadro 5. Coordenadas de los vértices del sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California, correspondiente al área sujeta a saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales en 2018.**

Vértice	Latitud N			Longitud W			Coordenada UTM Z 11 R WGS84	
	Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	Este (x)	Norte (y)
1	32	32	4.76	117	7	13.21	488700.06	3599707.12
2	32	32	4.90	117	7	10.52	488770.23	3599711.35
3	32	32	4.24	117	7	10.57	488768.9	3599691.03
4	32	32	2.33	117	7	10.13	488780.31	3599632.2
5	32	32	0.86	117	7	10.2	488778.44	3599586.94
6	32	31	59.38	117	7	9.01	488809.43	3599541.33
7	32	31	58.96	117	7	9.5	488796.63	3599528.41
8	32	31	57.06	117	7	7.76	488841.95	3599469.86
9	32	31	56.36	117	7	9.08	488807.5	3599448.34
10	32	31	55.65	117	7	9.51	488796.26	3599426.49
11	32	31	55.52	117	7	9.75	488789.99	3599422.5
12	32	31	56.38	117	7	10.55	488769.15	3599449
13	32	31	56.78	117	7	10.77	488763.43	3599461.32
14	32	31	57.03	117	7	10.46	488771.52	3599469.01
15	32	31	57.69	117	7	10.7	488765.29	3599489.34
16	32	31	57.64	117	7	11.02	488756.94	3599487.81
17	32	31	57.87	117	7	11.14	488753.82	3599494.9
18	32	31	58.13	117	7	10.96	488758.52	3599502.9
19	32	31	59.22	117	7	11.41	488746.82	3599536.48
20	32	31	58.87	117	7	12.42	488720.46	3599525.73
21	32	32	1.93	117	7	13.69	488687.44	3599619.99
22	32	32	2.14	117	7	13.18	488700.75	3599626.44
23	32	32	2.64	117	7	12.92	488707.55	3599641.83
24	32	32	2.89	117	7	13.00	488705.47	3599649.53
25	32	32	3.02	117	7	13.20	488700.26	3599653.54
26	32	32	3.08	117	7	13.42	488694.52	3599655.39
27	32	32	3.35	117	7	13.52	488691.92	3599663.71
28	32	32	3.53	117	7	13.45	488693.76	3599669.25
29	32	32	3.94	117	7	13.47	488693.25	3599681.88

## Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California



Evaluación de la efectividad de los tratamientos  
fitosanitarios utilizados para el control de  
escarabajos ambrosiales en México

Proyecto GEF "Aumentar la capacidades  
de México para implementar la Estrategia  
Nacional de Especies Invasoras"



### Simbología

- Vertices de polígono Los Sauces
- Polígono de saneamiento Los Sauces
- Brote de infestación, Parque los Sauces

Sistema de Coordenadas: UTM WGS 1984  
Zona: 11 N  
Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum: WGS 1984  
Unidades: Metros

Fecha: 13 de Octubre de 2019

Coordinador del proyecto: Consultores  
para la Investigación Aplicada y  
el Desarrollo S.A. de C.V.



Autor: Iván F. Quiroz



Figura 44. Ubicación del sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Elaboración propia.

## **4.4.2. Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California.**

### **4.4.2.1. Descripción general**

El municipio de Ensenada se encuentra ubicado entre los paralelos 27° 59' y 32° 24' de latitud norte; los meridianos 112° 44' y 116° 54' de longitud Oeste; presenta una altitud sobre el nivel del mar de entre 1 y 1 900 m. Tiene colindancias al Norte con los municipios de Playas de Rosarito, Tijuana, Tecate, Mexicali y el Golfo de California; al Este con el Golfo de California; al Sur con Baja California Sur y el Océano Pacífico; al Oeste con el Océano Pacífico y el municipio de Playas de Rosarito. El municipio ocupa el 73.13% de la superficie del Estado de Baja California. Cuenta con 2,837 localidades y una población total de 413,481 habitantes (INEGI, 2009).

#### **Fisiografía**

Ensenada forma parte de la provincia de Península de Baja California (99%), Llanura Sonorense (1%), teniendo como subprovincias en su territorio: Sierras de Baja California Norte (92%), Desierto de San Sebastián Vizcaíno (5%), Sierra de la Giganta (2%), Desierto de Altar (1%) (INEGI, 2009).

#### **Clima**

El clima del municipio de Ensenada se distribuye de la siguiente manera: muy seco semicálido (43%), seco mediterráneo templado (24%), muy seco templado (16%), muy seco muy cálido y cálido (6%), semifrío subhúmedo con lluvias en invierno (5%), templado subhúmedo con lluvias en verano (3%), seco templado (2%) y muy seco semifrío (1%). El rango de precipitación es de entre 100 a 500 mm anuales. La temperatura tiene un rango entre 6° - 22°C. (INEGI, 2009).

#### **Geología**

La geología presente corresponde a los periodos: Cretácico (46%), Neógeno (22%), Cuaternario (20%), No definido (7%), Paleógeno (4%) y Terciario (1%). Los tipos de rocas que dominan en el territorio municipal de Ensenada son los siguientes, Ígnea intrusiva: tonalita (9%), granodiorita-tonalita (8%), granodiorita (7%), granito (2%) y diorita (1%), Ígnea extrusiva: andesita-toba intermedia (10%), basalto (7%), toba ácida (7%), andesita (2%) y basalto-brecha volcánica básica (1%), Sedimentaria: conglomerado (9%), arenisca (8%), arenisca-conglomerado (2%), caliza (1%) y lutita-arenisca (1%). Suelo: aluvial (13%), eólico (2%) y lacustre (1%). Metamórfica: gneis (4%), metasedimentaria (2%), esquisto (2%) y complejo metamórfico (1%) (INEGI, 2009).

#### **Edafología**

Los suelos dominantes en Ensenada son: Leptosol (50.87%), Regosol (25.25%), Calcisol (5.61%), Vertisol (4.23%), Fluvisol (3.60%), Planosol (2.05%), Arenosol (1.96%), Phaeozem (1.80%), Cambisol (1.65%), Solonchak (1.16%), Luvisol (1.06%), Solonetz (0.43%), Gleysol (0.01%) (INEGI, 2009).

### Uso de suelo y vegetación

El uso del suelo del municipio de Ensenada es de agricultura en un 3.92%, zonas urbanas en 0.22%, así como diferentes tipos de vegetación natural: matorral en un 91.08% del municipio, bosque 2.30%, pastizal en 0.06% y 2.42% no aplicable (INEGI, 2009).

### Zona urbana

Las zonas urbanas de Ensenada, que es donde se encuentra el sitio Parque Ecológico el Cañón de Doña Petra, se localiza sobre suelos del Cuaternario, rocas sedimentarias y extrusivas e intrusivas del Cretácico, en llanura aluvial costera salinas y lomeríos escarpados con bajadas; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Regosoles, Leptosoles, Luvisoles y Phaeozem; tienen clima seco templado y muy seco templado y están creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y matorrales (INEGI, 2009).

#### 4.4.2.2. Descripción particular

**Denominación del sitio:** Parque Ecológico el Cañón de Doña Petra.

**Ubicación:** zona urbana de Ensenada, en el Km 10 del Libramiento de Ensenada a Ojos Negros Baja California, Baja California.

**Coordenada de referencia:** 31.904775879442305 N,-116.6077339046858 W.

**Altitud sobre el nivel del mar:** 65 metros.

**Pendiente promedio:** 5%-40%.

**Exposición:** Noreste predominantemente.

**Corrientes de agua:** Se localiza una corriente de agua permanente que recorre el sitio en una dirección Norte-Sur, este arroyo se encuentra contaminado por aguas residuales de una planta de tratamiento.

**Tipo de vegetación:** vegetación secundaria de bosques de galería y vegetación secundaria de bosque de encino, ambas modificadas por las condiciones urbanas.

**Especies arbóreas predominantes:** *Quercus agrifolia* (encino), *Salix lasiolepis* (sauce), *Platanus racemosa* (álamo), *Schinus terebinthefolius* (pimiento brasileño), *Eucalyptus globulus* (eucalipto azul).



**Figura 45.** Vista de la parte Suroeste del Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California, se observa una vegetación secundaria de bosque de galería que se encuentra creciendo en el cauce de un arroyo presente en el sitio. Fuente: Propia.



**Figura 46.** Vista de la parte Noroeste del Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, se observa una vegetación secundaria de bosque de encino, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.



Figura 47. Parajes del Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, en donde se realizaron acciones de saneamiento forestal para el control de escarabajos ambrosiales, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.



Figura 48. Sitio con antecedentes de saneamiento forestal para el control de escarabajos ambrosiales, se observan árboles de *Quercus agrifolia* (encino) y *Platanus racemosa* (álamo), Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.



Figura 49. Sitio con antecedentes de saneamiento forestal para el control de escarabajos ambrosiales, se observan árboles de *Quercus agrifolia* (encino), *Platanus racemosa* (álamo) y *Eucalyptus globulus* (eucalipto azul), Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.



Figura 50. Área con presencia de árboles de *Salix lasiolepis* (sauce) y *Quercus agrifolia* (encino) y arroyo presente en el sitio, se observa que se encuentra contaminado por aguas residuales, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.

**Cuadro 6. Coordenadas de los vértices del sitio Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada Baja California, correspondiente al área sujeta a saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales en 2018.**

Polígono	Vértice	Latitud N			Longitud W			Coordenada UTM Z 11 R WGS84	
		Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	Este (x)	Norte (y)
1 PECDP	1	116	36	12.72	31	55	0.06	537482.30	3531269.26
1 PECDP	2	116	36	12.21	31	54	59.36	537495.88	3531247.85
1 PECDP	3	116	36	10.91	31	54	58.26	537530.14	3531213.98
1 PECDP	4	116	36	9.68	31	54	58.14	537562.54	3531210.50
1 PECDP	5	116	36	6.94	31	54	54.48	537634.85	3531098.07
1 PECDP	6	116	36	7.11	31	54	52.80	537630.53	3531046.18
1 PECDP	7	116	36	8.00	31	54	51.84	537607.29	3531016.56
1 PECDP	8	116	36	10.02	31	54	47.92	537554.68	3530895.61
1 PECDP	9	116	36	10.02	31	54	45.71	537554.93	3530827.63
1 PECDP	10	116	36	8.92	31	54	43.03	537583.99	3530745.44
1 PECDP	11	116	36	9.92	31	54	37.63	537558.55	3530578.95
1 PECDP	12	116	36	11.32	31	54	36.64	537521.81	3530548.43
1 PECDP	13	116	36	11.39	31	54	35.92	537520.08	3530526.04
1 PECDP	14	116	36	10.60	31	54	35.19	537540.83	3530503.76
1 PECDP	15	116	36	10.98	31	54	34.17	537531.07	3530472.41
1 PECDP	16	116	36	11.35	31	54	34.61	537521.12	3530485.80
1 PECDP	17	116	36	11.49	31	54	34.52	537517.56	3530483.11
1 PECDP	18	116	36	11.90	31	54	33.51	537506.88	3530451.76
1 PECDP	19	116	36	12.45	31	54	33.24	537492.52	3530443.64
1 PECDP	20	116	36	12.38	31	54	32.37	537494.43	3530416.83
1 PECDP	21	116	36	13.27	31	54	31.88	537471.11	3530401.53
1 PECDP	22	116	36	13.92	31	54	33.04	537453.91	3530437.25
1 PECDP	23	116	36	14.06	31	54	37.60	537449.79	3530577.66
1 PECDP	24	116	36	13.17	31	54	40.71	537472.79	3530673.47
1 PECDP	25	116	36	12.65	31	54	41.61	537486.19	3530701.26
1 PECDP	26	116	36	13.95	31	54	46.32	537451.49	3530846.03
1 PECDP	27	116	36	10.02	31	54	54.80	537553.90	3531107.63
1 PECDP	28	116	36	11.05	31	54	56.34	537526.76	3531154.92
1 PECDP	29	116	36	16.32	31	54	58.52	537388.12	3531221.50
2 PECDP	1	116	36	33.14	31	55	20.09	536943.79	3531883.97
2 PECDP	2	116	36	30.81	31	55	19.91	537005.15	3531878.83
2 PECDP	3	116	36	26.44	31	55	17.54	537119.99	3531806.12
2 PECDP	4	116	36	24.85	31	55	17.54	537161.79	3531806.27
2 PECDP	5	116	36	24.08	31	55	15.71	537182.22	3531750.00
2 PECDP	6	116	36	22.62	31	55	15.10	537220.71	3531731.36
2 PECDP	7	116	36	20.72	31	55	12.83	537270.86	3531661.77

Polígono	Vértice	Latitud N			Longitud W			Coordenada UTM Z 11 R WGS84	
		Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	Este (x)	Norte (y)
2 PECDP	8	116	36	19.95	31	55	13.16	537291.04	3531671.91
2 PECDP	9	116	36	18.77	31	55	12.07	537322.18	3531638.46
2 PECDP	10	116	36	17.33	31	55	11.00	537360.03	3531605.75
2 PECDP	11	116	36	15.92	31	55	6.84	537397.58	3531477.74
2 PECDP	12	116	36	16.95	31	55	5.38	537370.77	3531432.69
2 PECDP	13	116	36	16.30	31	55	5.16	537387.66	3531426.04
2 PECDP	14	116	36	16.15	31	55	3.55	537391.88	3531376.42
2 PECDP	15	116	36	15.18	31	55	3.07	537417.54	3531361.76
2 PECDP	16	116	36	13.94	31	55	0.50	537450.18	3531282.72
2 PECDP	17	116	36	16.41	31	54	59.28	537385.61	3531244.92
2 PECDP	18	116	36	16.61	31	55	0.87	537380.05	3531293.86
2 PECDP	19	116	36	18.44	31	55	3.90	537331.84	3531386.94
2 PECDP	20	116	36	18.61	31	55	6.14	537326.88	3531456.02
2 PECDP	21	116	36	19.56	31	55	6.93	537301.85	3531480.07
2 PECDP	22	116	36	19.51	31	55	7.25	537303.15	3531490.14
2 PECDP	23	116	36	18.85	31	55	7.01	537320.72	3531482.81
2 PECDP	24	116	36	19.23	31	55	8.37	537310.46	3531524.37
2 PECDP	25	116	36	18.97	31	55	8.87	537317.12	3531539.82
2 PECDP	26	116	36	27.98	31	55	16.06	537079.71	3531760.34
2 PECDP	27	116	36	29.96	31	55	16.30	537027.80	3531767.54
2 PECDP	28	116	36	31.14	31	55	17.49	536996.65	3531804.32
2 PECDP	29	116	36	32.91	31	55	17.78	536950.11	3531812.89
3 PECDP	1	116	36	12.38	31	54	31.74	537494.55	3530397.31
3 PECDP	2	116	36	11.50	31	54	30.67	537517.60	3530364.51
3 PECDP	3	116	36	12.25	31	54	27.75	537498.39	3530274.53
3 PECDP	4	116	36	19.69	31	54	21.87	537303.51	3530092.65
3 PECDP	5	116	36	22.57	31	54	19.80	537228.23	3530028.64
3 PECDP	6	116	36	25.03	31	54	18.60	537163.65	3529991.52
3 PECDP	7	116	36	25.16	31	54	17.92	537160.36	3529970.70
3 PECDP	8	116	36	26.37	31	54	16.92	537128.77	3529939.73
3 PECDP	9	116	36	25.70	31	54	14.96	537146.54	3529879.38
3 PECDP	10	116	36	26.70	31	54	14.59	537120.29	3529867.90
3 PECDP	11	116	36	27.21	31	54	12.30	537107.04	3529797.40
3 PECDP	12	116	36	29.94	31	54	9.71	537035.86	3529717.31
3 PECDP	13	116	36	29.29	31	54	8.07	537052.91	3529667.03
3 PECDP	14	116	36	33.27	31	54	0.38	536949.25	3529429.79
3 PECDP	15	116	36	34.14	31	53	59.44	536926.45	3529400.85
3 PECDP	16	116	36	34.09	31	53	55.63	536928.21	3529283.46
3 PECDP	17	116	36	35.79	31	53	52.91	536884.02	3529199.43

Polígono	Vértice	Latitud N			Longitud W			Coordenada UTM Z 11 R WGS84	
		Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	Este (x)	Norte (y)
3 PECDP	18	116	36	35.61	31	53	48.31	536889.23	3529057.85
3 PECDP	19	116	36	36.35	31	53	48.33	536869.68	3529058.45
3 PECDP	20	116	36	36.46	31	53	46.19	536867.21	3528992.68
3 PECDP	21	116	36	35.53	31	53	45.74	536891.54	3528978.69
3 PECDP	22	116	36	35.27	31	53	47.11	536898.13	3529020.99
3 PECDP	23	116	36	31.71	31	53	46.78	536991.81	3529011.26
3 PECDP	24	116	36	35.12	31	53	44.75	536902.44	3528948.53
3 PECDP	25	116	36	35.74	31	53	44.95	536886.24	3528954.50
3 PECDP	26	116	36	35.22	31	53	43.99	536899.82	3528925.03
3 PECDP	27	116	36	36.02	31	53	42.68	536879.08	3528884.68
3 PECDP	28	116	36	37.84	31	53	39.07	536831.60	3528773.14
3 PECDP	29	116	36	42.67	31	53	34.66	536705.31	3528637.12
3 PECDP	30	116	36	43.33	31	53	32.38	536688.04	3528566.61
3 PECDP	31	116	36	46.54	31	53	29.85	536604.02	3528488.48
3 PECDP	32	116	36	47.36	31	53	30.15	536582.42	3528497.79
3 PECDP	33	116	36	46.67	31	53	31.66	536600.46	3528544.16
3 PECDP	34	116	36	49.52	31	53	28.95	536525.92	3528460.67
3 PECDP	35	116	36	55.63	31	53	26.45	536365.69	3528382.94
3 PECDP	36	116	36	55.30	31	53	25.92	536374.52	3528366.87
3 PECDP	37	116	36	56.43	31	53	25.07	536344.96	3528340.59
3 PECDP	38	116	36	56.81	31	53	25.20	536334.80	3528344.56
3 PECDP	39	116	36	58.22	31	53	23.42	536297.93	3528289.41
3 PECDP	40	116	36	58.38	31	53	23.59	536293.87	3528294.78
3 PECDP	41	116	37	4.69	31	53	18.08	536128.58	3528124.39
3 PECDP	42	116	37	5.31	31	53	20.19	536112.17	3528189.46
3 PECDP	43	116	37	4.69	31	53	21.78	536128.18	3528238.50
3 PECDP	44	116	36	43.23	31	53	38.63	536690.06	3528759.21
3 PECDP	45	116	36	37.92	31	53	45.50	536828.86	3528971.08
3 PECDP	46	116	36	38.59	31	53	51.60	536810.67	3529158.89
3 PECDP	47	116	36	36.17	31	53	56.68	536873.49	3529315.47
3 PECDP	48	116	36	38.46	31	53	56.94	536813.44	3529323.29
3 PECDP	49	116	36	38.25	31	53	58.35	536818.67	3529366.94
3 PECDP	50	116	36	37.35	31	53	58.05	536842.31	3529357.63
3 PECDP	51	116	36	36.20	31	54	0.66	536872.36	3529438.25
3 PECDP	52	116	36	33.45	31	54	5.22	536944.01	3529578.73
3 PECDP	53	116	36	31.71	31	54	7.40	536989.60	3529646.02
3 PECDP	54	116	36	31.86	31	54	8.99	536985.38	3529694.96
3 PECDP	55	116	36	28.99	31	54	13.22	537060.42	3529825.41
3 PECDP	56	116	36	28.09	31	54	13.89	537083.96	3529846.31

Polígono	Vértice	Latitud N			Longitud W			Coordenada UTM Z 11 R WGS84	
		Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	Este (x)	Norte (y)
3 PECDP	57	116	36	27.52	31	54	14.94	537098.66	3529878.56
3 PECDP	58	116	36	27.98	31	54	15.50	537086.46	3529895.95
3 PECDP	59	116	36	28.06	31	54	16.27	537084.35	3529919.43
3 PECDP	60	116	36	28.78	31	54	16.33	537065.46	3529921.37
3 PECDP	61	116	36	28.04	31	54	18.47	537084.79	3529987.20
3 PECDP	62	116	36	25.42	31	54	21.65	537153.20	3530085.39
3 PECDP	63	116	36	23.39	31	54	23.26	537206.28	3530135.25
3 PECDP	64	116	36	20.87	31	54	24.63	537272.21	3530177.76

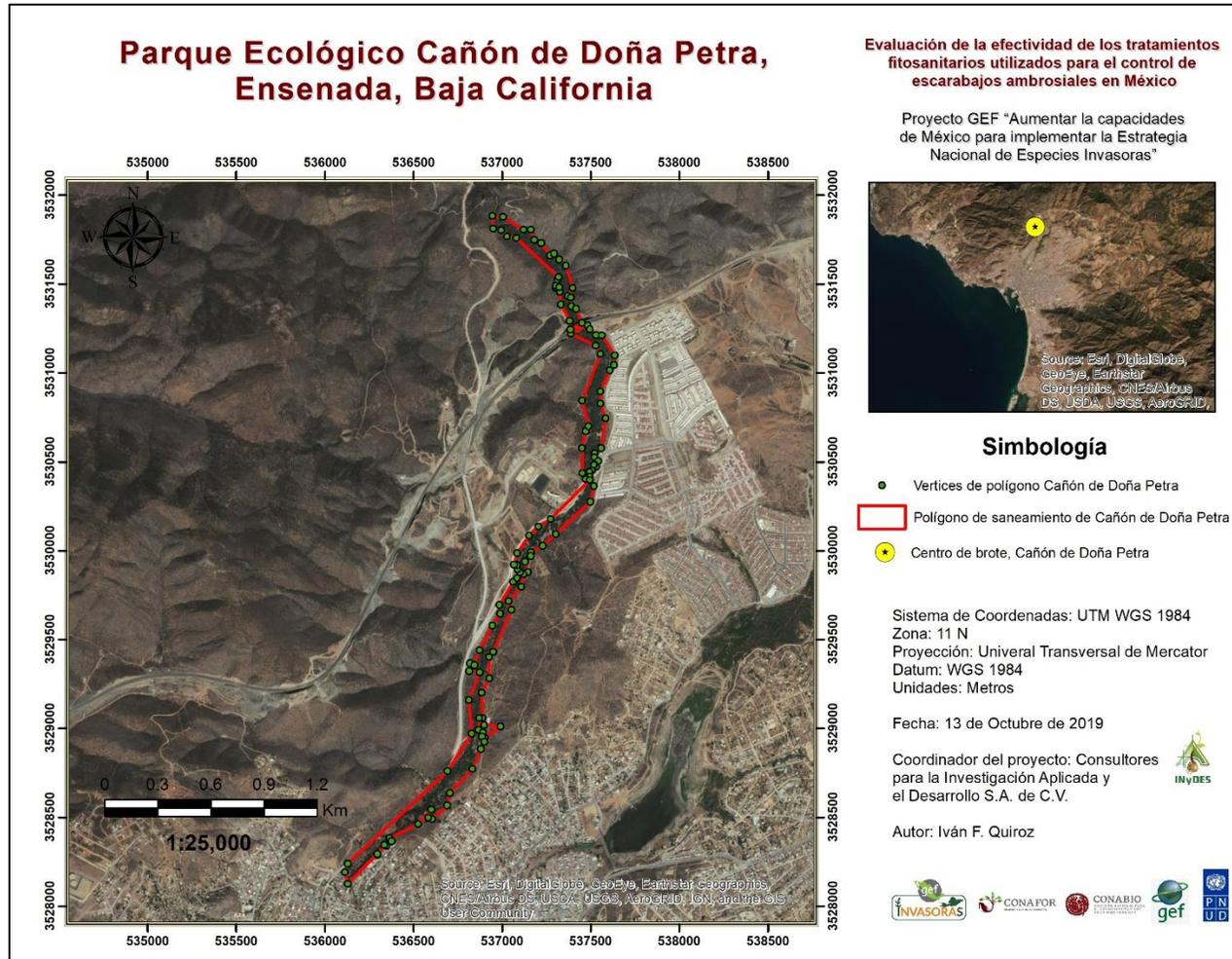


Figura 51. Ubicación del sitio Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Elaboración propia.

## 4.5. Descripción de los tratamientos fitosanitarios efectuados en los sitios de referencia

### 4.5.1. Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California

**Nombre del predio:** Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces.

**Superficie afectada:** 1.99 ha.

**Superficie tratada:** 1.99 ha.

**Especie de plaga o enfermedad:** *Euwallacea* sp. –*Fusarium Euwallaceae* (escarabajo barrenador polífago).

**Especie hospedante:** *Schinus terebinthefolius* (pimiento brasileño) y *Salix lasiolepis* (sauce).

**Periodo de saneamiento:** 2 al 15 de mayo de 2018.

Se realizó la delimitación de la superficie afectada a partir de las coordenadas de los vértices indicados en la notificación de saneamiento (SEMARNAT, 2017) en esta área se llevaron a cabo los trabajos de saneamiento indicados.

#### 4.5.1.1. Control cultural y químico

En este sitio se han realizado dos tratamientos fitosanitarios, el primero en 2016 donde se derribaron, trocearon e incineraron los árboles afectados de la especie de sauce (*Salix lasiolepis*) y el segundo en 2018, en el que se realizó un control cultural de los rebrotes de los mismos, cortando aquellos con diámetro menor a 15 cm. En el informe final de tratamientos fitosanitarios (CESVBC *et al.*, 2018) se menciona que este tratamiento se realizó como parte del manejo fitosanitario del parque, indicando que en la notificación de saneamiento (SEMARNAT, 2017), no se consideró este tratamiento, se revisó dicha notificación y solo describe el tratamiento por endoterapia vegetal preventiva.

Los rebrotes y residuos de las podas fueron triturados *in situ* utilizando maquinaria proporcionada por el CESVBC. Los restos vegetales triturados fueron tratados con un insecticida-acaricida con ingrediente activo Abamectina, posteriormente fueron acomodados en curva de nivel sobre el terreno. Para el sellado de las heridas resultantes por las podas, se utilizó una mezcla de cal con nopal para evitar la entrada de nuevos agentes causales.

Durante el recorrido de campo se visualizaron evidencias del tratamiento cultural y químico aplicado en el sitio, observando tocones de rebrotes sellados y tocones de árboles tratados en 2016 (Figura 52). Se observaron rebrotes de sauce en los tocones tratados en 2016, registrando un diámetro promedio de 5 cm, y algunos de 10 cm, presentaban una altura promedio de 3 m y 4 m (Figura 53).



Figura 52. Tocones de rebrotes de individuos de *Salix lasiolepis* (sauce) que fueron podados, se observa que las heridas de poda fueron selladas, los rebrotes se generaron en tocones de árboles saneados en 2016, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Propia.



Figura 53. Rebrotos de *Salix lasiolepis* (sauce) presentes en tocones de árboles saneados en 2016, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Propia.

## Productos aplicados

Se realizó una aplicación al material vegetal triturado de rebrotes y podas con el insecticida de ingrediente activo Abamectina.

## Dosis

En los documentos de referencia sobre los tratamientos fitosanitario no se menciona la dosis utilizada del insecticida Abamectina, sin embargo, en campo personal del CESVBC mencionó que se empleó como ingrediente activo Abamectina en una dosis de 2 ml L<sup>-1</sup> de agua.

### 4.5.2. Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California

**Nombre del predio:** Área Protegida y Ecológica Municipal Cañón de Doña Petra.

**Ubicación:** En el Km 10 del libramiento de Ensenada a Ojos Negros, Baja California.

**Superficie afectada:** 34.14 ha.

**Superficie tratada:** 34.14 ha.

**Especie de plaga o enfermedad:** *Euwallacea* sp. –*Fusarium Euwallaceae* (escarabajo barrenador polífago).

**Especie hospedante:** *Platanus racemosa* (álamo), *Quercus agrifolia* (encino), *Populus fremontii* (álamo fremont), *Salix lasiolepis* (sauce) y *Ricinus communis* (higuerilla).

**Periodo de saneamiento:** 3 de octubre al 23 de noviembre de 2018.

Se realizó la delimitación de la superficie afectada a partir de las coordenadas de los vértices indicados en la notificación de saneamiento (CONAFOR, 2018) en esta área se llevaron a cabo los siguientes trabajos de saneamiento.

#### 4.5.2.1. Control cultural y químico

De acuerdo con CONAFOR, CESVBC & Ayuntamiento de Ensenada (2018) este tratamiento consistió en la eliminación de los árboles afectados con presencia de *Euwallacea* sp. – *Fusarium Euwallaceae*, fueron derribados en total 64 individuos de los cuales 49 fueron *Platanus racemosa* (álamo), el resto correspondieron a *Quercus agrifolia* (encino), *Salix* sp. (sauce) y *Ricinus communis* (higuerilla). Las heridas de las podas y los tocones fueron sellados con una mezcla de cal con sal para evitar la entrada de nuevos agentes causales.

Los residuos vegetales provenientes de los derribos fueron incinerados *in situ* en el área sujeta al saneamiento forestal para lo cual se construyeron cuatro fosas de aproximadamente 5 m de largo, 3 m de ancho y 5 m de profundidad, esta actividad fue realizada por la CONAFOR y el H. Ayuntamiento de Ensenada, Baja California (Figura 54).

Las ramas que no tenían presencia del insecto plaga fueron trituradas y tratadas con el insecticida-acaricida de ingrediente activo Abamectina, estos residuos se acomodaron en curvas de nivel sobre el terreno.



**Figura 54. Residuos vegetales provenientes de los derribos incinerados *in situ* en el área sujeta al saneamiento forestal en fosas y ramas sin presencia de ambrosiales trituradas para posteriormente aplicarle el insecticida-acaricida Abamectina. Fuente: CONAFOR.**

Durante el recorrido en el área sujeta al saneamiento forestal se visualizaron evidencias del tratamiento cultural y químico aplicado en el sitio (Figura 55), observando tocones de árboles eliminados los cuales se encontraban sellados, en su mayoría corresponden a la especie de *Platanus racemosa* (álamo) (Figura 56). También se observó que estos tocones tienen rebrotes de aproximadamente 3 cm de diámetro y entre 2-3 m de altura (Figura 36). En el sitio existen evidencias de cortes de poda realizados en algunos individuos sanos, principalmente de la especie de *Quercus agrifolia* (encino) (Figura 58).



**Figura 55. Vista del sitio sujeto a saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales, se observan tocones de árboles afectados derribados, principalmente de la especie de *Platanus racemosa* (álamo), Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.**



Figura 56. Tocones de árboles eliminados en el saneamiento forestal, se observa que fueron sellados con cal, la especie predominante es *Platanus racemosa* (álamo), Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.



Figura 57. Rebrotos de *Platanus racemosa* (álamo) presentes en tocones saneados en 2018, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.



Figura 58. Evidencia de trabajos de poda realizados para eliminar partes afectadas por escarabajos ambrosiales, en su mayoría ejecutados en individuos de *Quercus agrifolia* (encino), se observa el sellado de las heridas con cal, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.

#### **4.6. Metodología de evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios aplicados en el saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales**

La metodología de evaluación de los tratamientos de control cultural y químico aplicados en el saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales en los sitios: Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California y Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California, se describen en el apartado 3.6.2 de este documento. Esta metodología se utilizó para determinar la condición fitosanitaria de los individuos evaluados de cada tratamiento, cuyas variables fueron: afectado por insectos ambrosiales con ataque exitoso y no afectado por insectos ambrosiales. Posteriormente para realizar la evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios aplicados, se determinó el porcentaje de individuos sanos sin evidencias de afectación de cada tratamiento.

#### **4.7. Resultados de la evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios aplicados en el saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales**

##### **4.7.1. Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California**

###### **4.7.1.1. Sitio de evaluación en campo**

La evaluación del tratamiento de control cultural y químico se llevó a cabo en el Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, también conocido como Parque Los Sauces. El sitio de evaluación se ubicó con coordenada del centro en 11R 488761 E, 3599575 N a una altitud de 9 msnm, con una pendiente promedio de 2% y con una exposición cenital predominantemente.

Este sitio presentaba vegetación secundaria de bosques de galería modificada por las condiciones urbanas con presencia de árboles introducidos, las especies representativas fueron: sauce (*Salix lasiolepis*), eucalipto azul (*Eucalyptus globulus*), palma abanico (*Washingtonia robusta*), pimienta brasileña (*Schinus terebinthifolius*) e higuera (*Ricinus communis*).

###### **4.7.1.2. Diseño de evaluación**

En el Parque Los Sauces fue evaluado un sitio de forma circular con radios de 50 m y 100 m, en total se evaluaron 20 individuos de rebrotes considerados como tratados con el control cultural y químico y 12 árboles no intervenidos con estos tratamientos considerados como testigos. Los datos de los individuos se presentan en el Cuadro 7 y su ubicación geográfica en la Figura 59.

**Cuadro 7. Datos de los individuos evaluados del tratamiento de control cultural y químico en Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California.**

No	Especie	DN (cm)	Altura (m)	Do	C	O	Coordenadas UTM (Datum WGS 84)	
							Este (x)	Norte (y)
1	<i>Salix lasiolepis</i>	15.0	6	Re	Ta	N	488765	3599581
2	<i>Salix lasiolepis</i>	20.0	7	Re	Ta	N	488764	3599880
3	<i>Salix lasiolepis</i>	12.0	2	Re	Ta	N	488767	3599604
4	<i>Salix lasiolepis</i>	30.0	7	Re	Ta	N	488766	3599626
5	<i>Salix lasiolepis</i>	30.0	8	Re	Ta	N	488769	3599641
6	<i>Salix lasiolepis</i>	20.0	2	Re	Ta	E	488764	3599577
7	<i>Salix lasiolepis</i>	30.0	2	Re	Ta	E	488775	3599570
8	<i>Salix lasiolepis</i>	50.0	7	Re	Ta	E	488779	3599553
9	<i>Salix lasiolepis</i>	40.0	7	Re	Ta	E	488780	3599551
10	<i>Salix lasiolepis</i>	35.0	6	Re	Ta	E	488787	3599552
11	<i>Salix lasiolepis</i>	15.0	8	Re	Ta	S	488787	3599526
12	<i>Salix lasiolepis</i>	40.0	4	Re	Ta	S	488774	3599557
13	<i>Salix lasiolepis</i>	50.0	3	Re	Ta	S	488774	3599558
14	<i>Salix lasiolepis</i>	50.0	2	Re	Ta	S	488766	3599561
15	<i>Salix lasiolepis</i>	30.0	3	Re	Ta	S	488765	3599560
16	<i>Salix lasiolepis</i>	15.0	1.5	Re	Ta	O	488739	3599617
17	<i>Salix lasiolepis</i>	20.0	5	Re	Ta	O	488751	3599617
18	<i>Salix lasiolepis</i>	25.0	4	Re	Ta	O	488751	3599616
19	<i>Salix lasiolepis</i>	25.0	2.5	Re	Ta	O	488743	3599632
20	<i>Salix lasiolepis</i>	20.0	2	Re	Ta	O	488743	3599633
1	<i>Eucalyptus globulus</i>	24.4	14	Co	Te	S	488723	3599599
2	<i>Eucalyptus globulus</i>	24.8	15	Co	Te	S	488724	3599599
3	<i>Eucalyptus globulus</i>	18.9	12	Co	Te	S	488724	3599600
4	<i>Eucalyptus globulus</i>	21.5	15	Co	Te	S	488724	3599604
5	<i>Eucalyptus globulus</i>	26.3	22	Do	Te	S	488725	3599606
6	<i>Eucalyptus globulus</i>	20.7	11.5	Do	Te	O	488721	3599609
7	<i>Eucalyptus globulus</i>	32.5	20	Do	Te	O	488719	3599613
8	<i>Eucalyptus globulus</i>	23.9	21	Do	Te	O	488720	3599618
9	<i>Eucalyptus globulus</i>	15.0	15	Co	Te	O	488724	3599618
10	<i>Eucalyptus globulus</i>	50.0	23	Do	Te	E	488781	3599597
11	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.2	23	Do	Te	E	488793	3599595
12	<i>Salix lasiolepis</i>	7.6	1.32	Su	Te	S	488770	3599527

DN: Diámetro normal, Do: Dominancia (Re: Rebrote, Co: Codominante, Do: Dominante, Su: Suprimido), C: Condición (Ta: Tratado, Te: Testigo), O: Orientación (N: Norte, E: Este, O: Oeste, S: Sur), Ta: Tratado, Te: Testigo.



**Figura 59. Ubicación geográfica de los individuos evaluados del tratamiento de control cultural y químico, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Elaboración propia.**

#### **4.7.1.3. Evaluación de los tratamientos de control cultural y químico**

En la evaluación de los tratamientos de control cultural y químico fueron valorados 20 individuos de *Salix lasiolepis* considerados en el grupo de árboles tratados en 2016 y 2018 que se encontraban en condición de rebrotos y para el grupo testigo fueron evaluados 12 árboles no tratados de los cuales 11 correspondían a la especie de *Eucalyptus globulus* y un individuo de *Salix lasiolepis*.

A cada individuo evaluado se le determinó su condición fitosanitaria respecto a la afectación por insectos ambrosiales, en el caso de los árboles tratados el 100% se encontraban sanos sin evidencias de afectación y para el grupo testigo se observó un individuo afectado por insectos ambrosiales lo que representa un 8.3%, mientras que el resto de los árboles testigos evaluados que fueron 11 se encontraban sanos (91.7%). Los resultados de la evaluación se presentan en el Cuadro 8 y Figura 60.

**Cuadro 8. Datos de la evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios de control cultural y químico aplicados para insectos ambrosiales, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California.**

No	Especie	DN (cm)	Altura (m)	Do	C	O	Variables fitosanitarias																Calif	NA		
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
							FAF	MDE	OD	EIO	EOG	COO	EHO	ABO	ACO	PAC	GAL	PAL	AIN	MAO	COT	NEX				
1	<i>Salix lasiolepis</i>	15	6	Re	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	<i>Salix lasiolepis</i>	20	7	Re	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	<i>Salix lasiolepis</i>	12	2	Re	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	<i>Salix lasiolepis</i>	30	7	Re	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	<i>Salix lasiolepis</i>	30	8	Re	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	<i>Salix lasiolepis</i>	20	2	Re	Ta	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	<i>Salix lasiolepis</i>	30	2	Re	Ta	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	<i>Salix lasiolepis</i>	50	7	Re	Ta	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	<i>Salix lasiolepis</i>	40	7	Re	Ta	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	<i>Salix lasiolepis</i>	35	6	Re	Ta	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	<i>Salix lasiolepis</i>	15	8	Re	Ta	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>Salix lasiolepis</i>	40	4	Re	Ta	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	<i>Salix lasiolepis</i>	50	3	Re	Ta	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	<i>Salix lasiolepis</i>	50	2	Re	Ta	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	<i>Salix lasiolepis</i>	30	3	Re	Ta	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	<i>Salix lasiolepis</i>	15	1.5	Re	Ta	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	<i>Salix lasiolepis</i>	20	5	Re	Ta	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	<i>Salix lasiolepis</i>	25	4	Re	Ta	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	<i>Salix lasiolepis</i>	25	2.5	Re	Ta	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	<i>Salix lasiolepis</i>	20	2	Re	Ta	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

No	Especie	DN (cm)	Altura (m)	Do	C	O	Variables fitosanitarias																Calif	NA	
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
							FAF	MDE	OD	EIO	EOG	COO	EHO	ABO	ACO	PAC	GAL	PAL	AIN	MAO	COT	NEX			
1	<i>Eucalyptus globulus</i>	24.4	14	Co	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	<i>Eucalyptus globulus</i>	24.8	15	Co	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	<i>Eucalyptus globulus</i>	18.9	12	Co	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	<i>Eucalyptus globulus</i>	21.5	15	Co	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	<i>Eucalyptus globulus</i>	26.3	22	Do	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	<i>Eucalyptus globulus</i>	20.7	11.5	Do	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	<i>Eucalyptus globulus</i>	32.5	20	Do	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	<i>Eucalyptus globulus</i>	23.9	21	Do	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	<i>Eucalyptus globulus</i>	15	15	Co	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	<i>Eucalyptus globulus</i>	50	23	Do	Te	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.2	23	Do	Te	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>Salix lasiolepis</i>	7.6	1.32	Su	Te	S	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	3	2	

DN: Diámetro normal, Do: Dominancia (Re: Rebrote, Co: Codominante, Do: Dominante, Su: Suprimido), C: Condición (Ta: Tratado, Te: Testigo), O: Orientación (N: Norte, E: Este, O: Oeste, S: Sur), Ta: Tratado, Te: Testigo, Calif: Calificación, NA: Nivel de afectación. Variables fitosanitarias: FAF: Follaje de la copa con afectación, MDE: Muerte descendente, OD: Orificios de entrada y salida, EIO: Excremento de los insectos en los orificios, EOG: Acumulación oscura de exudado o resina, COO: Coloración oscura rodeando los orificios, EHO: Exudado húmedo color marrón oscuro alrededor de los orificios, ABO: Acumulación blanca de exudado en los orificios, ACO: Aserrín en los orificios de salida, PAC: Palillos de aserrín en los orificios de salida, GAL: Galerías en forma lineal, PAL: Perforaciones en la albura, AIN: Insectos adultos, pre imagos, pupas, larvas o huevos, MAO: Mancha oscura-azul de la madera, COT: Coloración oscura del tronco, NEX: Necrosis en el xilema.

#### 4.7.1.4. Efectividad de los tratamientos de control cultural y químico

En el sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, los tratamientos de control cultural y químicos que se realizaron en 2018 tuvieron una efectividad de 91.7%, comparados con el resultado de la evaluación de árboles testigos que no fueron intervenidos con algún tratamiento, ya que estos árboles posteriormente a la realización del saneamiento forestal del sitio estuvieron expuesto y susceptibles al ataque de escarabajos ambrosiales (Figura 60). Los tratamientos aplicados consistieron en la eliminación de rebrotes, trituración de material vegetal y aplicación del insecticida con ingrediente activo Abamectina mediante aspersión al material triturado.

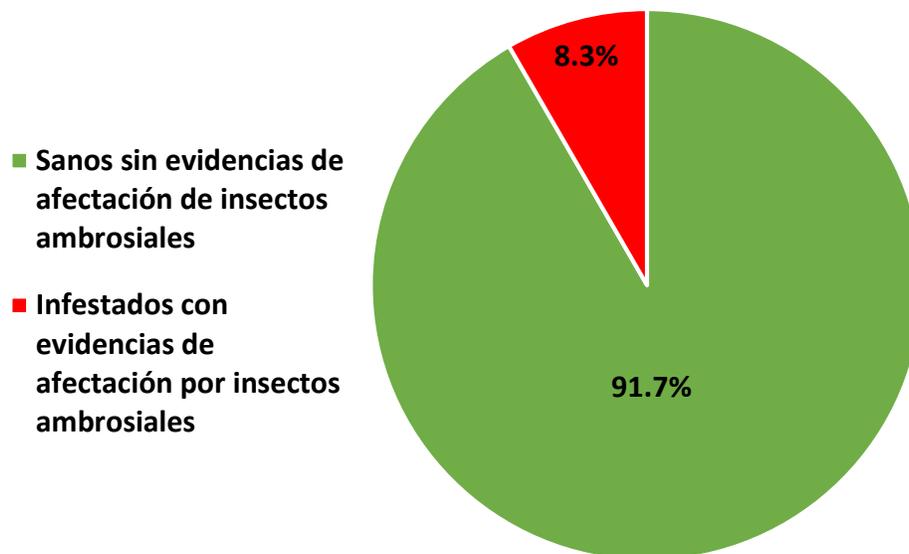


Figura 60. Evaluación de la efectividad del tratamiento de control cultural y químico en el grupo de individuos testigos, en Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California.

## 4.7.2. Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California

### 4.7.2.1. Sitio de evaluación en campo

La evaluación del tratamiento de control cultural y químico se llevó a cabo en el Parque Ecológico Cañón de Doña Petra. El sitio de evaluación se ubicó con una coordenada central en 11R 537090 E, 3529948 N a una altitud de 64 msnm, con una pendiente promedio de 5% y con una exposición cenital predominantemente.

Este sitio presentaba vegetación secundaria de bosques de galería modificada por las condiciones urbanas con presencia de árboles introducidos, las especies representativas fueron: encino (*Quercus agrifolia*), álamo (*Platanus racemosa*), sauce (*Salix lasiolepis*) y eucalipto azul (*Eucalyptus globulus*).

### 4.7.2.2. Diseño de evaluación

En el Parque Ecológico Cañón de Doña Petra fue evaluado un sitio de forma circular con radios de 50 m y 100 m, en total se evaluaron 12 individuos no intervenidos con estos tratamientos considerados como testigos y de manera adicional fueron dictaminados 20 tocones de árboles que recibieron el tratamiento. Los datos de los individuos se presentan en el Cuadro 9 mientras que su ubicación geográfica en la Figura 61.

**Cuadro 9. Datos de los individuos evaluados del tratamiento de control cultural y químico en Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California.**

No	Especie	DN (cm)	Altura (m)	Do	C	O	Coordenadas UTM (Datum WGS 84)	
							Este (x)	Norte (y)
22	<i>Eucalyptus globulus</i>	26.4	12	Su	Te	O	537080	3529952
23	<i>Eucalyptus globulus</i>	27.5	14	Su	Te	O	537078	3529953
24	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.4	14	Co	Te	O	537080	3529953
25	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.3	17	Do	Te	O	537080	3529955
26	<i>Eucalyptus globulus</i>	38.5	22	Co	Te	O	537080	3529954
27	<i>Eucalyptus globulus</i>	46.8	24	Do	Te	S	537102	3529803
28	<i>Eucalyptus globulus</i>	50	20	Do	Te	S	537099	3529800
29	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.7	16.5	Co	Te	S	537096	3529801
30	<i>Eucalyptus globulus</i>	49	21.5	Do	Te	S	537090	3529804
31	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.5	16	Co	Te	S	537092	3529805
32	<i>Salix lasiolepis</i>	16	5	Su	Te	N	537122	3529958
33	<i>Salix lasiolepis</i>	20.5	10.9	Co	Te	N	537123	3529959
1	<i>Platanus racemosa</i>	17	2	T	Ta	N	537090	3529952
2	<i>Platanus racemosa</i>	55	4	T	Ta	N	537092	3529955
3	<i>Platanus racemosa</i>	44	4	T	Ta	N	537099	3529984
4	<i>Platanus racemosa</i>	32	1	T	Ta	N	537103	3529979
5	<i>Platanus racemosa</i>	70	4	T	Ta	N	537104	3529974
6	<i>Platanus racemosa</i>	28	4	T	Ta	N	537104	3529988

No	Especie	DN (cm)	Altura (m)	Do	C	O	Coordenadas UTM (Datum WGS 84)	
							Este (x)	Norte (y)
7	<i>Platanus racemosa</i>	80	4	T	Ta	N	537109	3529986
8	<i>Platanus racemosa</i>	57	3	T	Ta	N	537113	3530010
9	<i>Platanus racemosa</i>	60	4.5	T	Ta	N	537132	3530004
10	<i>Platanus racemosa</i>	80	4.5	T	Ta	N	537131	3530001
11	<i>Platanus racemosa</i>	68	4	T	Ta	N	537131	3530025
12	<i>Platanus racemosa</i>	54	4	T	Ta	N	537144	3530016
13	<i>Platanus racemosa</i>	57	6	T	Ta	N	537144	3530014
14	<i>Platanus racemosa</i>	59	0.5	T	Ta	N	537150	3530002
15	<i>Platanus racemosa</i>	53	5	T	Ta	N	537143	3529989
16	<i>Platanus racemosa</i>	48	6	T	Ta	N	537131	3529976
17	<i>Platanus racemosa</i>	30	1	T	Ta	N	537126	3529969
18	<i>Platanus racemosa</i>	80	6	T	Ta	N	537154	3530014
19	<i>Platanus racemosa</i>	43	5	T	Ta	N	537161	3530014
20	<i>Platanus racemosa</i>	46	5	T	Ta	N	537171	3530025

DN: Diámetro normal, Do: Dominancia (Re: Rebrote, Co: Codominante, Do: Dominante, Su: Suprimido), C: Condición (Ta: Tratado, Te: Testigo), O: Orientación (N: Norte, E: Este, O: Oeste, S: Sur), Ta: Tratado, Te: Testigo.



Figura 61. Ubicación geográfica de los individuos evaluados del tratamiento de control cultural y químico, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.7.2.3. Evaluación de los tratamientos de control cultural y químico

En la evaluación de los tratamientos de control cultural y químico fueron evaluados para el grupo testigo 12 árboles no tratados de los cuales 10 correspondían a *Eucalyptus globulus* y dos individuos de *Salix lasiolepis*, de manera adicional se dictaminaron 20 tocones de *Platanus racemosa* que fueron de árboles tratados en 2018.

A cada individuo y tocón evaluado se le determinó su condición fitosanitaria respecto a la afectación por insectos ambrosiales, en el grupo de los árboles testigos se observaron 2 individuos de sauce afectados por insectos ambrosiales lo que representa un 15.4%, mientras que el resto de los árboles testigos evaluados (n=10) se encontraban sanos (84.6%). En el caso de los tocones, el 100% se encontraban sin evidencias de afectación por insectos ambrosiales. Los resultados de la evaluación se presentan en el Cuadro 10 y Figura 62.

#### 4.7.2.4. Control cultural y químico

En el sitio Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, los tratamientos de control cultural y químicos que se realizaron en 2018 tuvieron una efectividad de 84.6%, de acuerdo con la evaluación de árboles testigos que no fueron intervenidos con algún tratamiento (Figura 62). Estos tratamientos consistieron en la eliminación de árboles afectados, incineración de fustes y ramas gruesas, trituración de ramas delgadas y puntas; también se llevó a cabo la aplicación del insecticida con ingrediente activo Abamectina mediante aspersion al material triturado

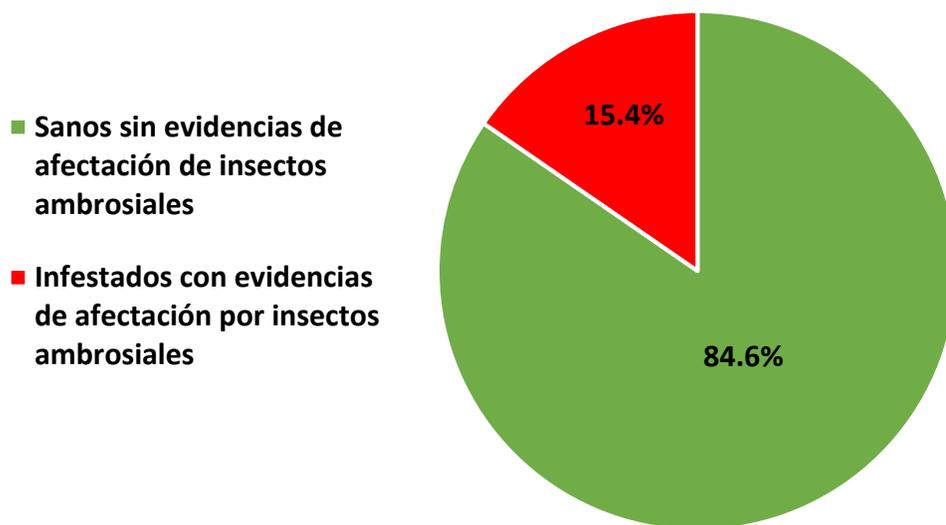


Figura 62. Evaluación de la efectividad del tratamiento de control cultural y químico en el grupo de individuos testigos, en Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California.

**Cuadro 10. Datos de la evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios de control cultural y químico aplicados para insectos ambrosiales, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California.**

N o	Especie	DN (cm)	Altura (m)	Do	C	O	Variables fitosanitarias																Calif	NA	
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
							FAF	MDE	OD	EIO	EOG	COO	EHO	ABO	ACO	PAC	GAL	PAL	AIN	MAO	COT	NEX			
22	<i>Eucalyptus globulus</i>	26.4	12	Su	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	<i>Eucalyptus globulus</i>	27.5	14	Su	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.4	14	Co	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.3	17	Do	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	<i>Eucalyptus globulus</i>	38.5	22	Co	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	<i>Eucalyptus globulus</i>	46.8	24	Do	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	<i>Eucalyptus globulus</i>	50.0	20	Do	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.7	16.5	Co	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	<i>Eucalyptus globulus</i>	49.0	21.5	Do	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.5	16	Co	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	<i>Salix lasiolepis</i>	16.0	5	Su	Te	N	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	3	2	
33	<i>Salix lasiolepis</i>	20.5	10.9	Co	Te	N	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	3	2	
1	<i>Platanus racemosa</i>	17.0	2	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	<i>Platanus racemosa</i>	55.0	4	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	<i>Platanus racemosa</i>	44.0	4	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	<i>Platanus racemosa</i>	32.0	1	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	<i>Platanus racemosa</i>	70.0	4	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	<i>Platanus racemosa</i>	28.0	4	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	<i>Platanus racemosa</i>	80.0	4	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

N o	Especie	DN (cm)	Altura (m)	Do	C	O	Variables fitosanitarias																Calif	NA	
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
							FAF	MDE	OD	EIO	EOG	COO	EHO	ABO	ACO	PAC	GAL	PAL	AIN	MAO	COT	NEX			
8	<i>Platanus racemosa</i>	57.0	3	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	<i>Platanus racemosa</i>	60.0	4.5	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	<i>Platanus racemosa</i>	80.0	4.5	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	<i>Platanus racemosa</i>	68.0	4	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>Platanus racemosa</i>	54.0	4	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	<i>Platanus racemosa</i>	57.0	6	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	<i>Platanus racemosa</i>	59.0	0.5	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	<i>Platanus racemosa</i>	53.0	5	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	<i>Platanus racemosa</i>	48.0	6	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	<i>Platanus racemosa</i>	30.0	1	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	<i>Platanus racemosa</i>	80.0	6	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	<i>Platanus racemosa</i>	43.0	5	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	<i>Platanus racemosa</i>	46.0	5	T	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DN: Diámetro normal, Do: Dominancia (Re: Rebrote, Co: Codominante, Do: Dominante, Su: Suprimido), C: Condición (Ta: Tratado, Te: Testigo), O: Orientación (N: Norte, E: Este, O: Oeste, S: Sur), Ta: Tratado, Te: Testigo, Calif: Calificación, NA: Nivel de afectación. Variables fitosanitarias: FAF: Follaje de la copa con afectación, MDE: Muerte descendente, OD: Orificios de entrada y salida, EIO: Excremento de los insectos en los orificios, EOG: Acumulación oscura de exudado o resina, COO: Coloración oscura rodeando los orificios, EHO: Exudado húmedo color marrón oscuro alrededor de los orificios, ABO: Acumulación blanca de exudado en los orificios, ACO: Aserrín en los orificios de salida, PAC: Palillos de aserrín en los orificios de salida, GAL: Galerías en forma lineal, PAL: Perforaciones en la albura, AIN: Insectos adultos, pre imagos, pupas, larvas o huevos, MAO: Mancha oscura-azul de la madera, COT: Coloración oscura del tronco, NEX: Necrosis en el xilema.

## **4.8. Descripción de las acciones preventivas aplicadas en los sitios y metodología para evaluar su efectividad**

### **4.8.1. Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California**

#### **4.8.1.1. Endoterapia vegetal preventiva**

En el sitio se realizó la identificación y marcado de árboles de *Schinus terebinthefolius* (pimiento brasileño) y *Salix lasiolepis* (sauce), con un diámetro mayor a 15 cm, a estos individuos se les aplicó en 2018 endoterapia vegetal como tratamiento preventivo debido a la susceptibilidad que estas especies presentan al ataque de *Euwallacea* sp. –*Fusarium Euwallaceae* (escarabajo barrenador polífago).

Este tratamiento fue aplicado a 302 árboles distribuidos en el sitio, la aplicación consistió en realizar inyecciones al tronco de cada individuo, el número de válvulas colocadas dependió del diámetro de cada árbol. La aplicación del producto se realizó en los puntos de inyección distribuidos en espiral de forma ascendente con una distancia de 25 cm entre cada uno, empleando el sistema de presión inyectora (SENASICA, 2018).

En el recorrido de campo realizado se observaron evidencias de la aplicación de la endoterapia vegetal, visualizando individuos de sauce (*Salix lasiolepis*) y pimiento brasileño (*Schinus terebinthefolius*), que fueron tratados. En el caso de los sauces, éstos correspondían a rebrotes que se desarrollaron en tocones de árboles eliminados en el saneamiento forestal efectuado en 2016, los individuos tratados se encontraban dentro del polígono de saneamiento, distribuidos en toda el área (Figura 63 y Figura 64).

En campo se observó que se realizó un punto de inyección en la mayoría de los árboles tratados, en cada punto fue colocada una válvula de inyección por donde se suministraron los productos (Figura 65).



Figura 63. Árboles de *Schinus terebinthifolius* (pimiento brasileño) tratados con endoterapia vegetal preventiva y curativa (izquierda) y punto de inyección en el fuste de un pimiento brasileño, se observa una válvula colocada para el suministro de los productos químicos (derecha), Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Propia.



Figura 64. Individuos de *Salix lasiolepis* (sauce) tratado con endoterapia vegetal preventiva y curativa, se observa que es un rebrote de un tocón correspondiente a un árbol saneado en 2016 (izquierda) y base de un sauce con un punto de inyección, se visualiza la válvula utilizada para el suministro de productos químicos (derecha), Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Propia.



Figura 65. Vista de los fustes de los árboles tratados con endoterapia vegetal, se observa un punto de inyección en cada individuo con su respectiva válvula, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Propia.

### Productos aplicados

Los productos aplicados por endoterapia vegetal fueron los siguientes (CESVBC *et al.*, 2018):

- Solución de fungicida con ingrediente activo Propiconazol: 196 ml de producto en 804 ml de agua.
- Solución de insecticida con ingrediente activo Acefato: 150 g de producto en 850 ml de agua.

### Dosis

La dosis que se aplicó fue de 25 ml de la mezcla de la solución de Propiconazol y Acefato por cada centímetro de diámetro a la altura del pecho del árbol tratado (CESVBC *et al.*, 2018).

## 4.8.2. Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California

### 4.8.2.1. Endoterapia vegetal preventiva y curativa

En el sitio se realizó la identificación y marcado de árboles de *Platanus racemosa* (álamo), *Quercus agrifolia* (encino), *Populus fremontii* (álamo fremont) y *Salix lasiolepis* (sauce), con un diámetro mayor a 15 cm, a estos individuos se les aplicó en 2018 endoterapia vegetal como tratamiento preventivo debido a la susceptibilidad que estas especies presentan al ataque de *Euwallacea* sp. –*Fusarium Euwallaceae* (escarabajo barrenador polífago).

La endoterapia vegetal fue aplicada a 1,072 árboles distribuidos en los tres polígonos de saneamiento y la aplicación consistió en realizar inyecciones al tronco de cada individuo, el número de válvulas colocadas dependió del diámetro de cada árbol. La aplicación del producto se realizó en los puntos de inyección distribuidos en espiral de forma ascendente con una distancia de 25 cm entre cada uno, empleando el sistema de presión inyectora (SENASICA, 2018).

En el recorrido de campo realizado se observaron evidencias de la aplicación de la endoterapia vegetal, visualizando en su mayoría individuos de encinos (*Quercus agrifolia*) que fueron tratados y también álamos (*Platanus racemosa*). Los individuos tratados se encontraban dentro de los sitios de saneamiento distribuidos en toda el área. En el caso de los encinos la mayoría de los individuos tratados se localizaron cercanos a un brote de insectos ambrosiales que recibió saneamiento y también en las orillas de un arroyo que se encuentra distribuido en gran parte del Cañón de Doña Petra (Figura 66 y Figura 67).

En el sitio se observó que se realizó un punto de inyección en la mayoría de los árboles tratados donde fue colocada una válvula de inyección por donde se suministraron los productos químicos insecticida y fungicida (Figura 68).



**Figura 66. Árbol de *Quercus agrifolia* (encino) tratado con endoterapia vegetal preventiva y curativa, ubicado en la cercanía al área saneada (izquierda) y vista del fuste del encino con presencia de dos puntos de inyección con válvulas utilizadas para la aplicación del insecticida y fungicida (derecha), Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.**



Figura 67. Individuos de *Platanus racemosa* (álamo) tratados con endoterapia vegetal, ubicados en un brote de insectos ambrosiales sujeto a saneamiento forestal (izquierda) y fuste de un álamo con evidencia del tratamiento se observa la válvula en el punto de inyección donde fueron aplicados la mezcla del producto insecticida y fungicida, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.



Figura 68. Fustes de árboles con evidencia del tratamiento de endoterapia vegetal, se observa un punto de inyección en cada individuo con su respectiva válvula ubicado en la parte inferior y base del fuste, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.

## **Productos aplicados**

Los productos aplicados por endoterapia vegetal fueron los siguientes (CONAFOR, CESVBC & Ayuntamiento de Ensenada., 2018):

- Solución de fungicida con ingrediente activo Propiconazol: 196 ml de producto en 804 ml de agua.
- Solución de insecticida con ingrediente activo Acefato: 150 g de producto en 850 ml de agua.

## **Dosis**

La dosis que se aplicó fue de 25 ml de la mezcla de la solución de Propiconazol y Acefato por cada centímetro de diámetro a la altura del pecho del árbol tratado (CONAFOR, CESVBC & Ayuntamiento de Ensenada., 2018).

### **4.9. Metodología de evaluación de la efectividad de las acciones preventivas y curativas aplicadas en el saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales**

La metodología de evaluación de las acciones preventivas y curativas de endoterapia vegetal aplicadas en el saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales en los sitios: Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California y Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California, se describen en el apartado 3.6.1 de este documento. Esta metodología se utilizó para determinar la condición fitosanitaria de los individuos evaluados de cada tratamiento, cuyas variables fueron: afectado por insectos ambrosiales con ataque exitoso y no afectado por insectos ambrosiales. Posteriormente para realizar la evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios aplicados, se determinó el porcentaje de individuos sanos sin evidencias de afectación de cada tratamiento.

### **4.10. Resultados de la evaluación de la efectividad de las acciones preventivas y curativas aplicadas en el saneamiento forestal para escarabajos ambrosiales**

#### **4.10.1. Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California**

##### **4.10.1.1. Sitio de evaluación en campo**

El centro del brote está ubicado en las coordenadas UTM 488761, 3599575, en la zona Parque Sauces Norte a una altitud de 9 msnm con un error de GPS de 3 m, una pendiente aproximada de 2% y una exposición cenital.

Este sitio presentaba vegetación secundaria de bosques de galería modificada por las condiciones urbanas con presencia de árboles introducidos. Las especies representativas fueron: *Salix lasiolepis*, *S. terebinthifolius* y *E. globulus*. (Figura 69).



Figura 69. Sitio de evaluación de las acciones preventivas y curativas en Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Propia.

#### 4.10.1.2. Diseño de la evaluación

Se evaluaron 12 árboles testigo sin ningún tratamiento aplicado y 9 tratados con endoterapia, con un promedio de 25.07 cm de diámetro normal y 16.07 m de altura total. La información de los árboles valorados se presenta en el Cuadro 11 y Figura 70.

Cuadro 11. Datos de los individuos evaluados del tratamiento de endoterapia vegetal en Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California.

No	Especie	DN (cm)	Altura (m)	Do	C	O	Coordenadas UTM (Datum WGS 84)	
							Este (x)	Norte (y)
1	<i>Eucalyptus globulus</i>	24.4	14	Co	Te	S	488723	3599599
2	<i>Eucalyptus globulus</i>	24.8	15	Co	Te	S	488724	3599599
3	<i>Eucalyptus globulus</i>	18.9	12	Co	Te	S	488724	3599600
4	<i>Eucalyptus globulus</i>	21.5	15	Co	Te	S	488724	3599604
5	<i>Eucalyptus globulus</i>	26.3	22	Do	Te	S	488725	3599606
6	<i>Eucalyptus globulus</i>	20.7	11.5	Do	Te	O	488721	3599609
7	<i>Eucalyptus globulus</i>	32.5	20	Do	Te	O	488719	3599613
8	<i>Eucalyptus globulus</i>	23.9	21	Do	Te	O	488720	3599618
9	<i>Eucalyptus globulus</i>	15	15	Co	Te	O	488724	3599618
10	<i>Eucalyptus globulus</i>	50	23	Do	Te	E	488781	3599597
11	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.2	23	Do	Te	E	488793	3599595
12	<i>Salix lasiolepis</i>	7.6	1.32	Su	Te	S	488770	3599527
1	<i>Schinus terebinthifolius</i>	10	8	Co	End	E	488771	3599613

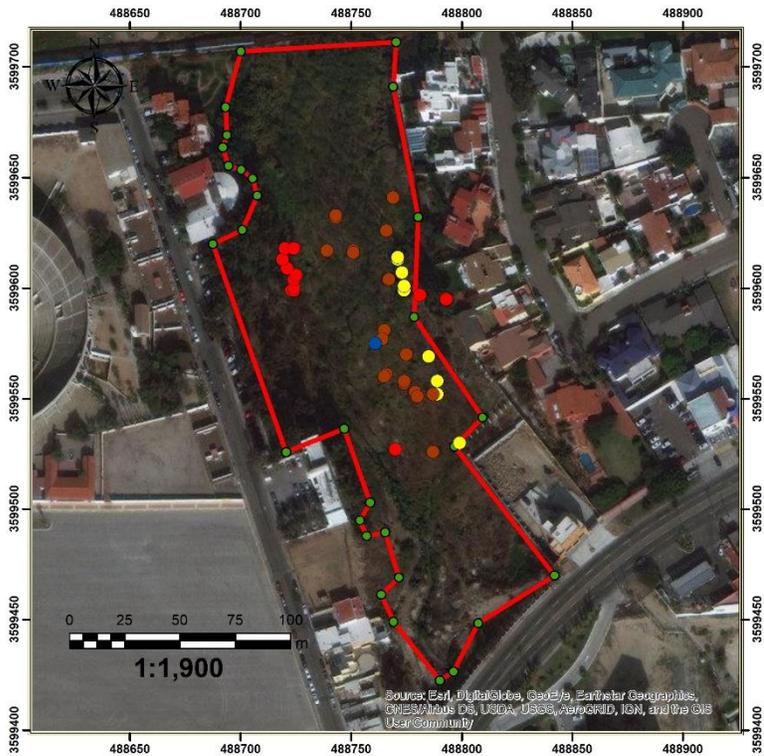
No	Especie	DN (cm)	Altura (m)	Do	C	O	Coordenadas UTM (Datum WGS 84)	
							Este (x)	Norte (y)
2	<i>Schinus terebinthifolius</i>	9	8	Co	End	E	488771	3599614
3	<i>Schinus terebinthifolius</i>	5.5	5	Do	End	E	488773	3599607
4	<i>Schinus terebinthifolius</i>	10	7	Co	End	E	488774	3599599
5	<i>Schinus terebinthifolius</i>	9.2	7	Co	End	E	488774	3599601
6	<i>Salix lasiolepis</i>	6	5	Co	End	E	488785	3599569
7	<i>Salix lasiolepis</i>	5	5	Co	End	E	488789	3599558
8	<i>Salix lasiolepis</i>	5.5	5.5	Co	End	E	488789	3599552
9	<i>Salix lasiolepis</i>	10.2	8.5	Co	End	E	488799	3599530

DN: Diámetro normal, Do: Dominancia (Re: Rebrote, Co: Codominante, Do: Dominante, Su: Suprimido), C: Condición (Ta: Tratado, Te: Testigo), O: Orientación (N: Norte, E: Este, O: Oeste, S: Sur), Ta: Tratado, Te: Testigo.

**Sitio de evaluación de los tratamientos fitosanitarios:  
Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces,  
Tijuana, Baja California**

**Evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en México**

Proyecto GEF "Aumentar las capacidades de México para implementar la Estrategia Nacional de Especies Invasoras"



**Simbología**

- Centro del brote
- Rebrotos de árboles tratados
- Árboles tratados con endoterapia
- Árboles sin tratar (Testigos)
- Vertices de polígono Los Sauces
- ▭ Polígono de saneamiento Los Sauces
- ▭ Municipio de Tijuana
- Tijuana, B.C.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS 1984  
Zona: 11N  
Proyección: Universal Transversal de Mercator  
Datum: WGS 1984  
Unidades: Metros

Fecha: 13 de Octubre de 2019

Coordinador del proyecto: Consultores para la Investigación Aplicada y el Desarrollo S.A. de C.V.

Autor: Iván F. Quiroz



**Figura 70. Ubicación geográfica de los individuos evaluados del tratamiento de endoterapia vegetal, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. Fuente: Elaboración propia.**

#### 4.10.1.3. Evaluación de los tratamientos de endoterapia vegetal

En la evaluación de los tratamientos endoterapia vegetal fueron valorados 5 árboles de Pirul (*Schinus terebinthifolius*) y 4 de sauce (*Salix lasiolepis*), mientras que para el grupo testigo se dictaminaron 12 árboles no tratados de los cuales 11 correspondían a la especie de *Eucalyptus globulus* y 1 individuos de *Salix lasiolepis*.

A cada individuo evaluado se le determinó su condición fitosanitaria respecto a la afectación por insectos ambrosiales. En el grupo de los árboles testigos se observó al individuo de sauce afectado por insectos ambrosiales lo que representa un 8 %, mientras que el resto de los árboles testigos evaluados (n=11) se encontraban sanos (92 %). Los árboles inyectados no presentaron incidencia de la plaga.

#### 4.10.1.4. Efectividad de los tratamientos de endoterapia vegetal

En el sitio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, los tratamientos de endoterapia vegetal que realizaron tuvieron una efectividad del 92%, de acuerdo con la evaluación de árboles testigos que no fueron intervenidos con algún tratamiento. Estos tratamientos consistieron la aplicación de insecticida Acefato y el fungicida Propiconazol como tratamiento preventivo en los árboles cercanos al brote de afectación de insectos ambrosiales (Figura 71 y Cuadro 12).

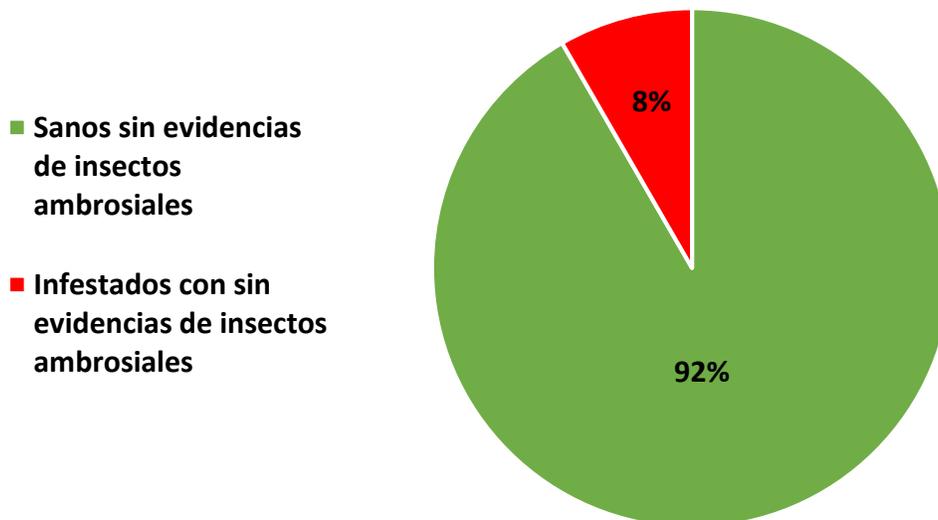


Figura 71. Evaluación de la efectividad del tratamiento de endoterapia vegetal en el grupo de individuos testigos, en Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California.

**Cuadro 12. Datos de la evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios de endoterapia vegetal aplicados para insectos ambrosiales, Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California.**

No	Especie	DN (cm)	Altura (m)	Do	C	O	Variables fitosanitarias																			Calif	NA
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16					
							FAF	MDE	OD	EIO	EOG	COO	EHO	ABO	ACO	PAC	GAL	PAL	AIN	MAO	COT	NEX					
1	<i>Eucalyptus globulus</i>	24.4	14	Co	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	<i>Eucalyptus globulus</i>	24.8	15	Co	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	<i>Eucalyptus globulus</i>	18.9	12	Co	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	<i>Eucalyptus globulus</i>	21.5	15	Co	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5	<i>Eucalyptus globulus</i>	26.3	22	Do	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	<i>Eucalyptus globulus</i>	20.7	11.5	Do	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	<i>Eucalyptus globulus</i>	32.5	20	Do	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8	<i>Eucalyptus globulus</i>	23.9	21	Do	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
9	<i>Eucalyptus globulus</i>	15	15	Co	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	<i>Eucalyptus globulus</i>	50	23	Do	Te	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.2	23	Do	Te	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12	<i>Salix lasiolepis</i>	7.6	1.32	Su	Te	S	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	3	2			
1	<i>Schinus terebinthifolius</i>	10	8	Co	End	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	<i>Schinus terebinthifolius</i>	9	8	Co	End	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	<i>Schinus terebinthifolius</i>	5.5	5	Do	End	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	<i>Schinus terebinthifolius</i>	10	7	Co	End	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5	<i>Schinus terebinthifolius</i>	9.2	7	Co	End	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

No	Especie	DN (cm)	Altura (m)	Do	C	O	Variables fitosanitarias																Calif	NA	
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
							FAF	MDE	OD	EIO	EOG	COO	EHO	ABO	ACO	PAC	GAL	PAL	AIN	MAO	COT	NEX			
6	<i>Salix lasiolepis</i>	6	5	Co	End	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	<i>Salix lasiolepis</i>	5	5	Co	End	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	<i>Salix lasiolepis</i>	5.5	5.5	Co	End	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	<i>Salix lasiolepis</i>	10.2	8.5	Co	End	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DN: Diámetro normal, Do: Dominancia (Re: Rebrote, Co: Codominante, Do: Dominante, Su: Suprimido), C: Condición (Ta: Tratado, Te: Testigo), O: Orientación (N: Norte, E: Este, O: Oeste, S: Sur), Ta: Tratado, Te: Testigo, Calif: Calificación, NA: Nivel de afectación. Variables fitosanitarias: FAF: Follaje de la copa con afectación, MDE: Muerte descendente, OD: Orificios de entrada y salida, EIO: Excremento de los insectos en los orificios, EOG: Acumulación oscura de exudado o resina, COO: Coloración oscura rodeando los orificios, EHO: Exudado húmedo color marrón oscuro alrededor de los orificios, ABO: Acumulación blanca de exudado en los orificios, ACO: Aserrín en los orificios de salida, PAC: Palillos de aserrín en los orificios de salida, GAL: Galerías en forma lineal, PAL: Perforaciones en la albura, AIN: Insectos adultos, pre imagos, pupas, larvas o huevos, MAO: Mancha oscura-azul de la madera, COT: Coloración oscura del tronco, NEX: Necrosis en el xilema.

## 4.10.2. Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California

### 4.10.2.1. Sitio de evaluación en campo

La evaluación del tratamiento endoterapia se llevó a cabo en Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, también conocido como Parque Doña Petra. El sitio de evaluación se ubicó con coordenada del centro en 11R 537090 E, 3529948 N a una altitud de 64 msnm, con una pendiente promedio de 5% y con una exposición cenital predominantemente (Figura 72).

Este sitio presentaba vegetación secundaria de bosques de galería modificada por las condiciones urbanas con presencia de árboles introducidos, las especies representativas fueron: encino (*Quercus agrifolia*), álamo (*Platanus racemosa*), sauce (*Salix lasiolepis*), eucalipto azul (*Eucalyptus globulus*) e higuera (*Ficus communis*).



Figura 72. Vista del sitio de evaluación Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Propia.

### 4.10.2.2. Diseño de la evaluación

En el Parque Doña Petra fue evaluado un sitio de forma circular con radios de 50 m y 100 m, en total se evaluaron 20 tratados con endoterapia vegetal y un grupo de 13 árboles testigos no intervenidos con el tratamiento. Los datos de los individuos se presentan en el Cuadro 13 y su ubicación geográfica en la Figura 73.

**Cuadro 13. Datos de los individuos evaluados del tratamiento de endoterapia vegetal, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California.**

No	Especie	DN (cm)	Altura (m)	Do	C	O	Coordenadas UTM (Datum WGS 84)	
							Este (x)	Norte (y)
1	<i>Quercus agrifolia</i>	43.5	8.0	Co	End	N	537089	3529963
2	<i>Quercus agrifolia</i>	76.8	11.0	Do	End	N	537094	3529966
3	<i>Quercus agrifolia</i>	32.0	10.5	Co	End	N	537096	3529966
4	<i>Quercus agrifolia</i>	60.3	11.0	Co	End	N	537119	3530003
5	<i>Quercus agrifolia</i>	49.6	12.5	Do	End	N	537119	3530004
6	<i>Quercus agrifolia</i>	32.0	7.0	Co	Te	N	537092	3529962
7	<i>Quercus agrifolia</i>	30.1	12.0	Co	End	E	537111	3529937
8	<i>Quercus agrifolia</i>	30.0	12.0	Co	End	E	537109	3529937
9	<i>Quercus agrifolia</i>	38.5	12.5	Co	End	E	537109	3529936
10	<i>Quercus agrifolia</i>	45.5	12.0	Co	End	E	537108	3529935
11	<i>Quercus agrifolia</i>	35.6	11.0	Co	End	E	537107	3529935
12	<i>Quercus agrifolia</i>	51.7	15.0	Do	End	S	537081	3529927
13	<i>Quercus agrifolia</i>	29.0	10.0	Co	End	S	537080	3529928
14	<i>Quercus agrifolia</i>	39.0	9.0	Co	End	S	537080	3529929
15	<i>Quercus agrifolia</i>	38.2	9.0	Co	End	S	537078	3529928
16	<i>Quercus agrifolia</i>	51.7	11.0	Do	End	S	537073	3529924
17	<i>Quercus agrifolia</i>	43.0	12.0	Su	End	O	537078	3529941
18	<i>Quercus agrifolia</i>	37.0	10.0	Su	End	O	537080	3529940
19	<i>Quercus agrifolia</i>	51.6	16.0	Co	End	O	537082	3529938
20	<i>Quercus agrifolia</i>	40.8	16.0	Co	End	O	537083	3529937
21	<i>Quercus agrifolia</i>	47.5	14.0	Co	End	O	537083	3529938
22	<i>Eucalyptus globulus</i>	26.4	12.0	Su	Te	O	537080	3529952
23	<i>Eucalyptus globulus</i>	27.5	14.0	Su	Te	O	537078	3529953
24	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.4	14.0	Co	Te	O	537080	3529953
25	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.3	17.0	Do	Te	O	537080	3529955
26	<i>Eucalyptus globulus</i>	38.5	22.0	Co	Te	O	537080	3529954
27	<i>Eucalyptus globulus</i>	46.8	24.0	Do	Te	S	537102	3529803
28	<i>Eucalyptus globulus</i>	50.0	20.0	Do	Te	S	537099	3529800
29	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.7	16.5	Co	Te	S	537096	3529801
30	<i>Eucalyptus globulus</i>	49.0	21.5	Do	Te	S	537090	3529804
31	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.5	16.0	Co	Te	S	537092	3529805
32	<i>Salix lasiolepis</i>	16.0	5.0	Su	Te	N	537122	3529958
33	<i>Salix lasiolepis</i>	20.5	10.9	Co	Te	N	537123	3529959

Do: Dominancia, C: Condición, O: Orientación, Co: Codominante, Do: Dominante, Su: Suprimido, End: Tratados con endoterapia, Te: Testigo



**Figura 73.** Ubicación geográfica de los individuos evaluados del tratamiento de endoterapia vegetal, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.10.2.3. Evaluación de los tratamientos de endoterapia vegetal

En la evaluación de los tratamientos endoterapia vegetal fueron evaluados 20 árboles de encino (*Quercus agrifolia*) los cuales recibieron tratamiento en octubre y noviembre de 2018. Para el grupo testigo se dictaminaron 13 árboles no tratados de los cuales 10 correspondían a la especie de *Eucalyptus globulus*, 2 individuos de *Salix lasiolepis* y 1 árbol de *Quercus agrifolia*.

A cada individuo evaluado se le determinó su condición fitosanitaria respecto a la afectación por insectos ambrosiales. En el grupo de los árboles testigos se observaron 2 individuos de sauce afectados por insectos ambrosiales lo que representa un 15.4%, mientras que el resto de los árboles testigos evaluados (n=11) se encontraban sanos (84.6%). En el caso de los tocones el 100% se encontraban sin evidencias de afectación por insectos ambrosiales. Los resultados de la evaluación se presentan en el Cuadro 14 y Figura 74.

#### 4.10.2.4. Efectividad de los tratamientos de endoterapia vegetal

En el sitio Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, los tratamientos de endoterapia vegetal que realizaron en octubre y noviembre 2018 tuvieron una efectividad de 84.6%, de acuerdo con la evaluación de árboles testigos que no fueron intervenidos con algún tratamiento (Figura 74). Estos tratamientos consistieron en la aplicación de insecticida Acefato y el fungicida Propiconazol como tratamiento preventivo en los árboles cercanos al brote de afectación de insectos ambrosiales que fue saneado en 2018.

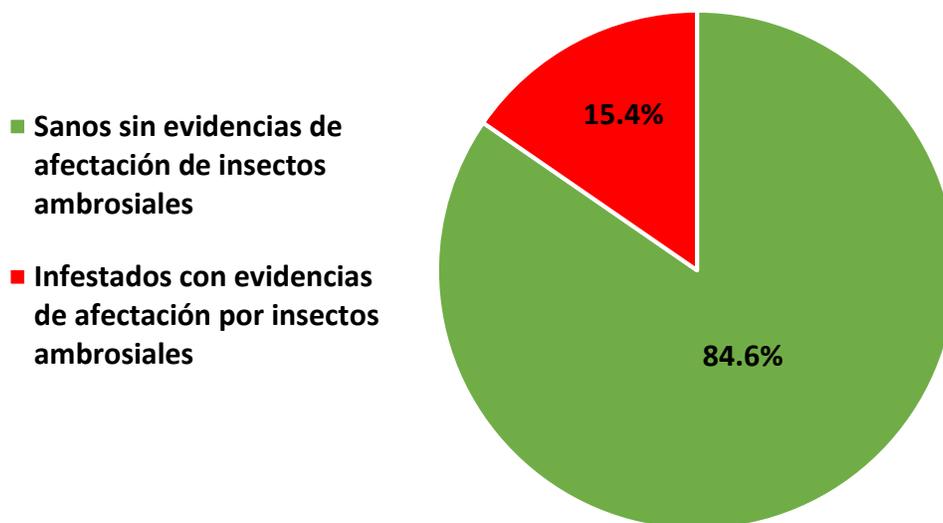


Figura 74. Evaluación de la efectividad del tratamiento de endoterapia vegetal en el grupo de individuos testigos, en el Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California.

**Cuadro 14. Datos de la evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios de endoterapia vegetal aplicados para insectos ambrosiales, Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California.**

No	Especie	DN (cm)	Altura (m)	Do	C	O	Variables fitosanitarias																Calif	NA
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
							FAF	MDE	OD	EIO	EOG	COO	EHO	ABO	ACO	PAC	GAL	PAL	AIN	MAO	COT	NEX		
1	<i>Quercus agrifolia</i>	43.5	8.0	Co	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	<i>Quercus agrifolia</i>	76.8	11.0	Do	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	<i>Quercus agrifolia</i>	32.0	10.5	Co	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	<i>Quercus agrifolia</i>	60.3	11.0	Co	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	<i>Quercus agrifolia</i>	49.6	12.5	Do	Ta	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	<i>Quercus agrifolia</i>	32.0	7.0	Co	Te	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	<i>Quercus agrifolia</i>	30.1	12.0	Co	Ta	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	<i>Quercus agrifolia</i>	30.0	12.0	Co	Ta	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	<i>Quercus agrifolia</i>	38.5	12.5	Co	Ta	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	<i>Quercus agrifolia</i>	45.5	12.0	Co	Ta	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	<i>Quercus agrifolia</i>	35.6	11.0	Co	Ta	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	<i>Quercus agrifolia</i>	51.7	15.0	Do	Ta	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	<i>Quercus agrifolia</i>	29.0	10.0	Co	Ta	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	<i>Quercus agrifolia</i>	39.0	9.0	Co	Ta	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	<i>Quercus agrifolia</i>	38.2	9.0	Co	Ta	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	<i>Quercus agrifolia</i>	51.7	11.0	Do	Ta	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	<i>Quercus agrifolia</i>	43.0	12.0	Su	Ta	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	<i>Quercus agrifolia</i>	37.0	10.0	Su	Ta	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	<i>Quercus agrifolia</i>	51.6	16.0	Co	Ta	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

No	Especie	DN (cm)	Altura (m)	Do	C	O	Variables fitosanitarias																Calif	NA
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
							FAF	MDE	OD	EIO	EOG	COO	EHO	ABO	ACO	PAC	GAL	PAL	AIN	MAO	COT	NEX		
20	<i>Quercus agrifolia</i>	40.8	16.0	Co	Ta	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	<i>Quercus agrifolia</i>	47.5	14.0	Co	Ta	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	<i>Quercus agrifolia</i>	47.5	14.0	Co	Ta	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	<i>Eucalyptus globulus</i>	26.4	12.0	Su	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	<i>Eucalyptus globulus</i>	27.5	14.0	Su	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.4	14.0	Co	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.3	17.0	Do	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	<i>Eucalyptus globulus</i>	38.5	22.0	Co	Te	O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	<i>Eucalyptus globulus</i>	46.8	24.0	Do	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	<i>Eucalyptus globulus</i>	50.0	20.0	Do	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.7	16.5	Co	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	<i>Eucalyptus globulus</i>	49.0	21.5	Do	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	<i>Eucalyptus globulus</i>	35.5	16.0	Co	Te	S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	<i>Salix lasiolepis</i>	16.0	5.0	Su	Te	N	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	3	2
33	<i>Salix lasiolepis</i>	20.5	10.9	Co	Te	N	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	3	2

DN: Diámetro normal, Do: Dominancia (Re: Rebrote, Co: Codominante, Do: Dominante, Su: Suprimido), C: Condición (Ta: Tratado, Te: Testigo), O: Orientación (N: Norte, E: Este, O: Oeste, S: Sur), Ta: Tratado, Te: Testigo, Calif: Calificación, NA: Nivel de afectación. Variables fitosanitarias: FAF: Follaje de la copa con afectación, MDE: Muerte descendente, OD: Orificios de entrada y salida, EIO: Excremento de los insectos en los orificios, EOG: Acumulación oscura de exudado o resina, COO: Coloración oscura rodeando los orificios, EHO: Exudado húmedo color marrón oscuro alrededor de los orificios, ABO: Acumulación blanca de exudado en los orificios, ACO: Aserrín en los orificios de salida, PAC: Palillos de aserrín en los orificios de salida, GAL: Galerías en forma lineal, PAL: Perforaciones en la albura, AIN: Insectos adultos, pre imagos, pupas, larvas o huevos, MAO: Mancha oscura-azul de la madera, COT: Coloración oscura del tronco, NEX: Necrosis en el xilema.





El método de endoterapia que se está utilizando como mecanismo de protección y control para insectos ambrosiales en Tijuana y Ensenada es adecuado ya que se tienen antecedentes de su efectividad en campo. La inyección o endoterapia vegetal también controla a los insectos que se alimentan debajo de la corteza donde los compuestos rociados sobre la superficie de los árboles no pueden penetrar en concentraciones suficientes (Doccola y Wild, 2012).

Una ventaja de la inyección en el tronco puede ser la persistencia de la acción residual reportada en algunos estudios, lo que significa que un tratamiento por año, o incluso a intervalos más largos, puede ser suficiente (Doccola y Wild, 2012). En las acciones preventivas y de control que se realizan para el complejo de insectos ambrosiales en México, es recomendable utilizar un insecticida con una residualidad promedio de un año, como el Benzoato de Emamectina, con la finalidad de aplicar los tratamientos de endoterapia vegetal una vez por año a los árboles a proteger contra el ataque de esta plaga.

Grosman *et al.* (2010) evaluaron las inyecciones de formulaciones experimentales de Benzoato de emamectina para prevenir la mortalidad de *Pinus ponderosa*, por *Dendroctonus brevicomis* en California, e informaron tres años de protección con una sola inyección. Por otra parte, de igual manera con una inyección al tronco de Benzoato de emamectina a la tasa de 0.1, 0.2 o 0.4 g controló el 100% de larvas del barrenador esmeralda (*Agrilus planipennis*) en 98.99 % de los árboles tratados de *Fraxinus pennsylvanica* durante 2–3 años (Smitley, Doccola & Cox, 2010).

Grosman, Eskalen & Brownie (2019) determinaron que el Benzoato de emamectina solo o combinado con Propiconazol son tratamientos curativos y preventivos aceptables para el manejo del complejo de barrenadores polípagos en álamos (*Platanus racemosa*) en el sur de California, Estados Unidos. Estos autores utilizaron mediante inyección al tronco 2.0 ml de TREEäge® y 2.4 ml de Propizol® por cm por diámetro a la altura del pecho (DAP) ( $\approx 1.40$  m,) con el sistema de micro inyección Arborjet QUIK-jet® en puntos espaciados estimados dividiendo el DAP entre 1.25 (por ejemplo, un diámetro de 30 cm, requiere  $\approx 4$  puntos;  $30/1.25=24$  cm de distancia entre puntos) a 0.3 m sobre el nivel del suelo. Las inyecciones iniciales se realizaron en marzo de 2013, reaplicando en marzo de 2015. La dosis inyectada a cada árbol aproximada es de una concentración de 0.16 g de Benzoato de emamectina en 1 ml de TREEäge® y 0.04 g de Propiconazol en 1 ml de Propizol®, en ambos casos por cada cm de DAP.

En las dosis aplicadas en el manejo de los ambrosiales en Tijuana y Ensenada, el Tilt® (Propiconazol) tiene una concentración de 0.25 g de i.a. en 1 ml de Tilt® y el Proclaim® (Benzoato de emamectina) tiene por cada gramo de producto comercial 0.05 g de i.a., otra presentación del Benzoato de emamectina, Denim®, tiene 0.02 g de i.a. por cada 1 ml del producto comercial.

En el caso del Propiconazol utilizando el producto comercial Tilt® la dosis final aplicada es de 0.060 g de i.a. por cada ml de solución preparada y en el caso de Acefato utilizando como producto comercial el Orthene® la dosis final aplicada es de 0.132 g de i.a. por cada ml de solución preparada.

#### 4.11. Descripción de las dosis y productos definidos en el plan de acción de escarabajos ambrosiales de SENASICA y métodos que evalúan su efectividad sobre poblaciones

El documento denominado plan de acción para la vigilancia y aplicación de medidas de control contra complejos ambrosiales reglamentados en México: *Xyleborus glabratus-Raffaelea lauricola* y *Euwallacea sp.-Fusarium Euwallaceae* (SENASICA, 2015), establece los siguientes productos químicos con su respectiva dosis en sus procedimientos para la contención, aplicación de medidas fitosanitarias y trampeo para el control del complejo de ambrosiales, los cuáles se describen a continuación.

##### 4.11.1. Aspersión productos químicos en árboles afectados

Una vez confirmada la presencia de un brote o incursión del complejo *X. glabratus-R. lauricola* y *Euwallacea sp.- Fusarium Euwallaceae*, se deben iniciar las aplicaciones de insecticidas y fungicidas autorizados para la contención, realizándose preferentemente en árboles con daños y síntomas; en el caso de árboles empleados la aplicación deberá ser dirigida a las partes no cubiertas con plástico (SENASICA, 2015).

Algunos de los productos insecticidas que están autorizados y son tolerantes al cultivo del aguacate) y que han resultado efectivos para el control de estos escarabajos en otros países, están incluidos en el plan de acción (SENASICA, 2015) y se describen en el Cuadro 15.

**Cuadro 15. Productos químicos y dosis definidos en el plan acción para la vigilancia y aplicación de medidas de control contra complejos ambrosiales reglamentados en México: *Xyleborus glabratus-Raffaelea lauricola* y *Euwallacea sp.-Fusarium Euwallaceae*. Fuente: SENASICA, 2015.**

Producto químico (Ingrediente activo)	Fórmula química	Dosis
Malathion 50% CE	dietil (dimetoxitiofosforiltio)succinato o S-1,2-bis(etoxicarbonil) etil O,O-dimetil fosforoditioato	100-200 ml 100 L <sup>-1</sup> de agua
Permetrina 33.66% CE	3-fenoxibencil (1RS)-cis, trans-3-(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropanocarboxilato	200-300 ml ha <sup>-1</sup>
Lambda cialotrina 6.50 % CE	A-Cyano-3-fenoxibencil 3-(2-cloro-,3,3-trifluoroprop-1-enil)-2,2-dimetil ciclopropano carboxilato 1:1 de los isómeros (Z)-(1 R,3R) -S-éster y (Z) (1S,3S) -R-éster	300-600 ml ha <sup>-1</sup>
Tiametoxam* 14.1% CE + Lambda-cialotrina 10.6% CE**	*(EZ)-3-(2-cloro-1,3-tiazol-5-ilmetil)-5-metil-1,3,5-oxadiazinan-4-iliden(nitro)amina **Lambda-cialotrina es una mezcla racémica del par enantiomérico B de la cialotrina : (1R,3R)-3-((Z)-2-cloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enil)-2,2-	200-400 ml ha <sup>-1</sup>

Producto químico (Ingrediente activo)	Fórmula química	Dosis
	dimetilciclopropanocarboxilato de (S)- $\alpha$ -ciano-3-fenoxibencilo y (1S,3S)-3-((Z)-2-cloro-3,3,3-trifluoroprop-1-enil)-2,2-dimetilciclopropanocarboxilato de (R)- $\alpha$ -ciano-3-fenoxibencilo	
Zeta-cipermetrina 12% CE	Zeta-cipremetrina: a-ciano- (3-fenoxifenil)metil ( $\pm$ ) cis/trans3-(2,2-dicloroeteni) 2,2-dimetil ciclopro panocarboxilato	40-45 ml 100 L <sup>-1</sup> de agua

#### 4.11.2. Control cultural y químico

**Derribo, troceo, aspersión y fumigación de árboles infestados:** esta actividad sólo será realizada en árboles que muestren daño evidente ocasionado por el complejo de ambrosiales con la finalidad de destruir las larvas, pupas y adultos dentro del tocón, tronco y ramas, y evitar la diseminación del patógeno. Inicialmente, se derribará el árbol y se seccionará en trozas de 50 a 60 cm de largo asperjando insecticidas sobre trozas y ramas, tan pronto se vayan cortando. Para la fumigación, las trozas, ramas y tocón, se colocarán en una fosa o sobre la superficie del suelo y se cubrirán con plástico calibre 600, dejando áreas sin sellar para la introducción del fosforo de aluminio, la dosis a aplicar será de 1-2 g m<sup>-3</sup> y una vez aplicado, las áreas descubiertas deben ser cerradas completamente (SENASICA, 2015).

#### 4.11.3. Micro inyecciones al tronco

Cuando exista sospecha de la enfermedad del complejo de escarabajos ambrosiales se deberá inyectar el árbol con Propiconazol al 22.98% a una dosis de 50 ml 100 L<sup>-1</sup> de agua y el intervalo de aplicación, dependerá de la recomendación en la etiqueta del producto. Se puede hacer uso de *Beauveria bassiana*, principalmente en huertas de cultivo orgánico (SENASICA, 2015).

#### 4.12. Descripción técnica de los semioquímicos utilizados para el monitoreo de escarabajos ambrosiales (*Euwallacea* sp. y *Xyleborus glabratus*) y metodología *in situ* para evaluar el rango de acción del tipo de semioquímicos utilizados por trampa

##### 4.12.1. Semioquímicos utilizados para el monitoreo de escarabajos ambrosiales

Los escarabajos ambrosiales identificados como el complejo de especies de *Euwallacea* nr. *fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) amenazan la producción de aguacate en varios países de mundo; estas plagas se monitorean actualmente con atrayentes que contienen querciverol, recientemente se descubrió que el  $\alpha$ -copaeno también es un atrayente efectivo, y aún más la combinación de ambos semioquímicos (Kendra *et al.*, 2017; Owens *et al.*, 2019).

El  $\alpha$ -copaeno se encuentra en una presentación comercial de una burbuja de 2.9 cm de diámetro con un contenido de 2.0 ml del aceite esencial el cual contiene 50% de  $\alpha$ -copaeno. Otra presentación comercial tiene 290 mg del aceite esencial y el querciverol se encuentra en una mini burbuja de diámetro de 1.2 cm con 97 mg del aceite esencial (Figura 76).

El querciverol (fórmula química: (1S, 4R)-p-menth-2-en-1-ol) se identificó por primera vez a partir de volátiles que se encuentran en el escarabajo ambrosial del roble *Platypus quercivorus* (Tokoro *et al.*, 2007), por lo que se identificó como una feromona de agregación (Kashiwagi *et al.*, 2006).



Figura 76. Presentación comercial de los semioquímicos utilizados para el monitoreo de insectos ambrosiales:  $\alpha$ -copaeno (izquierda) y Querciverol (derecha). Fuente: Propia.

El Copaeno, o más precisamente,  $\alpha$ -copaeno (fórmula química:  $\alpha$ : (1R, 2S, 6S, 7S, 8S)-8-isopropyl-1,3-dimethyltricyclo [4.4.0.0<sup>2,7</sup>] dec-3-ene), es el nombre químico común de un líquido aceitoso de hidrocarburo que se encuentra en plantas productoras de aceite esenciales (NCBI, 2019a).

**Cuadro 16. Productos semioquímicos utilizados para el monitoreo de los escarabajos ambrosiales.**  
Fuente: Elaboración propia.

Semioquímico	Escarabajo ambrosial	Plantas asociadas	Autor	País
Querciverol, Cubebeno, Conophtorina, Chalcogram, Etanol	<i>Euwallacea</i> nr. <i>Fornicatus</i>	<i>Persea americana</i>	Carrillo <i>et al.</i> , 2015	Estados Unidos
Querciverol, Etanol	<i>Euwallacea</i> nr. <i>Fornicatus</i>	<i>Persea americana</i>	Dodge <i>et al.</i> , 2017	Estados Unidos
$\alpha$ -copaeno, Querciverol	<i>Xyleborus glabratus</i> , <i>Euwallacea fornicatus</i> , <i>Araptus schwarzi</i>	<i>Persea americana</i>	García-Guevara <i>et al.</i> , 2018	México
Aceite de Manuka ( <i>Leptospermum scoparium</i> : Myrtaceae)	<i>Xyleborus glabratus</i>	<i>Pinus elliotii</i> , <i>Pinus palustris</i> , <i>Persea borbonia</i> , <i>Taxodium ascendens</i> , <i>Persea borboni</i> , <i>Persea pallustris</i> , <i>Pinus taeda</i>	Brar <i>et al.</i> , 2012	Estados Unidos
Extracto de <i>Persea borbonia</i> , Aceite de Manuka, Eucalyptol, Óxido de cariofileno, Metanol	<i>Xyleborus glabratus</i>	<i>Pinus taeda</i> , <i>Persea borbonia</i> , <i>Persa palustris</i> , <i>Persea americana</i> , <i>Quercus viginiana</i> , <i>Sabal palmetto</i> , <i>Morella</i>	Hanula <i>et al.</i> , 2008	Estados Unidos

Semioquímico	Escarabajo ambrosial	Plantas asociadas	Autor	País
		<i>cerífera, Acer rubrum</i>		
Aceite de Manuka, Aceite de Phoebe (Lauraceae), Etanol	<i>Xyleborus glabratus</i>	<i>Persea borbonia</i>	Hanula <i>et al.</i> , 2011	Estados Unidos
$\alpha$ -copaeno, querciverol	<i>Euwallacea nr. fornicatus</i>	<i>Persea americana</i>	Kendra <i>et al.</i> 2017	Estados Unidos
Aceite de Manuka, Aceite de Phoebe, * $\alpha$ -copaeno	<i>Xyleborus glabratus</i>	<i>Persea americana</i> , * <i>Litchi chinensis</i>	Kendra <i>et al.</i> , 2011	Estados Unidos
Aceite de Phoebe, Aceite de Manuka, Cubebeno, Raíz de Jengibre, Semillas de angelica ( <i>Angelica archangelica</i> ), Aceite de Manuka, Etanol	<i>Xyleborus glabratus</i>	<i>Persea palustris</i> , <i>P. borbonia</i>	Kendra <i>et al.</i> , 2014	Estados Unidos
Cubebeno, Aceite de Manuka, Aceite de Phoebe	<i>Xyleborus glabratus</i>	<i>Persea palustris</i>	Kendra <i>et al.</i> , 2015	Estados Unidos
Aceite de Manuka, Etanol	<i>Xyleborus glabratus</i>	<i>Persea borbonia</i>	Kuhns <i>et al.</i> , 2013	Estados Unidos
Eucalyptol, p-cimeno, Mirceno, Limoneno, Sabineno, $\alpha$ -pineno, $\beta$ -pineno, Aceite de Manuka	<i>Xyleborus Glabratus</i>	<i>Persea borbonia</i> , <i>Persea americana</i>	Kuhns <i>et al.</i> , 2014	Estados Unidos
Etanol, $\alpha$ -copaeno, Querciverol	Varias especies	<i>Persea americana</i>	Lázaro, 2019	México

Semioquímico	Escarabajo ambrosial	Plantas asociadas	Autor	País
Querciverol, $\alpha$ -copaeno	<i>Euwallacea</i> nr. <i>fornicatus</i>	<i>Persea americana</i>	Owens <i>et al.</i> , 2018	Estados Unidos
$\alpha$ -copaeno, Querciverol	<i>Euwallacea</i> nr. <i>fornicatus</i>	<i>Persea americana</i> , <i>Lysiloma latisiliquum</i>	Owens <i>et al.</i> , 2019	Estados Unidos
Etanol	Varias especies	Viveros de plantas ornamentales	Reding <i>et al.</i> , 2011	Estados Unidos
Verbenona, Etanol	Varias especies	Coníferas	Werle <i>et al.</i> , 2018	Estados Unidos

#### 4.13. Metodología *in situ* para evaluar el rango de acción del tipo de semioquímicos

La metodología *in situ* para realizar la evaluación del rango de atracción de los semioquímicos utilizados para el monitoreo de insectos ambrosiales se describe en el apartado 3.6.3 de este documento.

### **4.13.1. Resultados de la evaluación de los semioquímicos para el monitoreo de insectos ambrosiales**

#### **4.13.1.1. Sitio de evaluación en campo**

Después de analizar los escenarios de los sitios recorridos en campo, que presentaron características de sospecha y presencia de afectaciones recientes en agosto de 2019 por insectos ambrosiales. Fue seleccionado un brote activo en el sitio ubicado en el Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyTEBC) Plantel Ensenada con la clave: 02ETC0004A, que se localiza en la dirección: Eje higueras y Golfo de Santa Clara S/N Col. Popular C.P. 22812, Ensenada, Baja California (Figura 77).

Este sitio fue elegido debido a sus características de presentar un brote activo donde aún no se realizaban tratamientos fitosanitarios de saneamiento y las condiciones de seguridad para el resguardo de las trampas en el plantel educativo, ya que de acuerdo con lo mencionado por el personal de CONAFOR Baja California y CESVBC es común el robo y vandalismo al equipo de trapeo.

En este sitio se llevó a cabo la evaluación en campo de los productos semioquímicos utilizados para el monitoreo de escarabajos ambrosiales mediante un experimento utilizando trampas multiembudo tipo Lindgren.

El brote activo de insectos ambrosiales localizado en el CECyTEBC se ubicó con coordenada del centro en 11R 540287 E, 3528940 N a una altitud de 125 msnm, con una pendiente promedio de 10% y una exposición predominante hacia el Noreste.

En este sitio los insectos ambrosiales se encontraba afectando vegetación secundaria de bosques de galería modificada por las condiciones urbanas con presencia de árboles introducidos, las especies representativas fueron: sauce (*Salix lasiolepis*), eucalipto azul (*Eucalyptus globulus*), laurel de la india (*Ficus microcarpa*) e higuera (*Ricinus communis*) (Figura 78).

La principal especie afectada por escarabajos ambrosiales fue el sauce y en menor proporción la higuera, en el brote se encontraban individuos con presencia de insectos adultos en su interior y también se observaron árboles muertos abandonados con orificios de salida (Figura 78 y Figura 79).

En los árboles afectados de sauce se observaron orificios de entrada presentes en los fuste y ramas, los orificios presentaban exudado de una coloración oscura rodeandolos, algunos presentaban excremento, se visualizaron palillos de aserrín sobre la corteza y saliendo de orificios de entrada. Al descortezar áreas afectadas se encontraron galerías lineales y presencia de individuos adultos de ambrosiales (Figura 79).



Figura 77. Vista del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyTE) Plantel Ensenada, Baja California, se observa la localización del brote activo de insectos ambrosiales. Fuente: Google Earth Pro.



Figura 78. Vista del brote activo de insectos ambrosiales ubicado en el CECyTE Plantel Ensenada, Baja California, se observa una vegetación secundaria de bosque de galería alterada por las condiciones urbanas. Fuente: propia.



**Figura 79.** Vista de individuos de sauce afectados por insectos ambrosiales, se observan los daños característicos como presencia de orificios de entrada con exudado de coloración oscura rodeando, se visualiza también palillo de aserrín y excremento sobre la corteza y en el interior del árbol galerías e insectos adultos, CECyTE Plantel Ensenada, Baja California Fuente: Propia.

#### 4.13.1.2. Diseño experimental

Se estableció un experimento bajo un diseño en bloques al azar, conformado por 15 unidades experimentales (15 trampas multiembudo tipo Lindgren con depósito colector respectivamente). Estas últimas fueron instaladas en el CECyTEBC plantel Ensenada. Los tratamientos evaluados fueron el querciverol (p-mentenol) (QU), el  $\alpha$ -copaeno (CO), y la combinación (CQ) de ambos atrayentes; los bloques fueron las distancias de 20 m, 40 m, 60 m, 80 m y 100 m a las que se establecieron las trampas del brote de insectos ambrosiales.

##### Modelo del diseño en bloques completos al azar:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + e_{ij}$$

##### Dónde:

$i = 1, 2, \dots, b$ .     $j = 1, 2, \dots, t$ .

$b$  = Número de bloques.

$t$  = Número de tratamientos.

$Y_{ij}$  = Valor de la variable respuesta obtenida en la  $j$ -ésimo tratamiento del  $i$ -ésimo bloque.

$\mu$  = Efecto medio general (respuesta media sin aplicar ningún tratamiento a las unidades experimentales).

$\beta_i$  = Efecto atribuido al  $i$ -ésimo bloque.

$T_j$  = Efecto atribuido al  $j$ -ésimo tratamiento.

$e_{ij}$  = Término del error aleatorio. Donde los  $e_{ij}$  tienen una distribución normal e independiente con media 0 y varianza.

$\mu$ ,  $\beta_i$  y  $T_j$  son los parámetros del modelo en bloques al azar.

Se obtuvo el siguiente juego de hipótesis:

##### Para el caso de los tratamientos:

$H_0$ : el efecto de los semioquímicos utilizados es igual para la captura de *Euwallacea* sp.

VS

$H_a$ : al menos un semioquímicos es diferente sobre la captura de *Euwallacea* sp.

##### Para el caso de los bloques:

$H_0$ : el efecto de la distancia de las trampas Lindgren al brote de infestación es igual para la captura de *Euwallacea* sp.

VS

$H_a$ : al menos una distancia de las trampas Lindgren al brote de infestación tiene un efecto diferente sobre la captura de *Euwallacea* sp.

Cabe mencionar que la especie *X. glabratus* es atraída por el  $\alpha$ -copaeno y el complejo *Euwallacea* spp. por el querciverol (Figura 80, Figura 81 y Cuadro 17).



Figura 80. Ubicación geográfica de las trampas multiembudo tipo Lindgren utilizadas en el monitoreo de escarabajos ambrosiales, CECyTE plantel Ensenada, Baja California. Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 17. Datos de las trampas multiembudo tipo Lindgren utilizadas en el monitoreo de escarabajos ambrosiales, CECyTE plantel Ensenada Baja California.**

No	Clave	Orientación	Bloque	Tratamiento	Coordenadas UTM (Datum WGS 84, Zona R11)		Altitud (msnm)	Especies arbóreas representativas cercanas
					Este (x)	Norte (y)		
1	1CO20	N	20	CO	540303	3528979	130	<i>Casuarina equisetifolia</i> , <i>Eucalyptus globulus</i> , <i>Ficus benjamina</i> , <i>Schinus molle</i>
2	2QU40	N	40	QU	540307	3529000	128	<i>Schinus terebinthifolius</i> , <i>Ficus microcarpa</i> , <i>Casuarina equisetifolia</i> , <i>Eucalyptus globulus</i>
3	3CQ60	N	60	CQ	540319	3529019	133	<i>Ficus benjamina</i> , <i>Schinus terebinthifolius</i> , <i>Ficus microcarpa</i>
4	4CQ80	N	80	CQ	540343	3529027	135	<i>Ficus benjamina</i>
5	5CO100	N	100	CO	540364	3529027	138	<i>Ficus benjamina</i>
6	6QU20	NE	20	QU	540329	3528989	128	<i>Salix lasiolepis</i> , <i>Schinus molle</i>
7	7CQ40	NE	40	CQ	540337	3529007	134	<i>Salix lasiolepis</i>
8	8CO60	NE	60	CO	540358	3529015	134	<i>Washingtonia robusta</i>
9	9QU80	NE	80	QU	540382	3529023	134	<i>Ficus benjamina</i> , <i>Salix lasiolepis</i> , <i>Ficus microcarpa</i>
10	10CQ100	NE	100	CQ	540404	3529031	134	<i>Washingtonia robusta</i> , <i>Salix lasiolepis</i> , <i>Eucalyptus globulus</i> , <i>Ficus benjamina</i>
11	11CQ20	NO	20	CQ	540280	3528966	129	<i>Washingtonia robusta</i> , <i>Salix lasiolepis</i> , <i>Eucalyptus globulus</i>
12	12CO40	NO	40	CO	540265	3528981	130	<i>Washingtonia robusta</i> , <i>Salix lasiolepis</i>
13	13QU60	NO	60	QU	540257	3529003	136	<i>Washingtonia robusta</i> , <i>Salix lasiolepis</i>
14	14CO80	NO	80	CO	540221	3528993	129	<i>Schinus terebinthifolius</i> , <i>Washingtonia robusta</i>
15	15QU100	NO	100	QU	540196	3528994	124	

O: Orientación (N: Norte, NE: Noreste, NO: Noroeste), Bloque: Distancia al brote de infestación en metros, Tratamiento: QU: Querciverol, CO:  $\alpha$ -Copaeno, CQ: Querciverol+  $\alpha$ -Copaeno.



Figura 81. Conjunto de trampas instaladas para el monitoreo de escarabajos ambrosiales, CECyTE plantel Ensenada Baja California. Fuente: Propia.

#### 4.13.1.3. Monitoreo de insectos ambrosiales

Se llevó a cabo el monitoreo de insectos ambrosiales del 12 de agosto de 2019 al 9 de septiembre de 2019 evaluándose un conjunto de 15 trampas multiembudo tipo Lindgren cebadas con los tratamientos de los semioquímicos: querciverol (p-mentenol) (QU), el  $\alpha$ -copaeno (CO), y la combinación (CQ) de ambos atrayentes. Las evaluaciones se realizaron de manera semanal recolectando el material capturado en las fechas: 19 de agosto, 26 de agosto, 2 de septiembre y 9 de septiembre.

El material fue procesado y determinado del 26 de agosto al 20 de septiembre de 2019, en el laboratorio de Parasitología Forestal de la División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo.

#### Determinación taxonómica

Los insectos sospechosos del complejo *Euwallacea* sp. capturados en el monitoreo fueron identificados de acuerdo con sus características taxonómicas y morfológicas como la especie *Euwallacea kuroshio* (Figura 82) de acuerdo con lo propuesto por Smith *et al.* (2018) y Gomez *et al.* (2019). En el proceso de determinación de la especie se tuvo colaboración del Dr. Thomas Atkinson, el especialista identificó al insecto como Kuroshio Shot Hole Borer (KSHB, *Euwallacea kuroshio*) (Atkinson, comunicación personal, 2019), el cual forma parte del complejo de escarabajos ambrosiales afectando en México, la zona de Tijuana y Ensenada, Baja California. También en el proceso de determinación de la especie, se tuvo participación del M. en C. Jorge M. Valdez Carrasco, Profesor-Investigador del área de Morfología de insectos en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, colaboró en la toma de fotografías de calidad científica para mejor ilustración de este insecto plaga. A partir de estas imágenes se realizaron mediciones con el programa IMAGE-J de una muestra de 30 organismos, obteniendo los resultados indicados en el Cuadro 18. Las variables morfométricas utilizadas son de acuerdo con Smith *et al.* (2019) y Gomez *et al.* (2018).

**Cuadro 18. Variables morfométricas promedio determinadas con el software IMAGE-J en 30 individuos de *Euwallacea kuroshio*, colectados en el monitoreo de insectos ambrosiales.**

Variable	Longitud promedio (mm)
Longitud dorsal (Ldorsal)	2.615
Ancho de élitro (AE)	0.563
Longitud de élitros diagonal (LED)	1.732
Longitud pronoto diagonal (LPD)	1.134
Ldorsal/AP	2.410
Ancho del pronoto (AP)	1.085
Número de dientecillos en Protibia	8

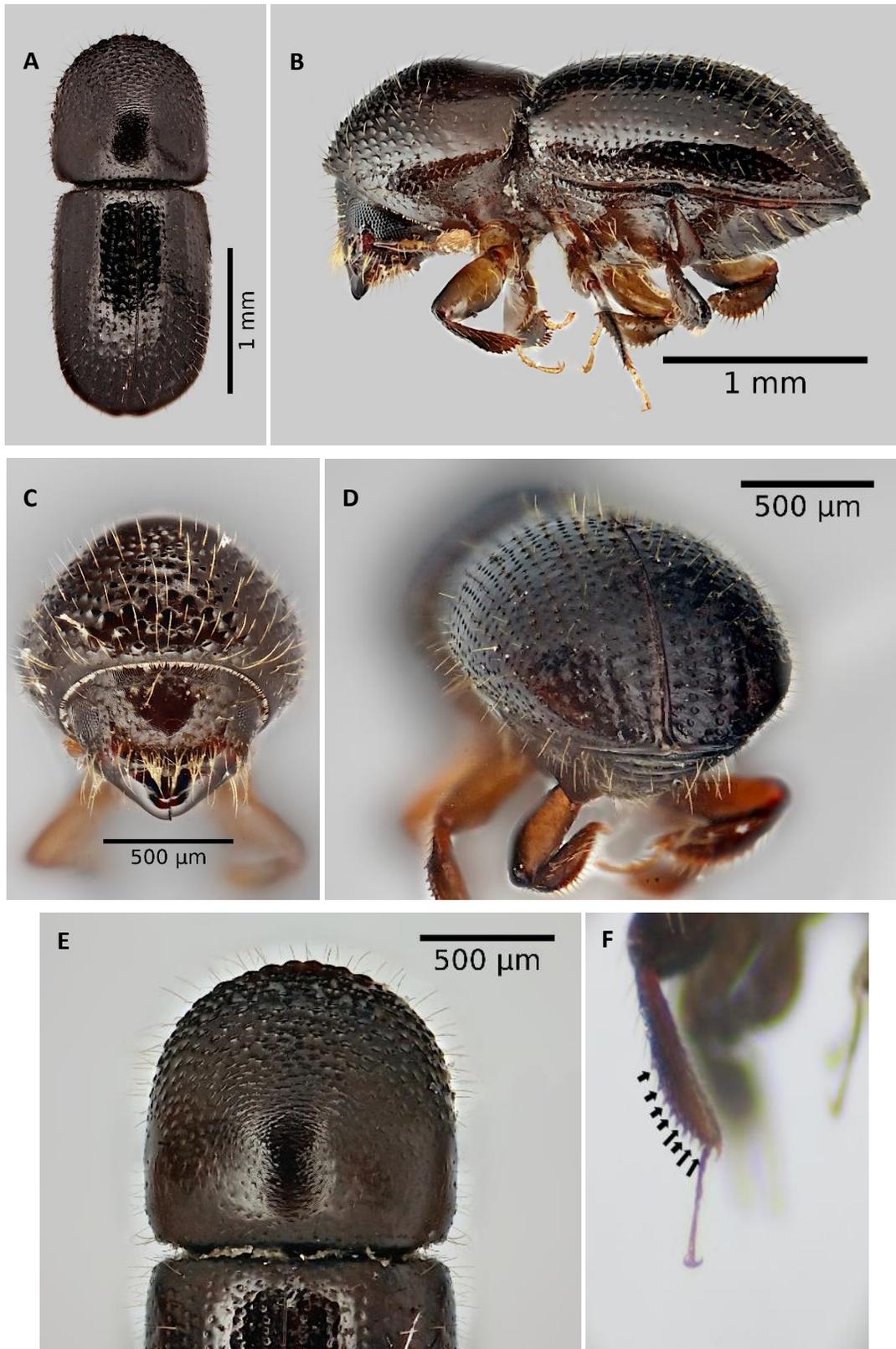


Figura 82. *Euwallacea kuroshio*: A) Vista dorsal, B) Vista Lateral, C) Vista frontal de la cabeza, D) Vista posterior (élitros), E) Pronoto, F) Dientecillos de la protibia (8). Fuente: Propia.

**Cuadro 19. Descripción general de *Euwallacea kuroshio* Gomez and Hulcr, 2018 (Smith et al., 2019).**

<b>Descripción</b>	Esta especie tiene élitros con una longitud de 1.50–1.82 mm y una longitud de pronoto de 1.08–1.16 mm, con 8 a 11 dientecillos en las protibias. El ancho del pronoto en esta especie es de 1.06–1.16 mm y el ancho de los élitros es de 0.52–0.56 mm
<b>Distribución</b>	Nativa en Indonesia (Este de Java), Japón (Okinawa) y Taiwán. Es una especie introducida en México y en Estados Unidos (California)
<b>Plantas hospederas</b>	<i>Sambucus</i> (Adoxaceae), <i>Liquidambar</i> (Altingiaceae), <i>Schinus</i> , <i>Searsia</i> (Anacardiaceae), <i>Ambrosia</i> , <i>Baccharis</i> (Asteraceae), <i>Alnus</i> (Betulaceae), <i>Ricinus</i> (Euphorbiaceae), <i>Quercus</i> (Fagaceae), <i>Cassia</i> , <i>Persea</i> (Lauraceae), <i>Ficus</i> (Moraceae), <i>Eucalyptus</i> (Myrtaceae), <i>Juglans</i> , <i>Pterocarya</i> (Juglandaceae), <i>Magnolia</i> (Magnoliaceae), <i>Fraxinus</i> (Oleaceae), <i>Platanus</i> (Platanaceae), <i>Populus</i> , <i>Salix</i> (Salicaceae), <i>Nicotiana</i> (Solanaceae) y <i>Tamarix</i> (Tamaricaceae)

Para corroborar la identificación de los individuos sospechosos fue enviada para su determinación taxonómica una muestra de 10 especímenes colectados al Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de SENASICA, ubicado en Tecámac, Estado de México. Los resultados corroboran positivo al género *Euwallacea* sp., negativo a *Euwallacea fornicatus* y negativo a la especie *Xyleborus glabratus* (Figura 83).

N° de Memorandum 423295 - CNRF 1099 /2019.  
 Tecámac, Estado de México, a 10 de septiembre de 2019.

**M.C. GERARDO RAMÍREZ CORTÉS**  
 REPRESENTANTE LEGAL DE CONSULTORES PARA LA  
 INVESTIGACIÓN APLICADA Y EL DESARROLLO S.A. DE C.V.  
 Calle Allende 763, San Sebastián, 56170 Texcoco, Méx.  
 ambrosiales.inydes@gmail.com  
 Tel: 01 55 50 25 38 31  
**PRESENTE**

El atención a su oficio del 04 de septiembre de 2019, remitido al Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, el cual indica que actualmente forma parte del proyecto "Servicio de consultoría para la evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en México" auspiciado por el Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo (PNUD) bajo el contrato CSG-2019-029 y que como parte de sus actividades de monitoreo de escarabajos ambrosiales, solicita la identificación taxonómica de especímenes colectados en trampas de Ensenada, Baja California.

Al respecto le informo que con fundamento en los artículos los artículos 1°, 2°, 6°, 7° fracción XXXII, y 19 fracción I, inciso a), de la Ley Federal de Sanidad Vegetal, artículos 6° fracción I, 7°, 15 y 15 fracción I del Reglamento Interior del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica) publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de julio de 2016, y lo dispuesto como funciones de la Dirección del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF), anexo informe de resultados de las muestras antes mencionadas con número de Orden 423295.

Reciba un cordial saludo

**Atentamente**  
 El Director del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria

Dr. José Abel López Buenfil

  
 JML / AJLC / 0100

Los datos personales proporcionados, están protegidos conforme a la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública (D.O.F. 08/09/2016) www.iftai.org.mx.  
 Km. 37.5 Carretera Federal México-Pachuca, Tecámac, Estado de México, CP. 55740.  
 Tel. 55 5905 1000 ext. 51328, abel.lopez@senasica.gob.mx.



Remitente: Fecha de Recopión: Septiembre 5, 2019 Fecha de Emisión: 09-sep-2019  
 CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA  
 Dirección: Solicitante: M.C. José Abel López Buenfil  
 GUILLERMO PÉREZ VALENZUELA No. 127 COL. DEL CARMEN Estado: CIUDAD DE MÉXICO  
 Ciudad: Coyacán  
 Clave Interna: 19P0021098 Uso: Forestal  
 Tipo de Muestra: SAUCE (I) Lote: CENTROS DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS PLANTEL ENSENADA, BC. Variedad: SALIX SP.  
 Parte(s): Insectos Envío: Septiembre 5, 2019 Latitud: 31.895808 Longitud: -104.574037  
 Toma: Agosto 19, 2019  
 Productor/Propietario: CONSULTORES PARA LA INVESTIGACIÓN APLICADA Y EL DESARROLLO SA DE CV  
 CALLE ALLENDE 763, SAN SEBASTIAN  
 Estado: ESTADO DE MÉXICO Municipio: Texcoco  
 Origen: MEXICO(ESTADOS UNIDOS MEXICANOS) Destino: Ensenada, BAJA CALIFORNIA

**D242 - Análisis de Entomología-Acarología: Observación con estereoscopio + claves taxonómicas.**

Determinación	Resultado
Euwallacea formicatus	NEGATIVO
Euwallacea sp.	POSITIVO
Xyleborus glabratus	NEGATIVO

Observaciones: 10 adultos (06/09/2019), (LHS).  
 Observaciones: PNUD CSG-2019-029 REGISTRO: AMBRO/BC/01. NO. DE TRAMPAS: 11CQ20, 7CQ40, 3CQ60, 4CQ80, 6CQ20, 2CQ40, 15CQ80, 5CQ80, 10CQ20, 12CQ40  
 1.- Wood, S.L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. Great Basin Nat. Mem. 8:1-1356.

  
 M.C. HÉCTOR ENRIQUE VEGA ORTIZ  
 JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

RMR/AMC

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento.  
 El resultado se refiere únicamente a las muestras probadas.

Página 1 de 1

UNIDAD INTEGRAL DE SERVICIOS, DIAGNÓSTICO Y CONSTATAción (UISDC) CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA Km. 37.5 Carr. Federal México-Pachuca, C. Centenario, Tecámac, Estado de México, CP. 55740, Tel (55)-50-90-3000 ext. 51403 Y 51405

REV_01	REF_PR-DFI-01	FO-DFI-19
--------	---------------	-----------

**Figura 83. Informe de resultados Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de SENASICA respecto a los especímenes sospechosos enviados para su determinación.**

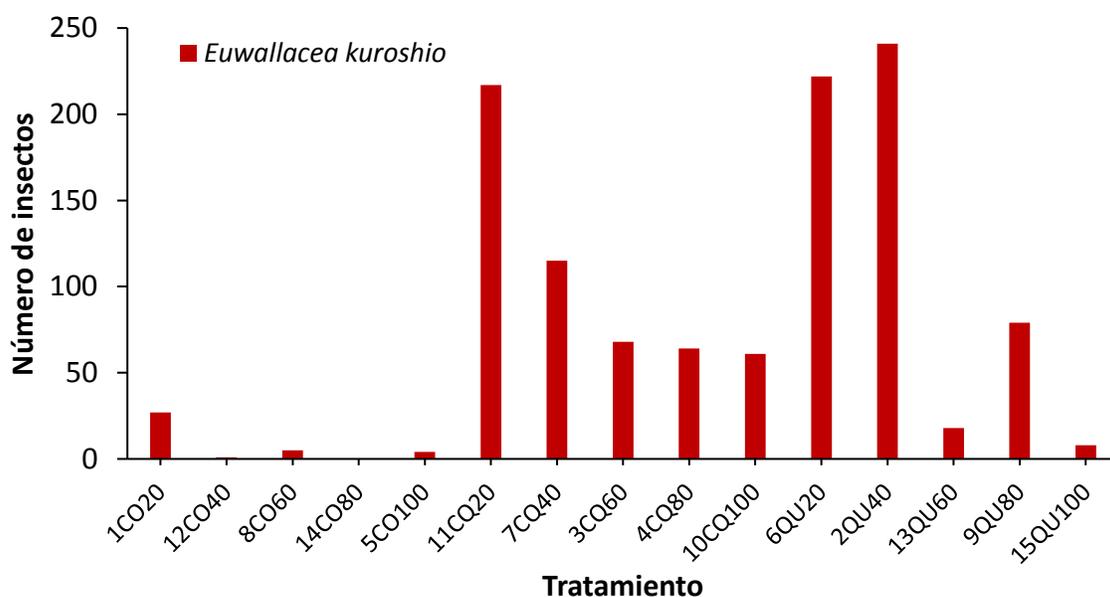
## Insectos ambrosiales capturados en el monitoreo

Durante el monitoreo fueron capturados en total 1130 individuos de *Euwallacea kuroshio*, obteniendo en los tratamientos evaluados un máximo de 87 insectos y un mínimo de 0 individuos no teniendo captura. La base de datos relativa al monitoreo de insectos ambrosiales se presenta en el Cuadro 20 y la tendencia de los datos en la Figura 84.

**Cuadro 20. Datos del monitoreo de insectos ambrosiales para determinar la eficiencia y el rango de acción de los semioquímicos en los tratamientos propuestos.**

No	Clave	O	B	T	Coordenadas UTM (Datum WGS 84, Zona R11)		Número de insectos ( <i>Euwallacea kuroshio</i> )				
							Fecha de colecta				Total
					Este (x)	Norte (y)	19/08/ 2019	26/08/ 2019	02/09/ 2019	09/09/ 2019	
1	1CO20	N	20	CO	540304	3528979	17	0	6	4	27
2	2QU40	N	40	QU	540307	3529000	36	47	87	71	241
3	3CQ60	N	60	CQ	540319	3529019	16	12	24	16	68
4	4CQ80	N	80	CQ	540343	3529027	9	16	14	25	64
5	5CO100	N	100	CO	540364	3529027	2	0	1	1	4
6	6QU20	NE	20	QU	540330	3528989	52	47	81	42	222
7	7CQ40	NE	40	CQ	540337	3529007	19	22	42	32	115
8	8CO60	NE	60	CO	540358	3529015	2	0	1	2	5
9	9QU80	NE	80	QU	540382	3529023	18	19	23	19	79
10	10CQ100	NE	100	CQ	540404	3529031	13	13	17	18	61
11	11CQ20	NO	20	CQ	540280	3528966	37	60	65	55	217
12	12CO40	NO	40	CO	540264	3528981	1	0	0	0	1
13	13QU60	NO	60	QU	540257	3529003	4	4	4	6	18
14	14CO80	NO	80	CO	540221	3528993	0	0	0	0	0
15	15QU100	NO	100	QU	540197	3528994	1	1	2	4	8
<b>Total</b>							<b>227</b>	<b>241</b>	<b>367</b>	<b>295</b>	<b>1130</b>

O: Orientación (N: Norte, NE: Noreste, NO: Noroeste), B: Distancia al brote de infestación en metros, T: QU: Querciverol, CO:  $\alpha$ -Copaeno, CQ: Querciverol+  $\alpha$ -Copaeno.



**Figura 84. Número de insectos colectados por tratamiento durante el monitoreo.**

## Análisis estadístico y resultados

Para procesar los datos se utilizó la distribución Cuasi-Poisson para analizar la variable respuesta que fue el número de insectos capturados de *Euwallacea kuroshio* durante el monitoreo, ya que es más adecuada cuando existe sobredispersión en variables discretas; en el análisis efectuado se obtuvo un valor de 19.83 superior a 1, por lo que se acepta el uso de esta distribución. De acuerdo con el análisis de devianza con un  $\alpha=0.05$ , se rechaza la Hipótesis nula y se concluye que, al menos un tratamiento semioquímico ( $p<0.0001$ ) y una distancia con respecto al brote de infestación ( $p<0.0001$ ) provoca efectos diferentes en el número de insectos capturados, lo anterior puede aplicarse a poblaciones que tienen condiciones similares bajo las cuales se realizó el experimento.

**Cuadro 21. Análisis de Devianza para los tratamientos de semioquímicos y la distancia con respecto al brote de infestación (bloque).**

	Df	Deviance Resid.	Df	Resid. Dev	Pr(>Chi)
<b>NULL</b>			14	1341.7	
<b>Tratamiento (Semioquímico)</b>	2	643.55	12	698.15	1.123e-08 ***
<b>Bloque (distancia)</b>	4	539.43	8	158.72	3.547e-06 ***

Código de significancia: menor a 0.0001 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.'

## Insectos ambrosiales capturados por tratamiento en el monitoreo

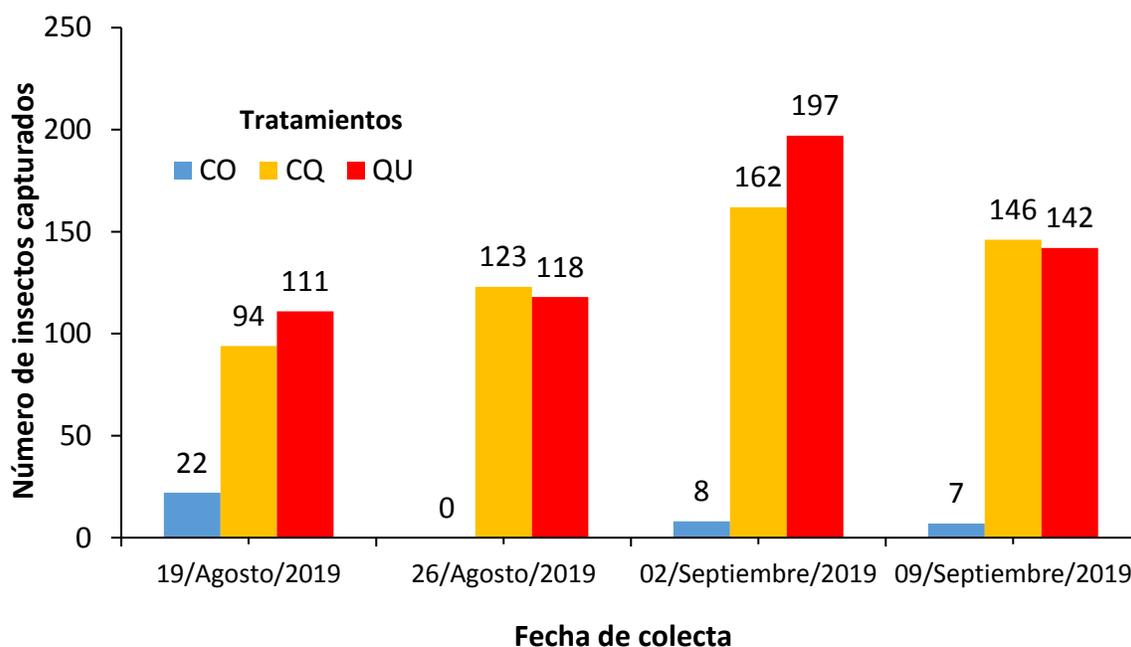
El número de insectos ambrosiales (*Euwallacea kuroshio*) capturados durante el monitoreo por cada tratamiento se presentan en el Cuadro 22 y Figura 85. Se observa una tendencia similar del número de insectos capturados en las 4 fechas de colecta por cada tratamiento particular.

Es evidente que el tratamiento de  $\alpha$ -copaeno (CO) tuvo un menor efecto en el número de insectos capturados con un total de 37 individuos. El tratamiento de querciverol (p-mentenol) (QU) registró una captura 568 insectos y la combinación de estos semioquímicos (CQ) capturó 525 especímenes. Estos dos tratamientos tuvieron efectos similares en la atracción y fueron notablemente más eficientes que el tratamiento CO, con una eficiencia 15 veces mayor para el caso del QU y de 14 veces mayor para la combinación CQ (Figura 85 y Cuadro 22).

De acuerdo con el análisis de contrastes con un  $\alpha=0.05$ , que consiste en comparar por pares los tratamientos y los bloques, el tratamiento de querciverol (p-mentenol) (QU) y la combinación CQ tienen un efecto similar en relación a la atracción de *Euwallacea kuroshio*, pero ambos tratamientos tienen un efecto diferente con respecto al tratamiento de  $\alpha$ -copaeno en la captura de insectos, el resultado anterior se puede aplicar a poblaciones que tienen condiciones similares bajo las cuales se realizó el experimento (Cuadro 23 y Figura 86). En investigaciones similares llevadas a cabo en huertas de aguacate en Florida, Estados Unidos, evidencian que el efecto combinado de los semioquímicos Querciverol +  $\alpha$  -Copaeno es mejor para capturar a *Euwallacea nr. fornicatus*, que utilizarlos individualmente, así como que la velocidad y la dirección del viento pueden influir en el número de hembras que se dispersan. Reportan que el 80% de los escarabajos capturados están dentro de los 30–35 m a partir de un punto de liberación, además registran que la distancia de vuelo máxima de las hembras es de 400 m (Owens *et al.*, 2018; Owens *et al.*, 2019).

**Cuadro 22. Insectos capturados de *Euwallacea kuroshio* por tratamiento en las cuatro fechas de colecta durante el monitoreo de insectos ambrosiales.**

Fecha de colecta	Número de Insectos capturados		
	Tratamiento		
	A-copaeno (CO)	Querciverol (p-mentenol) (QU)	Combinación CO y QU (CQ)
19/Agosto/2019	22	111	94
26/Agosto/2019	0	118	123
02/Septiembre/2019	8	197	162
09/Septiembre/2019	7	142	146
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>568</b>	<b>525</b>

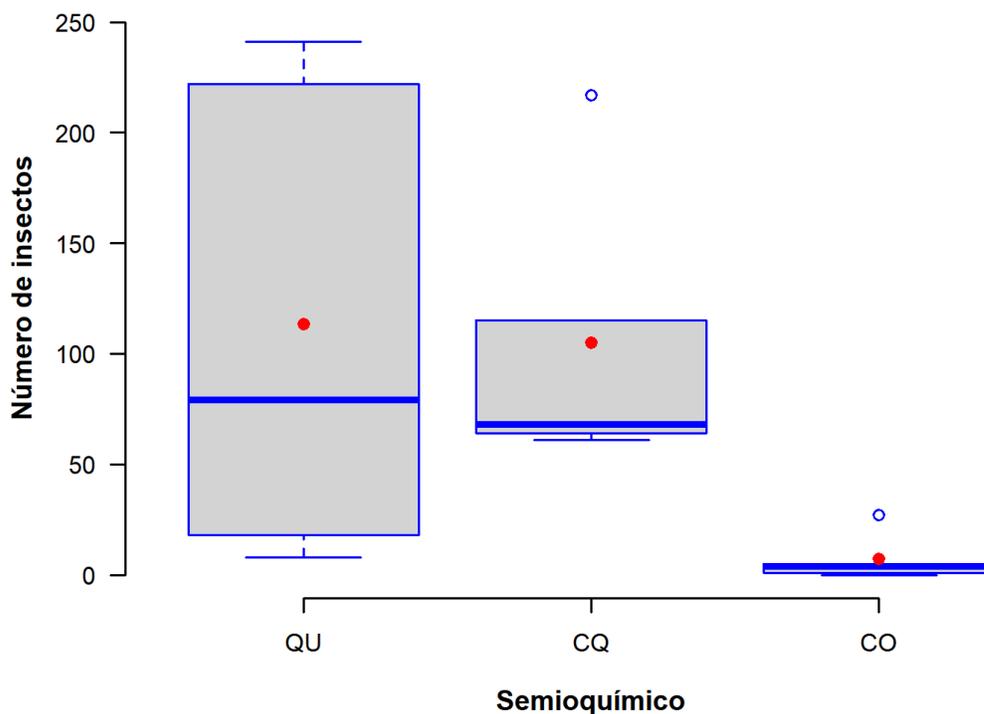


**Figura 85. Número de insectos capturados (*Euwallacea kuroshio*) por tratamiento en las 4 fechas de colecta durante el monitoreo de insectos ambrosiales.**

**Cuadro 23. Comparación mediante contraste de los tratamientos de semioquímicos evaluados para determinar su eficacia en el monitoreo de insectos ambrosiales.**

Tratamiento	Media ( <i>Euwallacea kuroshio</i> )	Desviación estándar	Contraste
$\alpha$ -copaeno (CO)	7.400	$\pm 11.1489$	B
Querciverol (p-mentenol) (QU)	113.600	$\pm 111.2083$	A
Combinación CO y QU (CQ)	105.000	$\pm 66.3890$	A

Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes con un  $\alpha=0.05$ .



**Figura 86. Boxplots de la relación entre el número de insectos colectados y el tratamiento semioquímico utilizado en el monitoreo de insectos ambrosiales (*Euwallacea kuroshio*).**

### Insectos ambrosiales capturados por tratamiento y rango de distancia en el monitoreo

El número de insectos ambrosiales (*Euwallacea kuroshio*) capturados durante el monitoreo por cada tratamiento y rango de distancia se presentan en Cuadro 24 y Figura 87.

El tratamiento de querciverol (p-mentenol) (QU), registró un rango más eficiente de captura de 20 a 40 metros, con un total de 463 insectos lo que representa un 81.5% del total de este tratamiento en un rango de 100 m, durante el monitoreo efectuado. Un comportamiento similar se observó para la combinación de los tratamientos (CQ) querciverol (p-mentenol) (QU) y  $\alpha$ -copaeno (CO), registrando en el rango de 20 a 40 metros una captura de 332 individuos, lo que representa un 63.2% del total del tratamiento en un rango de 100 m, durante el periodo de monitoreo (Cuadro 24 y Figura 87).

De acuerdo con el análisis de contrastes con un  $\alpha=0.05$ , de los bloques que consisten en las distancias para determinar el rango de acción de los semioquímicos evaluados, la distancia de 20 m y 40 m son estadísticamente similares, pero diferentes a las distancias de 60 m, 80 m, 80 m y 100 m, respectivamente, el resultado anterior se puede aplicar a poblaciones que tienen condiciones similares bajo las cuales se realizó el experimento (Cuadro 25 y Figura 88).

**Cuadro 24. Insectos capturados de *Euwallacea kuroshio* por tratamiento y rango de distancia durante el monitoreo de insectos ambrosiales.**

Tratamiento	Fecha	Número de insectos					Total
		Distancia (m)					
		20	40	60	80	100	
A-copaeno (CO)	19/Agosto/2019	17	1	2	0	2	22
	26/Agosto/2019	0	0	0	0	0	0
	02/Septiembre/2019	6	0	1	0	1	8
	09/Septiembre/2019	4	0	2	0	1	7
<b>Total</b>		<b>27</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>37</b>
<b>Porcentaje</b>		<b>73.0</b>	<b>2.7</b>	<b>13.5</b>	<b>0.0</b>	<b>10.8</b>	<b>100.0</b>
Querciverol (p-mentenol) (QU)	19/Agosto/2019	52	36	4	18	1	111
	26/Agosto/2019	47	47	4	19	1	118
	02/Septiembre/2019	81	87	4	23	2	197
	09/Septiembre/2019	42	71	6	19	4	142
<b>Total</b>		<b>222</b>	<b>241</b>	<b>18</b>	<b>79</b>	<b>8</b>	<b>568</b>
<b>Porcentaje</b>		<b>39.1</b>	<b>42.4</b>	<b>3.2</b>	<b>13.9</b>	<b>1.4</b>	<b>100.0</b>
Combinación CO y QU (CQ)	19/Agosto/2019	37	19	16	9	13	94
	26/Agosto/2019	60	22	12	16	13	123
	02/Septiembre/2019	65	42	24	14	17	162
	09/Septiembre/2019	55	32	16	25	18	146
<b>Total</b>		<b>217</b>	<b>115</b>	<b>68</b>	<b>64</b>	<b>61</b>	<b>525</b>
<b>Porcentaje</b>		<b>41.3</b>	<b>21.9</b>	<b>13.0</b>	<b>12.2</b>	<b>11.6</b>	<b>100.0</b>

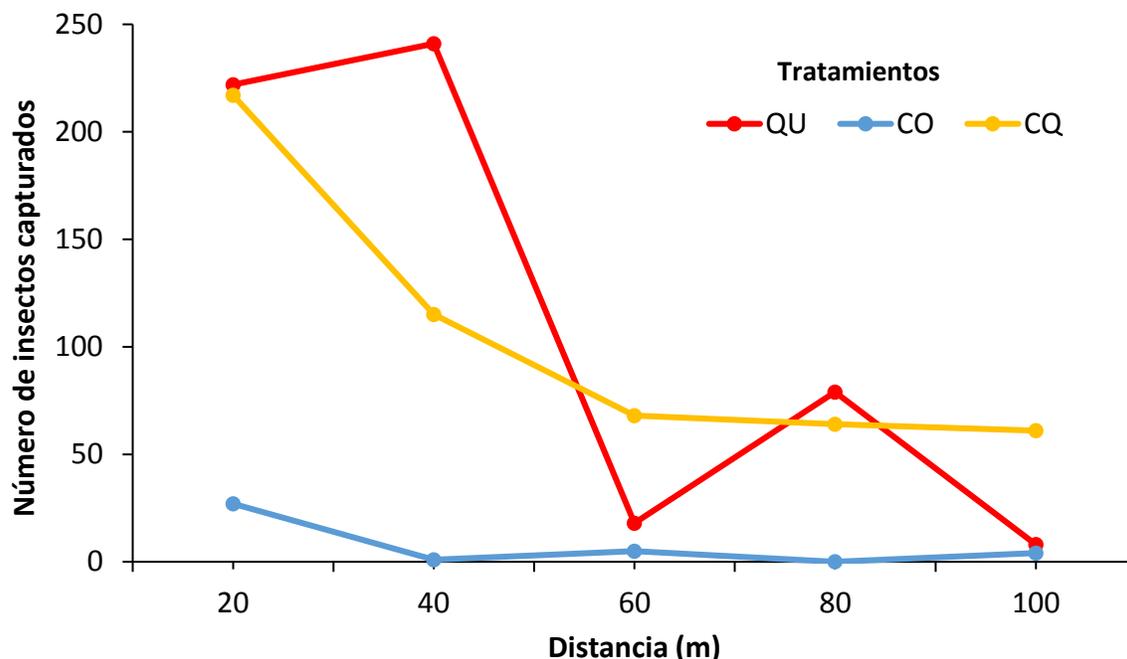


Figura 87. Número de insectos capturados (*Euwallacea kuroshio*) por tratamiento y rango de distancia al brote activo durante el monitoreo de insectos ambrosiales.

Cuadro 25. Comparación mediante contraste de los tratamientos evaluados para determinar el rango de acción de los semioquímicos utilizados en el monitoreo de insectos ambrosiales.

Bloque (Distancia al brote activo)	Media ( <i>Euwallacea kuroshio</i> )	Desviación estándar	Contraste
20 m	155.333	±111.16804	A
40 m	119.000	±120.04999	A
80 m	47.667	± 41.95633	B
60 m	30.333	± 33.26159	B
100 m	24.333	±31.81719	B

Bloques con la misma letra no son estadísticamente diferentes con un  $\alpha=0.05$ .

El efecto de la distancia a la que se encontraban las trampas Lindgren cebadas con los semioquímicos con respecto al brote de infestación, es relevante y se corrobora con el mapa interpolativo, dado que a mayor distancia del brote de infestación es menor la captura de insectos ambrosiales de la especie *Euwallacea kuroshio*, QU y CQ tienen un comportamiento similar, perdiendo efecto a una distancia de 60 m, por otra parte QU es más efectivo a 40 m, mientras que CQ reduce su efectividad a esa distancia (Figura 89).

En este mapa se indica con puntos rojos, la ubicación espacial de cada una de las trampas, los números azules señalan las isolíneas con su nivel de captura de *Euwallacea*. Este mapa fue elaborado mediante el método geoestadístico de Kriging, en el programa Surfer 10.

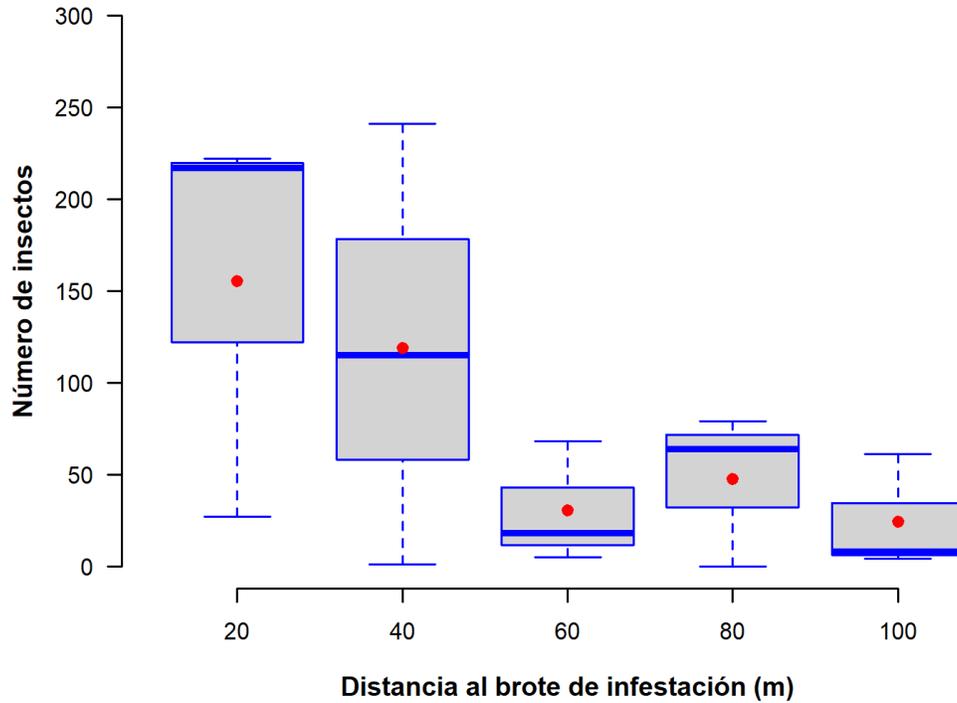


Figura 88. Boxplots de la relación entre el número de insectos colectados y la distancia al brote de infestación durante el monitoreo de insectos ambrosiales (*Euwallacea kuroshio*).

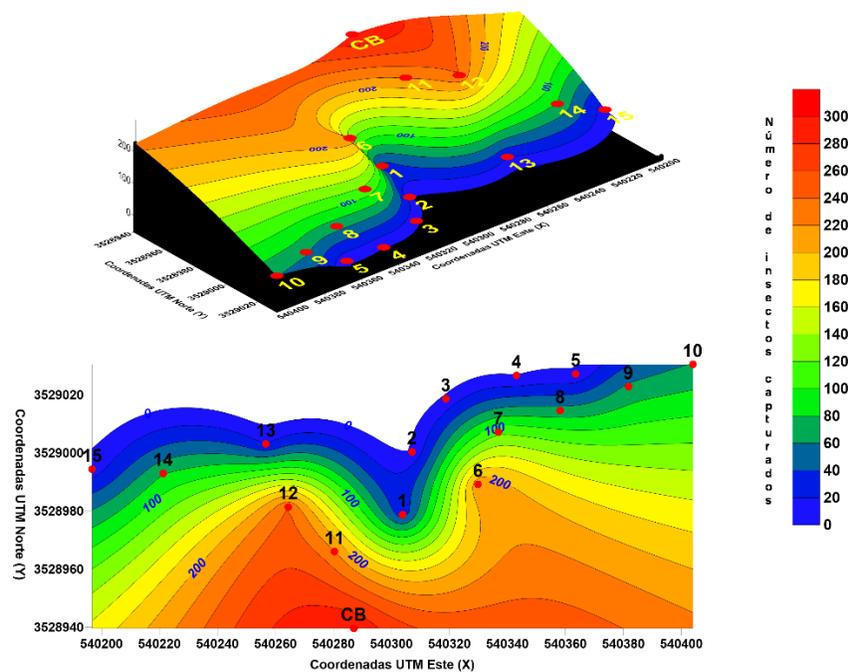


Figura 89. Mapa interpolativo de la variable número de insectos de *Euwallacea kuroshio* de acuerdo con los tratamientos evaluados en el monitoreo.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La efectividad de las acciones de control y prevención fitosanitarias llevadas a cabo en 2018 en los brotes de insectos ambrosiales detectados en Tijuana y Ensenada fue alta, obteniendo un 91.7% de efectividad de control después de 16 meses de llevar a cabo los tratamientos en Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California, y un 84.6% de efectividad de control después de 12 meses de realizar los tratamientos en el Parque Ecológico Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California.

En los dos sitios evaluados se registraron árboles de sauce (*Salix lasiolepis*) con afectaciones recientes de septiembre 2019 por insectos ambrosiales. Se detectó presencia de plaga activa e insectos adultos en desarrollo en el interior de los individuos afectados, por lo que es necesario realizar un monitoreo terrestre recomendablemente cada 2 meses, mediante recorridos de campo en estos dos sitios y áreas cercanas en búsqueda de árboles infestados. También se recomienda realizar el saneamiento forestal para el control de los escarabajos ambrosiales.

La especie del complejo de escarabajos ambrosiales identificada corresponde a *Euwallacea kuroshio*, y se encuentra afectando diversos hospederos en Tijuana y Ensenada, Baja California. En los sitios de campo evaluados no se detectó la presencia de *Xyleborus glabratus* ni de otra especie del género *Euwallacea*.

Para el monitoreo del complejo de escarabajos ambrosiales *Euwallacea* spp. y específicamente de la especie *Euwallacea kuroshio*, el semioquímico que tuvo mejor efectividad en la atracción de insectos fue el querciverol, con un rango óptimo de atracción de 20 a 40 m.

Se recomienda utilizar en el monitoreo en campo de *Euwallacea* spp. y *Xyleborus* spp. la combinación  $\alpha$ -copaeno + querciverol con la finalidad de reducir costos de operación y llevar a cabo esta actividad de forma más eficiente, ya que de acuerdo con los resultados obtenidos su uso combinado es completamente compatible para el monitoreo de *Euwallacea* spp. y *Xyleborus* spp., obteniendo una atracción estadísticamente similar que el querciverol.

El rango de acción de los semioquímicos evaluados:  $\alpha$ -copaeno, querciverol y la combinación  $\alpha$ -copaeno + querciverol, es de 100 m obteniendo un número de capturas aceptable. El rango óptimo de acción de los semioquímicos fue de 20 a 40 m, registrando el mayor número de insectos capturados en ese rango. Para efectuar el monitoreo de escarabajos ambrosiales se recomienda aplicar una distancia promedio de 40 m entre trampas, para obtener capturas de insectos aceptables que permitan localizar brotes activos.

El uso de la técnica de endoterapia vegetal es adecuado para la protección y control de insectos ambrosiales, utilizando en combinación el insecticida Acefato y el fungicida Propiconazol se tiene un periodo de protección menor a 12 meses y posiblemente la protección solo presente un periodo de efectividad de 1 a 2 meses debido a la baja residualidad del Acefato. Se recomienda utilizar un insecticida sistémico con una residualidad de aproximadamente 12 meses, como es el caso del Benzoato de Emamectina.

## 6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

**Cuadro 26. Cronograma de actividades del proyecto: Consultoría para evaluar la efectividad de los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en México.**

Actividad	2019															
	JUL				AGO				SEPT				OCT			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>1. Revisión de la información referente a los tratamientos fitosanitarios utilizados para el control de escarabajos ambrosiales en Tijuana y Ensenada, Baja California.</b>																
1.1. Establecer una vinculación, comunicación y coordinación con CONAFOR, SENASICA y Ayuntamiento de Tijuana y Ensenada, para acceder y recopilar a la información disponible y accesible referente al proyecto hasta la fecha actual de desarrollo.																
1.2. Análisis de la información de utilidad para el desarrollo del proyecto, con la finalidad de realizar una planeación estratégica de las actividades contempladas.																
1.3. Localización de los sitios con antecedentes de aplicación de tratamientos fitosanitarios para el control de escarabajos ambrosiales.																
1.4. Identificación de los sitios con brotes activos de insectos ambrosiales en Tijuana y Ensenada.																
1.5. Búsqueda de sitios y rutas de trampeo establecidos por CONAFOR y SENASICA.																
1.6. Selección de sitios potenciales para la instalación de trampas para escarabajos ambrosiales, con la finalidad de realizar una evaluación de la efectividad y el rango de acción de los atrayentes semioquímicos utilizados en el monitoreo de ambrosiales.																
<b>2. Complementar el plan de trabajo del proyecto, con la información recopilada de Tijuana y Ensenada.</b>																
2.1. Elaborar el plan de trabajo del proyecto desglosando las actividades a 4 meses, incluyendo la metodología de trabajo, materiales, equipo y herramientas a utilizar en el desarrollo de las actividades propuestas.																
2.2. Entregar el plan de trabajo del proyecto, con un cronograma de actividades en formato .xls y .pdf vía correo electrónico a la Gerencia de Sanidad Forestal de la CONAFOR y a la Unidad Coordinadora del Proyecto.																
<b>3. Adquisición de material, equipo y herramienta para el desarrollo del proyecto.</b>																
3.1. Compra de equipo y material para la evaluación de la efectividad y el rango de acción de los semioquímicos utilizados en el monitoreo de escarabajos ambrosiales y																

Actividad	2019															
	JUL				AGO				SEPT				OCT			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios aplicados para el control de escarabajos ambrosiales.																
<b>4. Viaje a Tijuana y Ensenada, Baja California para realizar la evaluación de la efectividad de las acciones de control y prevención fitosanitaria para el complejo de insectos ambrosiales (<i>Euwallacea</i> spp.-<i>Fusarium Euwallacea</i>).</b>																
<b>5. Evaluación de la efectividad y el rango de acción de los semioquímicos utilizados en el monitoreo de escarabajos ambrosiales.</b>																
5.1. Diseño experimental y estadístico para la evaluación de la efectividad de los semioquímicos y su rango de acción en el monitoreo de escarabajos ambrosiales en Tijuana o Ensenada.																
5.2. Selección de los sitios de campo para la instalación del experimento, considerando la información recabada, las áreas con antecedentes de afectaciones y brotes activos de los insectos ambrosiales en Tijuana y Ensenada.																
5.3. Instalación del experimento y colocación de las trampas con sus respectivos atrayentes semioquímicos en los sitios definidos en Tijuana o Ensenada																
5.4. Monitoreo semanal de las trampas para la recolección de los insectos capturados, mantenimiento de las trampas y cambio de semioquímicos y reposición de componentes de presentarse el caso.																
5.5. Traslado del material recolectado semanalmente para su procesamiento, previamente etiquetado de acuerdo con el código de la trampa y fecha de recolección.																
5.6. Determinación taxonómica del material para determinar el número de insectos capturados, enfocando esfuerzos en <i>Euwallacea</i> sp. y <i>Xyleborus glabratus</i> .																
5.7. Análisis estadístico de los resultados obtenidos para determinar la efectividad de cada semioquímico utilizado y su correspondiente rango de acción.																
<b>6. Evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios aplicados para el control de escarabajos ambrosiales en Tijuana y Ensenada.</b>																

Actividad	2019															
	JUL				AGO				SEPT				OCT			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<p>6.1. Diseño experimental y estadístico para la evaluación de la efectividad de los tratamientos fitosanitarios aplicados en el control de escarabajos ambrosiales en Tijuana que incluye la evaluación en los siguientes escenarios:</p> <p>a) Tratamientos de control químico con dosis y productos definidos en el protocolo de atención de escarabajos ambrosiales.</p> <p>b) Tratamientos preventivos utilizando la técnica de inyección al tronco (endoterapia vegetal).</p> <p>En ambos escenarios la realización de la evaluación de tratamientos anteriores está condicionada a la información disponible sobre la aplicación de estos tratamientos. Por lo anterior se plantea la posibilidad de implementar un nuevo experimento que permita conocer la efectividad de los tratamientos utilizados para el control de ambrosiales en Tijuana.</p>																
<p>6.2. Selección de los sitios para la realizar la evaluación de tratamientos fitosanitarios aplicados para el control de ambrosiales y en su caso también la instalación de los experimentos, de acuerdo con la información obtenida en la visita inicial, considerando las áreas con antecedentes de afectaciones y brotes activos de ambrosiales.</p>																
<p>6.3. Evaluación de los tratamientos fitosanitarios aplicados para el control de escarabajos ambrosiales en Tijuana, considerando los escenarios:</p> <p>a) Tratamientos de control químico y cultural con dosis y productos definidos en el protocolo de atención de escarabajos ambrosiales.</p> <p>b) Tratamientos preventivos utilizando la técnica de inyección al tronco (endoterapia vegetal).</p>																
<p>6.4. Sistematización de los datos recabados en campo para su procesamiento.</p>																
<p>6.5. Análisis estadístico de los resultados de la evaluación de los tratamientos fitosanitarios aplicados para el control de los escarabajos ambrosiales en Tijuana y/o Ensenada para determinar su efectividad considerando los productos químicos aplicados y su dosis.</p>																
<p>7. Elaboración de un informe parcial del proyecto, que incluya la revisión de la información referente a los tratamientos fitosanitarios realizados hasta la fecha actual para el control de escarabajos ambrosiales y evaluación en campo de los mismos.</p>																

Actividad	2019															
	JUL				AGO				SEPT				OCT			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
7.1. Elaborar un informe parcial del proyecto, que incluya la información mencionada en el TdR de la consultoría.																
7.2. Entrega del informe parcial vía correo electrónico en formato .doc a la Gerencia de Sanidad Forestal de la CONAFOR y a la Unidad Coordinadora del Proyecto.																
<b>8. Elaboración de producto final del proyecto de consultoría.</b>																
8.1. Elaborar el producto final del proyecto, que contenga información mencionada en el TdR de la consultoría.																
8.2. Entregar el producto final del proyecto vía correo electrónico en formato .doc a la Gerencia de Sanidad Forestal de la CONAFOR y a la Unidad Coordinadora del Proyecto.																
8.3. Entregar oficialmente el producto final en las Oficinas Centrales de la CONAFOR, ubicadas en Periférico Poniente No. 5360, Col. San Juan de Ocotán, Zapopan, Jalisco. C.P. 45019.																
8.4. Presentación de resultados del proyecto a las autoridades de la Gerencia de Sanidad Forestal de la CONAFOR.																
8.5. Elaboración y firma de minuta de reunión de entrega del producto final y presentación de resultados, que incluya lista de asistencia de los participantes.																

## 7. AGRADECIMIENTOS

Al Ing. José Partida Robles y M.E. Mayra González, por las facilidades otorgadas para el establecimiento del experimento con las trampas multiembudo cebadas con semioquímicos, en el Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyTE) plantel Ensenada, Baja California.

Al Ing. Víctor Leyva Martínez por su apoyo en recolecta de material de las trampas multiembudo así como a sus compañeros Jorge Reyes Rodríguez y René Ramírez Salinas, a la L.C.A. Luisa Andrea Hernández Morales por el préstamo de las trampas y el recorrido en las zonas de monitoreo y aplicación de las técnicas de saneamiento forestal, al Ing. Arturo González Ramos encargado de forestación del Parque Morelos del SIMPATT, por dar facilidades para un recorrido en las instalaciones del parque Morelos, así como C. Juan Carlos Aguirre Álvarez, encargado del Parque los Sauces sección Norte y Sur que nos apoyó en las evaluaciones realizadas en el Parque los Sauces. Se agradece rotundamente al M. en C. Jorge M. Valdez Carrasco por la asesoría en la toma de fotografías de *Euwallacea* sp. en las instalaciones del laboratorio de Morfología de Insectos del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

Por las facilidades brindadas por el M. en C. Rodolfo Campos Bolaños y la Dra. Silvia Edith García Díaz para la revisión del material colectado en el laboratorio de Parasitología Forestal de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo que amablemente fue prestado para este propósito.

Se agradece ampliamente al Dr. T. H. Atkinson por la determinación a nivel de especie de *Euwallacea* colectada mediante trampas Lindgren en Ensenada, Baja California.

De igual manera se agradece la facilitación de información, así como las sugerencias para la determinación de la especie de *Euwallacea* por parte de los investigadores de Estados Unidos: Robert Rabaglia, Demian F. Gomez, Jiri Hulcr y Luis Adrian Poloni.

Se agradece al Arq. Martin Acosta Martínez del consejo de conservación de los sauces, por la información proporcionada para la mejora de este documento, así como a la brigada de endoterapia vegetal del comité de sanidad vegetal del estado de baja California por la demostración en campo del tratamiento de endoterapia, a la cual estaba conformada por el Ing. Belisario Pérez Marroquín, Eduardo Mares Alcaráz, Eduardo Ruíz Mata y Ángel Eduardo Soto Collazo.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amiri, A., Bussey, K. E., Riley, M. B. & Schnabel, G. 2008. Propiconazole inhibits *Armillaria tabescens* in vitro and translocates into peach roots following trunk infusion. *Plant disease*.92 (9): 1293-1298.
- Ángel-Restrepo, M., Ochoa-Ascencio, S., Fernández-Pavía, S., Vazquez- Marrufo, G., Equihua-Martínez, A., Barrientos-Priego, A. F., Correa-Suarez, M. y Saucedo-Carabez, J. R. 2019. Identificación De Escarabajos Ambrosiales (Coleópteros: Curculionidae) Asociados A Árboles De Aguacate En Michoacán, México. *Folia Entomológica Mexicana* (nueva serie). 5(2): 80–88.
- Arnett, R. H. Jr., Thomas, M. C., Skelley, P. E. & Frank, J. H. 2002. *American Beetles, Vol. 2: Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. Arnett, R. H., Jr., M. C. Thomas, P. E. Skelley and J. H. Frank (eds). CRC Press. 880 p. ISBN 978-0849309540.
- Atkinson, T. H. 2017. Curculionidae: Scolytinae: Escarabajos Descortezadores y Escarabajos Ambrosiales In: Cibrián, D. (ed.). *Fundamentos de Entomología Forestal*. CONACYT, México. 306–313 p.
- Berger, C. & Laurent, F. 2019. Trunk injection of plant protection products to protect trees from pests and diseases. *Crop Protection*. 124: 1-9.
- Brar, G. S., Capinera, J. L., Mclean, S., Kendra, P. E., Ploetz, R. C. & Peña, J. E. 2012. Effect of trap size, trap height and age of lure on sampling *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), and its flight periodicity and seasonality. *Florida Entomologist*. 1003-1011.
- Carrillo, D., Narvaez, T., Cossé, A. A., Stouthamer, R. & Cooperband, M. 2015. Attraction of *Euwallacea nr. fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) to lures containing quercivorol. *Florida Entomologist*. 98(2): 780–782.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Baja California (CESVBC) & Ayuntamiento de Ensenada. 2018. Informe final de tratamientos fitosanitarios. Área Protegida y Ecológica Municipal Cañón de Doña Petra. 26 p.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2018. Notificación de saneamiento forestal de arbolado afectado por ambrosiales en las áreas arboladas del Cañón de Doña Petra, predio Área Protegida y Ecológica Municipal Cañón de Doña Petra, Ensenada, Baja California. 7 p.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Baja California (CESVBC), Ayuntamiento de Tijuana, Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) & Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2018. Informe final de tratamientos fitosanitarios. Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces. 19 p.
- Coulson, R. N. & Witter, J. A. 1984. *Forest entomology: ecology and management*. John Wiley & Sons. 688 p. ISBN 9780471025733.

- Doccola, J. J. & Wild, P. M. 2012. Tree injection as an alternative method of insecticide application. In: Soloneski S., Larramendy M. (eds.). *Insecticides-Basic and Other Applications*. 61-78.
- Dodge, C., Coolidge, J., Cooperband, M., Cossé, A., Carrillo, D. & Stouthamer, R. 2017. Quercivorol as a lure for the polyphagous and Kuroshio shot hole borers, *Euwallacea* spp. nr. *fornicatus* (Coleoptera: Scolytinae), vectors of *Fusarium* dieback. *PeerJ* 5: e3656; DOI 10.7717/peerj.3656.
- Equihua, A., Estrada, E. G., Trujillo, J., García, C., López, J. A., Quezada, A., Ruíz, I., González, R., M. Montiel, J. T., Álvarez, J., Laureano, B. & Plascencia, A. 2016. Nueva asociación entre *Euwallacea* sp. (Coleoptera: Curculionidae: Scolytidae) y *Casuarina cunninghamiana* Miq. (Casuarinaceae) en Tijuana, Baja California Norte, México. *Folia Entomológica Mexicana*. (nueva serie). 2: 20–21.
- García, C. J., Trujillo, F. J., López, J. A., González, R., Carrillo, D., Cruz, L. F., Ruíz, I., Quezada, A. & Acevedo, N. 2016. First report of *Euwallacea* nr. *fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae) in Mexico. *Florida Entomologist*. 99: 555-556.
- García-Guevara, J. F., García-Ávila, C., Acevedo-Reyes, N. & Vergara-Pineda, S. 2018. Escarabajos (Curculionidae: Scolytinae) Asociados A Trampas En Huertos De *Persea americana* Miller, 1768 En Cuatro Municipios De Michoacán. *Entomología Mexicana*. 5: 408–414.
- Gomez, D. F., Rabaglia, R. J., Fairbanks, K. E. & Hulcr, J. 2018. North American Xyleborini north of Mexico: a review and key to genera and species (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae). *ZooKeys*. 768:19-68.
- Gomez, D. F., Skelton, J., Steininger, M. S., Stouthamer, R., Rugman-Jones, P., Sittichaya, W., Rabaglia, R. J. & Hulcr, J. 2018. Species delineation within the *Euwallacea fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae) complex revealed by morphometric and phylogenetic analyses. *Insect Systematics and Diversity*. 2(6): 1-11.
- Grosman, D. M., Eskalen, A. & Brownie, C. 2019. Evaluation of Emamectin Benzoate and Propiconazole for Management of a New Invasive Shot Hole Borer (*Euwallacea* nr. *fornicatus*, Coleoptera: Curculionidae) and Symbiotic Fungi in California Sycamores. *Journal of economic entomology*. 112(3): 1267-1273.
- Grosman, D. M., Fettig, C. J., Jorgensen, C. L. & Munson, A. S. 2010. Effectiveness of two systemic insecticides for protecting western conifers from mortality due to bark beetle attack. *Western journal of applied forestry*. 25(4): 181-185.
- Haack, R. A. 2006. Exotic bark- and wood-boring Coleoptera in the United States: recent establishments and interceptions. *Canadian Journal of Forest Research*. 36: 269–288.
- Hanula, J. L., Mayfield III, A. E., Fraedrich, S. W. & Rabaglia, R. J. 2008. Biology and host associations of redbay ambrosia beetle (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), exotic vector of laurel wilt killing redbay trees in the southeastern United States. *Journal of Economic Entomology*. 101(4): 1276-1286.

- Hanula, J. L., Ulyshen, M. D. & Horn, S. 2011. Effect of trap type, trap position, time of year, and beetle density on captures of the redbay ambrosia beetle (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Journal of economic entomology*. 104(2): 501-508.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tijuana, Baja California, Clave geoestadística 02004. 9 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Ensenada, Baja California, Clave geoestadística 02001. 9 p.
- Jordal, B., Beaver, R. A. & Kirkendall, L. R. 2001. Breaking taboos in the tropics: incest promotes colonization by wood-boring beetles. *Global Ecology and Biogeography*. 10: 345–357.
- Kashiwagi, T., Nakashima, T., Tebayashi, S. & Kim, C. 2006. Determination of the absolute configuration of quercivorol, (1S,4R)-p-menth-2-en-1-ol, an aggregation pheromone of the Ambrosia beetle *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 70(10): 2544–2546.
- Kendra, E. P., Montgomery, W. S., Deyrup, M. A. & Wakarchuk, D. 2016. Improved lure for redbay ambrosia beetle developed by enrichment of  $\alpha$ -copaene content. *Journal of Pest Science*. 89:427-438.
- Kendra, E. P., Owens, D., Montgomery, W. S., Narvaez, T. I., Bauchan, G. R., Schnell, E. Q., Tabanca, N. & Carrillo, D. 2017.  $\alpha$ -Copaene is an attractant, synergistic with quercivorol, for improved detection of *Euwallacea nr. fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *PLoS ONE*. 12(6): e0179416.
- Kendra, P. E., Montgomery, W. S., Niogret, J., Peña, J. E., Capinera, J. L., Brar, G., Epsky, N. D. & Heath, R. R. 2011. Attraction of the redbay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus*, to avocado, lychee, and essential oil lures. *Journal of Chemical Ecology*. 37(9): 932–942
- Kendra, P. E., Montgomery, W. S., Niogret, J., Schnell, E. Q., Deyrup, M. A. & Epsky, N. D. 2014. Evaluation of seven essential oils identifies cubeb oil as most effective attractant for detection of *Xyleborus glabratus*. *Journal of Pest Science*. 87(4): 681–689.
- Kendra, P. E., Niogret, J., Montgomery, W. S., Deyrup, M. A. & Epsky, N. D. 2015. Cubeb oil lures: Terpenoid emissions, trapping efficacy, and longevity for attraction of redbay ambrosia beetle (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Journal of Economic Entomology*. 108(1): 350–361.
- Kuhns, E. H., Martini, X., Tribuiani, Y., Coy, M., Gibbard, C., Peña, J., Hulcr, J. & Stelinski, L. L. 2014. Eucalyptol is an attractant of the redbay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus*. *Journal of Chemical Ecology*. 40(4): 355–362.

- Kuhns, E. H., Tribuiani, Y., Martini, X., Meyer, W. L., Peña, J., Hulcr, J. & Stelinski, L. L. 2013. Volatiles from the symbiotic fungus *Raffaelea lauricola* are synergistic with manuka lures for increased capture of the redbay ambrosia beetle *Xyleborus glabratus*. *Agricultural and Forest Entomology*. 16(1):87–94.
- Lázaro D., M. O. 2019. Monitoreo De Scolytinae (Coleoptera: Curculionidae) Con Atrayentes Químicos En Huertos De Aguacate En Michoacán. Tesis de Doctorado, Postgrado en Entomología y Acarología, Colegio de Postgraduados. 76 p.
- Liu, Y. & Dai, H. 2006. Application of bark beetle semiochemicals for quarantine of bark beetles in China. *Journal of Insect Science*. 6:41.
- Macías, J. E. 2014. Ecología química de los escarabajos ambrosiales: Conocimiento y perspectivas para el manejo de especies exóticas. En: *Memorias del Simposio Internacional Sobre Manejo y Control de Plagas Cuarentenarias en el aguacatero, 3-7 noviembre*. Xalapa, Veracruz, México. 22 p.
- National Center for Biotechnology Information (NCBI), PubChem Database. 2019. Acephate, CID=1982. Fecha de actualización: 03 de octubre de 2019.  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Acephate>
- National Center for Biotechnology Information (NCBI), PubChem Database. 2019a.alpha-Copaene, CID=70678558. Fecha de actualización: 03 de octubre de 2019.  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/70678558>
- Owens, D., Kendra, P.E., Tabanca, N., Narvaez, T. I., Montgomery, W. S., Schnell, E. Q. & Carrillo, D. 2018. Quantitative analysis of contents and volatile emissions from  $\alpha$ -copaene and quercivorol lures, and longevity for attraction of *Euwallacea* nr. *fornicatus* in Florida. *Journal of Pest Science*. 92(1): 237-252.
- Owens, D., Seo, M., Montgomery, W. S., Rivera, M. J., Stelinski, L. L. & Kendra, P. E. 2019. Dispersal behaviour of *Euwallacea* nr. *fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in avocado groves and estimation of lure sampling range. *Agricultural and Forest Entomology*. 21(2): 199-208.
- Rabaglia, R. J., Dole, S. A. & Cognato, I. A. 2006. Review of American Xyleborina (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) Occurring North of Mexico, with an Illustrated Key. *Annals of the Entomological Society of America*. 99:1034-1056.
- Reding, M. E., Schultz, P. B., Ranger, C. M. & Oliver, J. B. 2011. Optimizing ethanol-baited traps for monitoring damaging ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in ornamental nurseries. *Journal of Economic Entomology*. 104(6): 2017–2024.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2017. Notificación de saneamiento forestal de arbolado afectado por ambrosiales en las áreas arboladas del paraje Arroyo Los Sauces, predio Cauce y Zona Federal Arroyo Los Sauces, Tijuana, Baja California. 6 p.

- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2018. Doceavo Informe Mensual: Manejo fitosanitario de los ambrosiales. SANIDAD VEGETAL. SAGARPA. 3 p.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). 2015. Plan De Acción Para La Vigilancia Y Aplicación De Medidas De Control Contra Complejos Ambrosiales Reglamentados En México: *Xyleborus glabratus*- *Raffaelea lauricola* y *Euwallacea* sp.- *Fusarium euwallaceae*. Dirección General De Sanidad Vegetal Dirección De Protección Fitosanitaria Centro Nacional De Referencia Fitosanitaria. Grupo Especialista Fitosanitario. 71 p.
- Smith, S. M., Gomez, D. F., Beaver, R. A., Hulcr, J. & Cognato, A. I. 2019. Reassessment of the species in the *Euwallacea fornicatus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) complex after the rediscovery of the “lost” type specimen. *Insects*. 10(9) 261.
- Smitley, D. R., Docola, J. J. & Cox, D. L. 2010. Multiple-year protection of ash trees from emerald ash borer with a single trunk injection of emamectin benzoate, and single-year protection with an imidacloprid basal drench. *Journal of Arboriculture*. 36 (5). 206.
- Tokoro, M., Kobayashi, M., Saito, S., Kinuura, H., Nakashima, T., Shoda-Kagaya, E., Kashiwagi, T., Tebayashi, S., Kim, C. & Mori, K. 2007. Novel aggregation pheromone, (1S, 4R)-p-menth-2-en-1-ol, of the ambrosia beetle, *Platypus quercivorus* (Coleoptera: Platypodidae). *Bulletin of FFPRI*. 6(1): 49–57.
- Vega, F. E. & Hofstetter, R. W. 2015. *Bark beetles: biology and ecology of native and invasive species*. Academic Press. 620 p. ISBN: 9780124171565.
- Werle, C. T., Ranger, C. M., Schultz, P. B., Reding, M. E., Adesso, K. M., Oliver, J. B. & Sampson, B. J. 2018. Integrating repellent and attractant semiochemicals into a push–pull strategy for ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Applied Entomology*. 143(4): 333-343.
- Wise, J. C. 2016. *Enhancing performance of biorational insecticides with novel delivery systems in tree fruit IPM*. In: Rami Horowitz, A., Ishaaya, I. (Eds.). *Advances in Insect Control and Resistance Management*. Springer Publishing Ltd., Dordrecht, Heidelberg, London, New York. 77–92 p.
- Wood, S. L. 1982. The Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. *Great Basin Nat. Mem. No. 6*. 1359 p.
- Wood, S. L. 2007. *Bark and Ambrosia Beetles of South America (Coleoptera, Scolytidae)*. *Brigham Young University, Provo*. 900 p.



Al servicio de las personas y las naciones

